

CONGRESO INTERNACIONAL EN TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN y DOCENCIA (CITID)

ISSN No. 2594-0465

REVISTA BIANUAL

Num. 1 Año 1

2017

POLÍMEROS Y BIOPOLÍMEROS, BIOPROCESOS Y DESARROLLO SUSTENTABLE,
CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

INTELIGENCIA ARTIFICIAL, SISTEMAS EMBEBIDOS Y EL INTERNET DE LAS COSAS,
DESARROLLO WEB Y MÓVIL, ROBÓTICA

INGENIERÍA CIVIL DEL SIGLO XIX

SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS Y ENERGÍA

MEJORA DE PROCESOS Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

ESTRATEGIAS DOCENTES PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS BÁSICAS

ADMINISTRACIÓN Y LEGISLACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Congreso Internacional en Tecnología, Innovación y Docencia (CITID), Año 1, Número 1, es una revista bianual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Zacatepec a cargo de la publicación, Arcos de Belén Núm. 79, piso 3, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06010, Ciudad de México, Tel. 5536011000 Ext. 65064, d_vinculacion05@tecnm.mx, Editor Responsable Dr. Edgar García Hernández.

Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2017-051912040100-203, ISSN No. 2594-0465, ambos son otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsable de la última actualización de este número Dr. Edgar García Hernández, Coordinador del Doctorado en Ciencias en Polímeros, del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, Col. Centro, Zacatepec, Morelos, C.P. 62780, Tel. (734) 343 13 94, fecha de última actualización abril 2017.

Objetivo de la revista. Publicación académica arbitrada en formato electrónico para la difusión y divulgación de proyectos presentados en el Congreso Internacional en Tecnología, Innovación y Docencia (CITID).

Las publicaciones de los artículos son sometidas a revisión por un Comité de Arbitraje y el contenido es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización por escrito que emita el Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Prólogo

*“La ciencia nunca resuelve un problema
sin crear otros diez más”*
George Bernard Shaw

Como el Universo, el conocimiento es infinito como infinitas son las interrogantes que tratan de resolver los investigadores con cada proyecto que emprenden. Sea investigación básica o aplicada, con ambas se intentan resolver problemáticas existentes, innovar o mejorar un proceso o un producto.

Como cada dos años, en el Instituto Tecnológico de Zacatepec se realizó el Congreso Internacional en Tecnología Innovación y Docencia (CITID 2017), donde se dieron cita estudiantes, académicos e investigadores para compartir e intercambiar conocimientos y experiencias en el ámbito de la investigación.

Con una asistencia que superó las expectativas, se tuvo la presencia de destacadas personalidades de nivel internacional, nacional y local. Se contó con la participación de académicos reconocidos de países como la República Checa, Cuba, Bolivia, Ecuador y Colombia. A nivel nacional se tuvo la presencia de académicos e investigadores de los estados de Hidalgo, Guerrero, Jalisco y Guanajuato. De nuestro estado, acudieron investigadores y académicos de Instituciones de nivel Medio Superior y Superior y Centros de Investigación, tales como el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario no. 233, el Instituto Tecnológico de Cuautla, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Las temáticas tratadas fueron muy diversas: Administración y Legislación en las Organizaciones, Sistemas Electromecánicos y Energía, Ingeniería Civil del Siglo XXI, Mejora de Procesos y Sistemas de Gestión de la Calidad, Inteligencia Artificial, Estrategias Docentes para la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Básicas, Sistemas Embebidos y el Internet de las Cosas, Desarrollo Web y Móvil, Robótica, Polímeros y Biopolímeros, Bioprocesos y Desarrollo Sustentable y Ciencia de los Alimentos.

A decir de los participantes, el Congreso fue un éxito y la muestra de ello es este compendio de Contribuciones, expuestas durante el desarrollo del mismo, y que ahora se publica bajo un formato distinto al de años anteriores. En esta ocasión, se ha gestionado un número de registro específicamente para las Memorias del Congreso (CITID).

Finalmente, se agradece el apoyo de los Directivos de la Institución, de los Jefes académicos y, especialmente, el entusiasmo, compromiso y colaboración del personal de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI).

Se desea que las Contribuciones registradas en estas Memorias, ayuden a disipar dudas e interrogantes que, alguna vez, se hayan hecho los lectores y, además, sean referencia para incrementar el conocimiento existente

Comité Técnico

**Dra. Claudia Barreto Cabrera
Dra. Zully Vargas Galarza
Dra. Cinthya Dinorah Arrieta González
Dr. Edgar García Hernández
Dr. René Salgado Delgado
Dr. Alberto Álvarez Castillo
Dr. Alfredo Olarte Paredes
Dr. Héctor Javier Medellín Hernández**

Índice

INV-00	CONFERENCIAS INVITADAS	
	<i>MODELO DE FORMACIÓN CONTINUA MEDIANTE EL ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE MOODLE, PARA LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO PRÁCTICO UNIVERSIDAD DE OTAVALO, ECUADOR</i>	1
INV-01	P. Baldeón Egas y F. Becerra Lois	
	<i>LA PERTINENCIA DEL COMERCIO EXTERIOR, EN LA TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA ECUATORIANA, DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR</i>	9
INV-02	M. F. Coronel-Pinduisaca, A.E. Estévez-Dávila	
	<i>TRANSVERZALIZAR LA IGUALDAD DE GÉNERO, RETO INELUDIBLE DEL SIGLO XXI EN POS DEL DERECHO DE LA MUJER A UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA</i>	17
INV-03	L. Machado-López	
	<i>ABORDAJE EPISTEMOLÓGICO DE LA GENERALIDAD AMBIENTAL DESDE EL ANÁLISIS FILOSÓFICO DIALÉCTICO MATERIALISTA</i>	25
INV-04	A. Dionicio-Abrajan, S. Arizmendi-León, M. Ruíz-Roque, B. L. Orduña-Tenorio, L.R Méndez-Infante, B. M. Ayala-Benitez, R.C Mojica-Cruz. R. Medina-Peña y R. E. Medina-de la Rosa	
	<i>UNA APROXIMACIÓN A LA GESTIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DESDE LAS ORGANIZACIONES INTELIGENTES</i>	33
INV-05	M. L. Guerrero-Julio	
	<i>TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF A LARGE-AIR CORE BRAGG FIBER MEASURED WITH LASER SOURCES AT WAVELENGTHS OF 1064 AND 1940 NM</i>	40
INV-06	Vlastimil Matějec, Ondřej Podrazký, Ivan Kašík, Milan Frank, Michal Jelínek, Václav Kubeček	
IQB-00	POLÍMEROS Y BIOPOLÍMEROS, BIOPROCESOS Y DESARROLLO SUSTENTABLE, CIENCIA DE LOS ALIMENTOS	
	<i>CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE TUBÉRCULOS NO CONVENCIONALES DEL ESTADO DE HIDALGO PARA SU POSIBLE APLICACIÓN</i>	51
IQB-01	A. Quintero-Lira, J. Piloni-Martini, N. Güemes-Vera, H. M. Palma-Rodríguez, A. Vargas-Torres y J. P. Hernández-Uribe	
	<i>CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE ALMIDÓN DE CHAYOTEXTLE ADICIONADAS CON MICROCÁPSULAS DE ALMIDÓN MODIFICADO</i>	59
IQB-02	M. A. Martínez-Ortiz, H. M. Palma-Rodríguez, J. Prieto-Méndez, A. I. Rodríguez-Hernández, A. Vargas-Torres	
	<i>EFFECTO DE LA MODIFICACIÓN DUAL DEL ALMIDÓN DE CHAYOTEXTLE EN LA MICROENCAPSULACIÓN DE VITAMINA C.</i>	67
IQB-03	J. V. Sainz-Calixto, R. M. Gayosso-San Juan, A. Vargas Torres, A. Flores-Castro y H. M. Palma-Rodríguez	

IQB-04	EFFECTO DE LA MODIFICACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS ALMIDONES SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FUNCIONALES DE UN PRODUCTOR CÁRNICO A BASE DE PESCADO.	75
	V.J.O. Acosta-Pérez, A. Vargas-Torres, P.B. Zamudio-Flores, S. Soto-Simental, R. González-Tenorio.	
IQB-05	EFFECTO DE LA HIDROLISIS ACIDA DEL ALMIDÓN DE CHAYOTEXTLE EN LA MICROENCAPSULACIÓN DE INGREDIENTES BIOACTIVOS	83
	F. Astudillo-Barajas, L. Sánchez-Hernández, A. Vargas-Torres, H. M. Palma Rodríguez, N. Chavarría-Hernández.	
IQB-06	MODIFICACIÓN HIDROTÉRMICA DE HARINA DE OXALIS TUBEROSA: EFECTO EN EL INCREMENTO DE ALMIDÓN RESISTENTE Y SU APLICACIÓN	91
	O. Alfaro-Galarza, A. Vargas-Torres, H.M. Palma-Rodríguez, J. P. Hernández-Urbe, R. H. Alfaro-Rodríguez	
IQB-07	CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PULIDURA DE ARROZ	99
	J. Zúñiga-Díaz, E. Reyes-Dorantes, A. Quinto-Hernández, J. Porcayo-Calderon y L. Martínez-Gómez	
IQB-08	IMPACTO DEL MESTRANOL EN LA EXPRESIÓN GENÉTICA DEL PEZ <i>Danio rerio</i>	107
	A. M. Sandoval-Villasana, Z. Carreño-Reyes, D. L. Aceves-Zamudio y R. Solano-Jiménez	
IQB-09	OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA, DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE CP/CBC/FO/S.	115
	I. Rico-Rodríguez, Z. Vargas Galarza, E. García-Hernández, R. Salgado-Delgado, R.C. Cárdenas-Valdezy R. Campos-Amezcu	
IQB-10	COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL ASISTIDO ELECTROQUÍMICAMENTE CON DOS ESPECIES VEGETALES DIFERENTES	121
	M.G. Salinas-Juárez, M.d.C. Durán-Domínguez-de-Bazúa	
IQB-11	SINTESIS DE INHIBIDORES VERDES DE LA CORROSIÓN A PARTIR DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES	129
	E. Reyes-Dorantes, J. Zúñiga-Díaz, A. Quinto-Hernández, J. Porcayo-Calderón y L. Martínez-	
IQB-12	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR A TRAVÉS DE CELDAS SOLARES EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA	137
	S. Castrejón-Pérez, F. Juárez-Herrera, A. Acevedo-Figueroa, F. Ramos-Landa, D. I. Torres-Lázaro	
IQB-13	OBTENCIÓN DE PELÍCULAS HÍBRIDAS DE NANOARCILLA Y QUITOSANO DE BAJO PESO MOLECULAR COMO MATRIZ POLIMÉRICA	144
	K. A. Castillo-Rosales, E. García-Hernández, Z. Vargas-Galarza, C. D. Arrieta-González y R. Salgado-Delgado	
IQB-14	FORMULACIÓN DE PELÍCULAS HÍBRIDAS DE GRENETINA-NANOARCILLA UTILIZANDO ALTAS FRECUENCIAS	150
	E. Urueta-Herrera, E. García-Hernández, Z. Vargas-Galarza, C. D. Arrieta-González y A. Salgado-Rodríguez	
IQB-15	ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE NANOPARTÍCULAS DEL POLÍMERO P3HT PARA SU APLICACIÓN EN LA DEGRADACION DEL COLORANTE AZUL DE METILENO MEDIANTE UN PROCESO FOTOCATALÍTICO	156
	E. González Juárez, E. García-Hernández, C.D. Arrieta-González, R. Salgado-Delgado, Z. Vargas-Galarza, M. Güizado-Rodríguez, V. Barba-López, S. Alcalá-Alcalá.	

ISC-00	INTELIGENCIA ARTIFICIAL, SISTEMAS EMBEBIDOS Y EL INTERNET DE LAS COSAS, DESARROLLO WEB Y MÓVIL, ROBÓTICA	
	<i>DESARROLLO DE UNA APLICACION CON REALIDAD VIRTUAL PARA PROMOVER LA OFERTA EDUCATIVA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA</i>	164
ISC-01	L. Cuevas-Bracamontes, S. Valle-Bahena, S. R. Zagal-Barrera, E. Mena-Salgado, Y. Galán-Casiano	
ISC-02	<i>CAPA DE SEGURIDAD A TRAVÉS DE WEB SERVICES PARA ACCESO A BASES DE DATOS</i>	171
	L.A Gama-Moreno, M. G. Elías-Guzmán	
ISC-03	<i>TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS ENTRE LOS SISTEMAS OPERATIVOS: UBUNTU Y MINIX.</i>	179
	J. Á. Peña-Ramírez, N.J. Ontiveros-Hernández S. Espinoza-Salgado. M. H. Tiburcio-Zúñiga, V. Bárcenas-Martínez	
ISC-04	<i>VISUAL ODOMETRY BASED ON PULSE-COUPLED NEURAL NETWORK</i>	188
	L. A. Cruz-Prospero y M. Mejía-Lavalle	
ISC-05	<i>SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA DE IMÁGENES NATURALES UTILIZANDO REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES</i>	197
	D. G. Suárez-Santiago, D. Mújica-Vargas y M. Mejía-Lavalle	
ISC-06	<i>SISTEMA DE DETECCIÓN OPORTUNA DE ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN SEXUAL</i>	205
	L. Villavicencio-Gómez, B. A. Aranda-Benítez	
ISC-07	<i>SISTEMA DE AUTOMATIZACION DE RECUBRIMIENTOS NATURALES “VIVA STONE”</i>	213
	E. Anguiano-Bello, A. Carrillo- Quiroz, M. G. Galeana-Brito, F.J. Ramírez-Sandoval y A. Carrillo-Fernández	
ISC-08	<i>CONTROLADOR PROPORCIONAL INTEGRAL GENERALIZADO ROBUSTO PARA UN REHABILITADOR DE TOBILLO DE 2GDL</i>	219
	A. Blanco-Ortega, A. Magadán-Salazar, E. Antunez-Leyva, J. A. Santana-Camilo	
ISC-09	<i>AUTOMATIZACIÓN DE RIEGO, EN EL VIVERO DEL CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO NO. 233, CASO PRÁCTICO</i>	227
	L.I. E. Mena Salgado, L.I. S. Valle Bahena, L.I. L. Cuevas Bracamontes, A. Rodríguez Rosas, M.A. A. Dionicio Abraján	
ISC-10	<i>SILLA INTELIGENTE PARA EL CUIDADO DE LA SALUD</i>	233
	A. Dionicio-Abrajan, S. Arizmendi-León, M. Ruíz-Roque, B. L. Orduña-Tenorio, L.R Méndez-Infante, B. M. Ayala-Benítez, R.C Mojica-Cruz	
ISC-11	<i>ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA LA PROMOCIÓN INSTITUCIONAL A TRAVÉS DE RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTO</i>	239
	S. Valle-Bahena, L. Cuevas-Bracamontes, S. R. Zagal-Barrera, E. Mena-Salgado, A. Dionicio-Abraján	
ISC-12	<i>SISTEMA DE DOCUMENTOS EN LÍNEA COMO APOYO AL PROCESO DE GESTIÓN DOCUMENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS</i>	247
	E.C. Velázquez-Santana, D. Figueroa-Ávila, J.A. Velázquez-Santana, H. O. Alejandres-Sánchez	

ISC-13	UN ACERCAMIENTO AL SISTEMA OPERATIVO ROBÓTICO D.E. López-Borreguero, D. Mújica-Vargas y J. Ruíz-Ascencio	256
ISC-14	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DRONE PARA COMBATIR LA REPRODUCCIÓN DEL MOSQUITO AEDES AEGYPTI E. Anguiano-Bello, J. E. Ortega-López, A. Carrillo- Quiroz, F.J. Ramírez-Sandoval y M. Quevedo- Núñez.	265
ISC-15	TRADUCTOR SORDO/MUDOS ESPAÑOL USANDO KINECT® Y MYO® J. P. Aragón-Hernández, J. Santa Olalla-Salgado y J. L. Pérez-Estudillo	273
ISC-16	SERVICIO PARA IDENTIFICACION DE DISPOSITIVOS MÓVILES BASADOS EN BLUETOOTH L. A. Gama-Moreno, O. Reynoso, A. Ramirez-Molina, A. Torres-Rangel, J.L. Torres-Rodriguez	282
IC-00 INGENIERÍA CIVIL DEL SIGLO XXI		
IC-01	CONSTRUCCIÓN DE ROMPEOLAS PARA PUERTO DE ORIGEN O HOME PORT, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO, SONORA G. Bahena-Arizmendi, J. M. Ramírez-Cuevas y M. Bobadilla-Flores	290
IC-02	INSPECCIÓN DEL ESTADO FÍSICO, FUNCIONAL E HIDROLÓGICO DE UNA PRESA DERIVADORA Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DETECTADOS. CASO: PRESA DERIVADORA “AGUA HEDIONDA” CUAUTLA, MORELOS M. G. Estrada-Chávez, J. M. Ramírez-Cuevas, E. G. Carrillo-González y R. A. Briseño Ramiro	298
IC-03	INSPECCIÓN DE ZONAS DE PELIGRO POR INUNDABILIDAD CON HEC-RAS 4.0.1 PARA LA PRESA ÁLVARO OBREGÓN, SAN LUIS POTOSÍ” D.A. Portillo-Rodríguez, C. Bustos-Mejía, J.M. Ramírez-Cuevas, R.A. Briseño-Ramiro	306
IC-04	ESTUDIO EXPERIMENTAL DE ROMPEOLAS SUPERFICIALES PERMEABLES CON AMPLIACIÓN DE BERMA, UNA SOLUCIÓN A VIEJOS Y DAÑADOS ROMPEOLAS CONVENCIONALES J. Miguel Ramírez-Cuevas, J. Roberto Ruiz Y Zurvia-Flores, L. Fragoso-Sandoval	314
IC-05	CONSTRUCCION DE CURVAS INTENSIDAD – DURACION - FRECUENCIA A PARTIR DE LLUVIAS MÁXIMAS EN 24 HORAS MEDIANTE MODELACION N. Guzmán-Bedoya y M. X. Guzmán-Rojo	322
IC-06	ANÁLISIS BIDIMENSIONAL DE LAS ÁREAS DE INUNDACION POR DESBORDAMIENTO DE CAUCE MEDIANTE LOS PROGRAMAS FLO-2D Y ArcGIS M. Carranco Bonilla, O. de J. Llaguno Guilberto, J. M. Rodríguez Varela, E. G. Carrillo González y J. M. Ramírez Cuevas	328
IEM-00 SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS Y ENERGÍA		
IEM-01	CIRCUITO DIGITAL: UNA PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA L. Santaolalla-Ocampo, A.C. Campos-Hernández, R. M. Urzúa- Rangel, C. G. Bustillos- Gaytán, S. Martínez -Moreno.	335
IEM-02	REEMPLAZO DE EQUIPO DE BOMBEO EN PEMEX TAD N. Rodríguez-Bucio, P.F. Pérez-Cabrera, V.P. Hernández-Pastrana, C.A. Onofre-Román, E. Ibarra-Castelán	344
IEM-03	ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA DISTRIBUCIÓN DE CARGAS FOTOVOLTAICAS PARA UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	351

SOLAR

J.E. Jasso-Almazán, L. S. Jiménez-Ávila, Y.R. Galindo-Luna, R.J. Romero-Domínguez, M.A. Basurto y M. Montiel-González

IEM-04	SISTEMA ELECTRÓNICO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA UNA PLANTA DE COLECTORES CILINDRO-PARABÓLICOS	359
	J. A. García-Ramos, M. Montiel-González, Y.R. Galindo-Luna y R.J. Romero	
IEM-05	CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN PARA LA MEZCLA NaOH-H₂O EN CICLOS DE ABSORCIÓN	366
	A. M. Flores, Y. R. Galindo Luna y R.J. Romero	
IEM-06	UN PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN HIL MICROCONTROLADA DE SISTEMAS LTI SISO EN LABORATORIOS DE SISTEMAS DE CONTROL	372
	A. C. Pérez-Flores, A. M. Salgado-Delgado y A. Olarte-Paredes	
IEM-07	DESARROLLO DE UN CONTROL DE VELOCIDAD BASADO EN UN PID DIGITAL PARA UN MOTOR DE INDUCCIÓN MONOFÁSICO UTILIZANDO UN RASPDUINO	380
	E. Rico-León, S. Espinoza-Salgado, W. N Hernández-Díaz, B. A. Aranda-Benítez, Z. Vargas-Galarza	
IEM-08	DISEÑO MECÁNICO Y CONTROL DE UN PROTOTIPO PARA UN SEGUIDOR SOLAR CON DOS GRADOS DE LIBERTAD	386
	A. J. Martínez-Mata, M. Barrera-Marcelino, A. Olarte-Paredes, E. Salinas-Hernández, J. M. Chagolla-Gaona, J. E. Ruiz Ramírez, M. R Patiño-Cayetano	
IEM-09	ANÁLISIS PRELIMINAR DE EMISIONES DE CO₂ eq DE UN AIRE ACONDICIONADO POR ABSORCIÓN SOLAR EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	393
	K. Solano-Olivares, R. J. Romero, I. Herrera-Orozco, Y. R. Galindo-Luna, A. Rodríguez-Martínez y J. A. Domínguez-Patiño	

IIN-00	MEJORA DE PROCESOS Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD	
IIN-01	ACIERTOS Y DESACIERTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	400
	F. Ramos-Landa, V. A. Monreal-Domínguez, S. Castrejón-Pérez, F. Juárez-Herrera.	
IIN-02	MEJORA EN LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS, EN LA CARRERA DE CONTADOR PÚBLICO	406
	A. Dionicio Abraján, S. Arizmendi León, J. M. Valle Morales y B. L. Orduña Tenorio	
IIN-03	USO DE RESIDUOS AGRO INDUSTRIALES EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES VIBRO-COMPRESOS PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	413
	F. D. A. Evaristo-Alvarado, H. Alonso-Jiménez, E. García-Hernández, E. G. Carrillo-González y C. Barreto-Cabrera	
IIN-04	PROPUESTA DE MODELO PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD EN ALMACENES DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS	420
	A. Zarate-Sánchez, C. Barreto-Cabrera, O. Román-Rosales, H. Alonso-Jiménez y E. García-Hernández	
IIN-05	MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DEL REDISEÑO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO	429
	A. García-Torres, M. G. Gutiérrez-Cortés, M.C. Chacón-Olivares, O. Pérez-Salas, A. Aldaco-Quijas	
IIN-06	IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 S EN EL PROGRAMA DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN Y APOYO EN EL ÁREA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	436
	A. A. Vicente-Armenta, L. García-Muchacho, J. C. Kido-Miranda, V. P. Hernández-Pastrana, N. Rodríguez-Bucio, P. F. Perez-Cabrera y J. S. Villalba-Cervantes	

IIN-07	MEJORA CONTINUA MEDIANTE MANUFACTURA ESBELTA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	445
	M. I. Domínguez-Recinos, R. C. Cárdenas-Valdez, A. Olarte-Paredes, M. A. Hernández-Madujano.	
CB-00	ESTRATEGIAS DOCENTES PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS BÁSICAS	
CB-01	GEOGEBRA EN UNA SITUACION DIDÁCTICA AL DISEÑAR ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	454
	C. R. Moncada Andino, D. Ochoa Vásquez, E. López Durán y N.R. Gómez Rivera	
CB-02	UNA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA PARA MEJORAR LAS HABILIDADES BÁSICAS DE LOS ESTUDIANTES DE 1ER SEMESTRE	461
	A. C. Campos-Hernández, L. Santa Olalla-Ocampo, C. G. Bustillos-Gaytán, S. Martínez-Moreno	
CB-03	CAPA DE SEGURIDAD A TRAVÉS DE WEB SERVICES PARA ACCESO A BASES DE DATOS	468
	M. G. Elías-Guzmán, L.A Gama-Moreno, V. Plazola-Soltero, C. Murguía-Vadillo y C. Martínez-Rodríguez	
ADM-00	ADMINISTRACIÓN Y LEGISLACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES	
ADM-01	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO POR GIRO EMPRENDEDOR DE LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE GUERRERO.	476
	R. Marchán-Lázaro, M. A. Bárcenas-Nava, E. Trujillo-Beltrán, y R. García-Martínez	
ADM-02	ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS SOCIEDADES MERCANTILES UNIPERSONALES Y SU APLICACIÓN EN MÉXICO	483
	M. A. Bárcenas-Nava, F. Manuel-Regino, R. Marchán-Lázaro, E. Beltrán-Trujillo, R. García-Martínez	
ADM-03	MAPA ESTRATÉGICO DE DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CIIE-ITI	487
	E. Trujillo-Beltrán, R. Marchán-Lázaro, Ma. Bárcenas-Nava, R. García-Martínez y F. Manuel-Regino	
ADM-04	CÓMO MEJORAR EL POSICIONAMIENTO DE UNA INSTITUCIÓN DE NIVEL SUPERIOR EN SU ÁREA DE INFLUENCIA	493
	R. Marchán-Lázaro, M. A. Bárcenas-Nava, E. Trujillo-Beltrán, y R. García-Martínez	
ADM-05	INCONSTITUCIONALIDAD DEL SALARIO MÍNIMO	499
	M. A. Bárcenas Nava, E. Trujillo Beltrán, C. A. Díaz Lara, M. Manuel Morales y F. Manuel Regino	

MODELO DE FORMACIÓN CONTINUA MEDIANTE EL ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE MOODLE, PARA LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO PRÁCTICO UNIVERSIDAD DE OTAVALO, ECUADOR

P. Baldeón Egas¹ y F. Becerra Lois²

¹ *Universidad de Otavalo, Ave Los Sarances y Pendoneros, Otavalo, provincia Imbabura, Ecuador - pbaldeon@uotavalo.edu.ec;* ² *Universidad de Otavalo, Av. Los Sarances y Pendoneros, Otavalo, provincia Imbabura, Ecuador, - fbecerra@uotavalo.edu.ec*

Área de participación: Mejora de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad.

Resumen: El contenido de la educación superior está sometida a importantes transformaciones. La introducción de las nuevas tecnologías de la información en el ambiente académico y la progresiva competencia en la actividad investigadora, influenciado por el proceso globalizador del conocimiento, ha provocado que la educación superior tenga la necesidad de implantar técnicas importadas del mundo de la gestión empresarial, para aumentar la competitividad de sus instituciones. Con el uso de estas técnicas, se intenta que las universidades se “perfeccionen en sus procesos sustantivos” y “sean más competitivas”.

La plataforma tecnológica de software libre más utilizada a nivel mundial es el Moodle, el cual forma parte de la familia de los Sistemas de Gestión del Aprendizaje LMS (Learning Management System). Moodle es una herramienta que pertenece también a la web 2.0, en el que su principal objetivo es el permitir a las instituciones de educación la creación de sus propios sitios web privados, llenos de cursos dinámicos que extienden el aprendizaje, en cualquier momento, y en cualquier lugar.

En este contexto las Instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan el gran desafío tecnológico en el proceso de aprendizaje, en el cual mediante el Moodle se ha encontrado un espacio de fundamentación pedagógica, mediante la filosofía del constructivismo y el construccionismo. Moodle origina un proceso centrado en el estudiante, en el que el docente ya no es única fuente de conocimiento, permitiendo un aprendizaje colaborativo y eficaz a través de la construcción de significados compartidos.

Introducción.

La Universidad de Otavalo es una institución acreditada que forma parte del Sistema de Educación Superior del Ecuador, y que a partir del año 2009 ha venido trabajando con la inserción de la tecnología como un pilar fundamental en el proceso de aprendizaje. Uno de los procesos con más éxito ha sido la instalación y configuración del Moodle, ya que es un LMS de software libre que posee características generales estándares, que cubren las necesidades tanto del docente, estudiantes y/o administradores.

La palabra Moodle originalmente es un acrónimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular). (Entornos educativos, 2014; Moodle.org, 2015).

Actualmente Moodle es la plataforma LMS más utilizada en el mundo, ya que posee aproximadamente 94 millones de usuarios distribuidos en 72 mil 410 sitios activos, habilitado en 231 países, y traducido en 75 idiomas. Moodle posee características generales estándar, administrativas, de desarrollo y gestión de cursos.

Uno de los retos de la inserción de la plataforma Moodle en el proceso de aprendizaje, es el cambio paradigmático en el rol del docente y estudiante, es un cambio de métodos a la nueva forma de enseñar con un triángulo interrelacionado entre docente, estudiante y la tecnología como herramienta colaborativa.

Fundamento Teórico.

Las instituciones de educación superior están frente al desafío de como incorporar las nuevas tecnologías en su gestión y en el proceso de aprendizaje, en tanto hoy crecientemente hay una relación directa entre la calidad y la tecnología, que requieren nuevas políticas públicas y nuevas visiones sobre la enseñanza.

Para entender el nuevo proceso de aprendizaje en la actualidad, es importante definir el nuevo rol del docente, en el cual se maneja mediante la triangularidad de doble sentido entre, el docente, el estudiante y la tecnología. El fin del proceso de aprendizaje es el conocimiento de la ciencia o contenido, el cual no cambiará por ningún motivo. La tecnología no es más que herramientas colaborativas que ayudan al proceso de aprendizaje.

Al hablar del proceso de aprendizaje en la actualidad, están inmersos los tan nombrados EVA`s, los cuales son un espacio de aprendizaje virtual que facilita la comunicación, interacción y colaboración entre estudiantes y docentes, además esta plataforma permite compartir recursos educativos y realizar actividades académicas en línea.

De acuerdo a Elearningmagazine, (2012) como un claro ejemplo de sudamérica, es que el 82% de las universidades acreditadas de Colombia usan Moodle, como herramienta tecnológica para el proceso de aprendizaje, con administración específica por roles para docentes y estudiantes.

La Universidad de Otavalo de Ecuador, de acuerdo con su política tecnológica educativa, se planteó la integración de una plataforma virtual de aprendizaje con la educación, la cual se desarrolló a partir del año 2010 mediante la plataforma Moodle. Este proceso se inició con el cambio paradigmático sobre todo en los docentes, ya que los estudiantes viven en un mundo actual tecnológico.

A partir del año 2011, la Universidad inicia con una de las funcionalidades del Moodle diseñada para apoyar la educación en su modalidad presencial, siendo un primer instante un proceso complicado por la mentalidad de ciertos docentes.

Con la implementación de la presente investigación, las IES contarán con un modelo de formación continua mediante las funcionalidades y usabilidad del entorno virtual de aprendizaje Moodle, para las Instituciones de Educación Superior, científicamente fundamentado en todos sus procesos.

Desde su fundación el objetivo principal es el de conseguir el mejoramiento de la calidad humana e intelectual de los estudiantes universitarios, haciendo hincapié en la excelencia del proceso de su formación académica, con el aporte tecnológico.

De este análisis se deduce que los principales beneficiarios son las IES, ya que mediante el empleo y administración del modelo propuesto, Moodle se convierte en una herramienta útil para la gestión tanto en la parte académica, en la educación continua, y en el desarrollo y aplicación de proyectos de investigación y vinculación con la sociedad.

Los docentes, estudiantes, coordinadores de educación continua en general, son también beneficiarios directos, ya que ellos mediante el Moodle poseen cursos desarrollados mediante una organización metodológica como es PACIE, que ayuda con una estructura de cursos apropiada para el proceso de aprendizaje.

Organización Metodológica

La investigación se fundamenta en el paradigma cualitativo y cuantitativo y dentro de éste básicamente en la investigación acción. Soluciona una problemática puntual que permite científicamente cubrir un problema expuesto en los antecedentes. Por tal razón, los métodos, técnicas e instrumentos que proporciona la metodología de la investigación científica, serán de vital importancia y trascendencia en el desarrollo del proyecto del modelo de formación continua mediante el uso del entorno virtual de aprendizaje Moodle, para las instituciones de educación superior. Caso práctico Universidad de Otavalo, Ecuador.

El modelo metodológico a seguir se estructura de la siguiente forma:

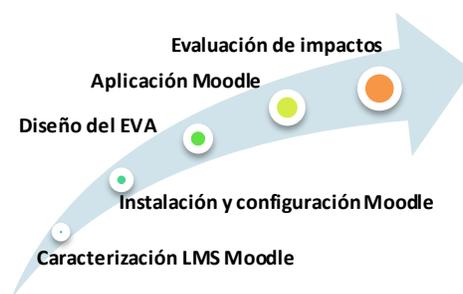


Figura 1.- Modelo de educación continua a través del Moodle

Fuente: Elaboración propia

1. Caracterización LMS Moodle.

Se realiza una revisión de 360 grados de soluciones de software LMS, tanto privativo, libre o gratuito, en los cuales se analiza minuciosamente los tres parámetros principales que contribuyan al enfoque y visión de la institución, los cuales son: número de clientes, número de usuarios, y puntuación en las redes sociales.

Según (Hugo, 2012) dentro de esta primera etapa se debe tomar en cuenta las características básicas para seleccionar un LMS, que son: Interactividad, ubicuidad, flexibilidad, funcionalidad, usabilidad, estandarización, y escalabilidad.

2. Instalación y configuración Moodle

Una vez seleccionado el LMS Moodle como plataforma EVA, se procede a la instalación y configuración del mismo. Los aspectos que se toma en cuenta es la planeación, verificar los requisitos, configuración del servidor, descarga de Moodle, creación de la base de datos y del directorio de datos (moodledata), instalación del código de Moodle y configuración de características, y creación de cursos.

3. Diseño del EVA

Una vez que ya se ha procedido con la instalación y configuración del Moodle, se procede con el diseño del EVA, el cuál es la estructura como se distribuye los diferentes menús, y esencialmente en cada curso mediante la metodología PACIE, que permite el uso de las TIC como un apoyo a los procesos de aprendizaje.

De acuerdo a (Camacho, 2008), con PACIE ya no sólo se informa, se expone y se enseña, sino que, se crea, se educa, se guía y se comparte.

Normalmente en la UO se establecen los cursos con 5 bloques: el bloque cero, en el cual es informativo, se incluye el nombre del curso, una imagen referente al curso, el nombre del docente, el sílabo de la asignatura, el cronograma de componentes y un foro de novedades (opcional); los bloques 1 al 3 donde van las unidades académicas de acuerdo al sílabo; y finalmente el bloque denominado de cierre o tiempo libre.

4. Aplicación Moodle

Dentro de este apartado se trata de dos características muy importantes de la aplicación del Moodle, que se basa en las diferentes **funcionalidades** que tiene el Moodle como EVA, y la **usabilidad** en la cual los estudiantes o usuarios pueden utilizar las diferentes funciones de forma rápida y fácil.

Las diferentes funcionalidades del Moodle como EVA, que la Universidad de Otavalo posee es en la academia (b-learning), Escuela de Conducción (e-learning), Unidad de Titulación (b-learning), y Sistema iconográfico (e-learning).

En el ámbito de la **Academia**, es un aporte al proceso de aprendizaje mediante la modalidad b-learning¹, en la cual están inmersos los docentes, estudiantes y el apoyo de las TIC, y es mediante una formación combinada entre lo presencial y lo on-line.

La Universidad de Otavalo cuenta con la **Escuela de Conducción**, en la cual se forma conductores profesionales, y posee la aprobación mediante resolución de la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador. De esta manera en la escuela se

¹ b-learning.- Formación combinada, del inglés blended learning.

posee un proceso de convalidación de conocimientos para la licencia tipo E, donde los estudiantes que se matriculan pueden rendir 9 exámenes para obtener la licencia de conducir siguiendo solamente la mitad del periodo de tiempo y costo. Es un proceso de formación e-learning², en la cual se desarrolla de forma on-line, y de esta manera se obtiene los resultados de las evaluaciones automáticamente.

Por normativa del CES, la universidad creó en el año 2015 la **Unidad de Titulación Especial**, la cual tiene como objetivo de apoyar a estudiantes que aún no han podido graduarse, luego de haber aprobado las materias de la carrera. La modalidad de aprendizaje es b-learning, la cual es un proceso combinado entre lo presencial y lo on-line.

Finalmente, otra funcionalidad del EVA Moodle, es a través de un **curso iconográfico** mediante la inserción de un **Sistema interactivo en línea para el aprendizaje del idioma Kichwa**, el cual fue desarrollado con el apoyo de las plataformas tecnológicas Exelearning y Educaplay. El sistema pertenece a la carrera de Informática, y está basado en un proyecto de vinculación con la sociedad del año 2015. La inserción de este sistema al EVA es mediante paquetes SCORM, y la modalidad de aprendizaje es e-learning, ya que los estudiantes de las unidades Educativas Bilingües del distrito 10D02, acceden al curso mediante un usuario y contraseña desde cualquier parte del mundo, y en cualquier momento mediante el internet.

5. Evaluación de impactos

Para la evaluación de impactos están involucrados los beneficiarios directos e indirectos del EVA Moodle de la Universidad de Otavalo, Agencia Nacional de Tránsito y Unidades Educativas Bilingües del distrito educativo 10D02 de los cantones Antonio Ante y Otavalo, donde se analizan los aspectos positivos de acuerdo al impacto sociocultural, tecnológico y educativo.

De la misma manera, es importante analizar el porcentaje de cumplimiento de cada tipo de funcionalidad del EVA Moodle, para finalmente mediante algún tipo de mecanismo, tomar decisiones de los resultados obtenidos.

Se debe también analizar el nivel de satisfacción obtenido en la institución que forma parte el proyecto del sistema de Kichwa, que se desarrolló sobre todo en el año 2015.

Resultados y Discusión.

Gracias al modelo de formación continua mediante las funcionalidades y usabilidad del Entorno Virtual de Aprendizaje Moodle implementado en la Universidad de Otavalo, se logró obtener resultados positivos en el cumplimiento y satisfacción de usuarios. El puntal primordial de éxito es las múltiples funcionalidades del EVA Moodle, y sobre todo la usabilidad del mismo, que ha

² e-learning.- Formación 100% on-line, del inglés electronic Learning

dado frutos al trabajo fundamentado tanto estructuralmente, metodológicamente y tecnológicamente.

Academia

El EVA mediante la funcionalidad en la parte **Académica**, como apoyo al proceso de aprendizaje de los estudiantes de las 7 carreras que dispone la Universidad de Otavalo, se ha obtenido resultados crecientes desde su implementación en el año 2010.

Para el proceso de obtención de resultados, la evaluación del buen uso del EVA en forma general se analiza que el docente posea: por lo menos hasta la primera parcial 5 recursos, en los cuales uno de ellos es obligatorio desde el inicio del semestre que es el sílabo conjuntamente con el cronograma de componentes de cada asignatura, y por lo menos 5 actividades. De esta manera se aumenta 5 recursos y 5 actividades para la segunda parcial, y de igual manera para la tercera parcial.

Se evidenció que el porcentaje de incremento del cumplimiento del estándar del uso del EVA en los 5 años desde su implementación fue del 232,14%, incrementando del 28% al 65% hasta el año 2014. Del año 2015 al 2016, se han obtenido resultados positivos en los cuales se han incrementado al 73% al primer período académico oct 2016 – feb 2017.

Finalmente, en la Figura No. 2 se evidencia hasta el mes de octubre del 2016, el incremento en el porcentaje de cumplimiento del estándar de uso del EVA a un 73%.

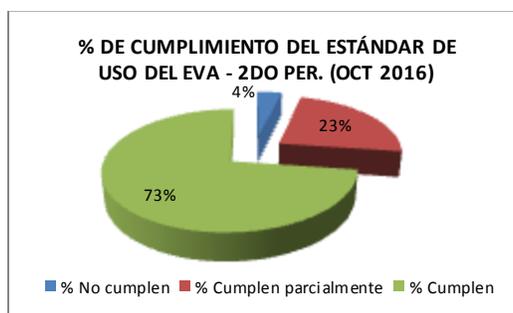


Figura 2.- % de cumplimiento del estándar de uso del EVA - 2do período (octubre 2016)
Fuente: Elaboración propia

Escuela de Conducción - Evaluación

De acuerdo de esta funcionalidad del EVA, se ha obtenido mediante el reporte de calificaciones, la matriz de notas de los estudiantes que han aprobado y los que re-probaron. Estos archivos que se generan desde Moodle, se envía directamente a la Agencia Nacional de Tránsito que es la institución gubernamental rectora de las Escuelas de Conducción.

De esta manera el proceso que se realiza en el EVA sobre la Escuela de Conducción, tiene el éxito en su proceso de evaluación y resultados.

Unidad de Titulación Especial

Mediante esta funcionalidad en el EVA, ha generado resultados positivos en los cuales se ha evidenciado en la rendición de los exámenes complejo, ya que se obtuvo el 95% de estudiantes que aprobaron, gracias al apoyo en el proceso de aprendizaje b-learning que se desarrolló.

Sistema de Kichwa

Con la aplicación en la Unidad Educativa Bilingüe Dr. Miguel Egas Cabezas del Sistema Multimedia para el Aprendizaje del Idioma Kichwa, implementado en la plataforma Moodle de la universidad de Otavalo, se obtuvo los resultados cualitativos y cuantitativos. En cualitativos se posee la certificación de satisfacción de calidad de sistema de parte de la unidad educativa, y los resultados cuantitativos mediante la pertinencia y eficiencia.

Conclusiones.

En la actualidad, el desarrollo y utilización de un curso en un EVA, utilizado para el proceso de aprendizaje no es suficiente, ya que se necesita un diseño mediante la metodología PACIE, en la cual está sustentada científicamente para el perfecto desenvolvimiento del estudiante y del docente, a través de recursos y actividades colaborativas de la web 2.0, divididos en bloques.

Un pilar fundamental en las IES es la usabilidad y funcionalidad del Moodle, ya que es una plataforma de apoyo para el desarrollo tanto en la parte netamente académica, en cursos de educación continua, y de proyectos de investigación y vinculación con la sociedad.

En la actualidad, la forma más adecuada para el mejor desenvolvimiento de las IES, traducido en la obtención de resultados de excelencia, es la capacidad de gestión, a través de la tecnología que apoya al cumplimiento de sus objetivos y metas de una manera eficaz y eficiente.

Agradecimientos.

Agradecemos al Instituto Tecnológico de Zacatepec, la posibilidad de compartir la experiencia en la implementación de la plataforma Moodle de la Universidad de Otavalo.

Referencias.

1. Cabrero, J. (2012). Nuevas Tecnologías, Comunicación y Educación. Universidad de Sevilla, 10.
2. Camacho, P. (17 de Octubre de 2008). Aparición de P.A.C.I.E. Obtenido de <http://www.fatla.org/peter/pacie/correcto/doc/pacie.pdf>

3. CES. (4 de Mayo de 2016). Reglamento de Régimen Académico. Obtenido de http://www.ces.gob.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=categor&y&id=12&Itemid=496
4. Elearningmagazine. (24 de Noviembre de 2012). 82% de las universidades acreditadas usan Moodle. Obtenido de <http://elearningmagazine.co/2012/11/24/el-82-de-las-universidades-acreditadas-usan-moodle/?lang=es>
5. Entornos educativos. (2014). ¿Qué es Moodle? Obtenido de <http://www.entornos.com.ar/moodle>
6. Hugo, G. (20 de Octubre de 2012). Características básicas para seleccionar un LMS. Obtenido de <http://image.slidesharecdn.com/funcindeunlms-121021115838-phpapp01/95/funcin-de-un-lms-5-638.jpg?cb=1350820818>
7. Miranda, R. E. (20 de Abril de 2011). www.slideshare.net. Obtenido de <http://www.slideshare.net/hellen333/planeacin-estrategica-en-la-educacin-superior>
8. Moodle.org. (2015). ¿Quién usa Moodle? Obtenido de <https://docs.moodle.org/all/es/Uso>
9. Moodle.org. (10 de Octubre de 2016). Acerca de Moodle. Obtenido de https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle

LA PERTINENCIA DEL COMERCIO EXTERIOR, EN LA TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA ECUATORIANA, DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

M. F. Coronel-Pinduisaca¹, A.E. Estévez-Dávila ²

¹Ingeniera en Comercio Internacional Escuela de Negocios y Comercio Internacional Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra- mfcoronel@pucesi.edu.ec ² Ingeniera en Comercio Exterior y Finanzas Liceo Aduanero- alejandra_esteffy@hotmail.com

Área de participación: Administración y legislación en las organizaciones

Resumen: Las actividades de comercio exterior constituyen uno de los pilares estratégicos del desarrollo económico ecuatoriano, por lo que es fundamental determinar su pertinencia en el ámbito educativo-comercial, al buscar contribuir socialmente a la profesionalización de los estudiantes, con una sólida formación técnica y disciplinar especializada, que genere conocimiento que vinculen la teoría con la práctica, para el intercambio económico de productos (bienes y servicios) a nivel internacional. El Estado ecuatoriano indica que debe existir una correlación entre la oferta académica por parte de las instituciones de educación superior, vinculante con las necesidades, políticas y objetivos estatales así como empresariales. La investigación se centra en estudiar la pertinencia sobre la continuidad de ofertar la carrera de comercio exterior, en la provincia ecuatoriana de Imbabura, bajo los preceptos de la nueva visión que debe tener ésta carrera, en estrecha concordancia con las directrices de los organismos rectores de educación superior, para lograr cumplir con las tendencias del sistema universitario y a la vez, adaptarse a los actuales paradigmas que rigen el comercio exterior, y así lograr un rediseño curricular pertinente a los cambios locales y globales al que la educación superior debe adaptarse. El análisis se enfoca al estudio de criterios como; Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir, Agenda de Transformación Productiva, Ley de Educación Superior ecuatoriana, entornos empresariales, así como seguimiento a graduados.

Introducción.

Para (Larrea de Granados, 2014) existen, “Currículos descontextualizados y de escasa pertinencia, desvinculados de las necesidades de actores y sectores de desarrollo y del Plan Nacional para el Buen Vivir relacionados con los ámbitos productivos, sociales, culturales y ambientales”. Al ser la estrategia del Estado ecuatoriano, el cambio de la estructura de la matriz productiva a través de la sustitución de importaciones, la diversificación de la producción así como el valor agregado nacional, es primordial la formación de profesionales con un perfil y competencias que le permitan difundir el “*Know how*” (saber cómo), de tal manera que se pueda lograr este cambio mediante la transferencia de conocimientos, investigación y vinculación, en la que participen docentes, empresa pública y privada, así como estudiantes, de tal forma que justifique la existencia de la carrera de comercio exterior, en directa empatía con los objetivos establecidos en la agenda de transformación productiva ecuatoriana (ATP) y los objetivos del plan nacional del buen vivir (PNBV).

El nuevo concepto de la pertinencia se alinea con una perspectiva de educación superior, cuyos horizontes se articulan al conocimiento inter y trans-disciplinar, con

dinámicas de investigación diseñadas, realizadas y evaluadas en los propios contextos de aplicación (Gibbons, 2006) , coherentes y consistentes con las necesidades de los núcleos de potenciación del Buen Vivir y las agendas estratégicas de los sectores productivos, sociales y culturales, con procesos de formación profesional centrados en la producción del saber flexible, integrador y permeable a los entornos.

Fundamento Teórico.

Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir

EL Buen Vivir es un principio constitucional del estado ecuatoriano basado en la palabra Kichwa 'Sumak Kawsay', que recoge una visión del mundo centrada en el ser humano, como parte del entorno social y natural. El plan nacional del Buen Vivir plantea, 12 objetivos, para el análisis de la pertinencia del comercio exterior como carrera de grado en la provincia de Imbabura se estudiarán los siguientes objetivos y su respectiva política: i) Objetivo 4: Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía, Política 4.6: Promover la interacción recíproca entre la educación, el sector productivo y la investigación científica y tecnológica, para la transformación de la matriz productiva y la satisfacción de necesidades, ii) Objetivo 10: Impulsar la transformación de la matriz productiva. Política 10.6: Potenciar procesos comerciales diversificados y sostenibles en el marco de la transformación productiva. Política 10.9: Impulsar las condiciones de competitividad y productividad sistémica necesarias para viabilizar la transformación de la matriz productiva y la consolidación de estructuras más equitativas de generación y distribución de la riqueza, iii) Objetivo 12: Garantizar la soberanía y la paz, profundizar la inserción estratégica en el mundo y la integración latinoamericana. Política 12.3: Profundizar una política comercial estratégica y soberana, articulada al desarrollo económico y social del país.

Agenda de Transformación Productiva ecuatoriana (ATP)

El Estado ecuatoriano dentro de la ATP, describe los programas emblemáticos para el desarrollo productivo ecuatoriano, cada programa se lo analiza como un *Eje*, se indican los relacionados con el estudio de pertinencia de la carrera de comercio exterior en la provincia de Imbabura: i) Eje 2: matriz productiva, generar planes integrales territoriales de mejora competitiva para los sectores priorizados, con el objetivo de fomentar la sustitución estrategia de importaciones y el fomento de las exportaciones, ii) Eje 4: servicios de desarrollo empresarial y financiamiento, implementar programas de mejoramiento en gestión empresarial y en los procesos de producción para el incremento en la productividad de las MIPYMES.

Matriz Productiva

Para la (SENPLADES, 2010), la matriz productiva se define como la forma en la que se organiza la sociedad para producir determinados bienes y servicios. Los ejes son : i) Eje 3. Sustitución selectiva de importaciones con bienes y servicios

que ya producimos actualmente y que seríamos capaces de sustituir en el corto plazo, ii) Eje 4. Fomento a las exportaciones de productos nuevos, provenientes de actores nuevos -particularmente de la economía popular y solidaria-, o que incluyan mayor valor agregado -alimentos frescos y procesados, confecciones y calzado, turismo.

Ley de educación superior ecuatoriana.

El artículo 107 de la ley orgánica de educación superior ecuatoriana indica que el principio de pertinencia consiste en que la educación superior responda a las expectativas y necesidades de la sociedad, a la planificación nacional, y al régimen de desarrollo, a la prospectiva de desarrollo científico, humanístico y tecnológico mundial, y a la diversidad cultural (CONSTITUCIÓN, ASAMBLEA NACIONAL, 2008)

Resultados y Discusión.

La investigación se presenta en tres componentes: i) La pertinencia del comercio exterior en relación a los planes gubernamentales del Estado ecuatoriano en el que se articula la carrera ofertada con; los objetivos nacionales del Buen Vivir, la agenda de transformación productiva, los ejes de la SENPLADES, ii) La pertinencia del comercio exterior en relación al sector empresarial de Imbabura, y iii) La pertinencia del comercio exterior desde la visión de los graduados de esta carrera. La investigación se centra en las ofertas de la Universidad de Otavalo, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra y las empresas de Imbabura.

Resultados de pertinencia en relación con los planes del Gobierno Central

La carrera de Comercio Exterior, se alinea a lo establecido por SENPLADES, específicamente en los ejes número tres y cuatro, señaladas: i) (Eje número 3): La sustitución selectiva de importaciones, es un proceso que requiere la utilización de estrategias de investigación, que determinen las industrias que estarían en capacidad de abastecer el mercado nacional con productos que replacen los importados, tales resultados pueden desencadenar en propuestas de nuevas industrias o mejora de la producción ya existente y diversificación. Al centrarse este eje en operaciones de comercio exterior es imperante que la vinculación de la academia apoye con docentes investigadores y profesionales en formación en la delimitación de estas sustituciones sin que aquello afecte las relaciones comerciales con los socios comerciales, ii) (Eje número 4): Fomento a las exportaciones de productos nuevos, provenientes de actores de la economía popular y solidaria. Una de las grandes debilidades del Estado ecuatoriano ha sido la escasa atención a sectores vulnerables dentro del área productiva, al concebirse la idea que las actividades de intercambio comercial eran propias de grandes empresas con elevados niveles de inversión, no se prestó atención a grupos asociativos que se basan en principios como la solidaridad, cooperación y reciprocidad. Los limitados recursos de personal preparado en el área de comercio exterior en los estamentos estatales, alerta sobre la necesidad de formar profesional que vinculen sus procesos de aprendizaje en los sectores que cuentan

con la capacidad productiva y organizativa de incursionar en mercados internacionales. El planteamiento de líneas de investigación y vinculación en las instituciones de educación superior pueden diseñarse en base a este desafío de inclusión popular y solidaria. Previo análisis de los objetivos, políticas y lineamientos del plan nacional del Buen Vivir 2013 - 2017, se establece las bases sobre las cuales, la academia puede contribuir desde el currículo. A continuación se detallan las políticas del PNBV pertinentes a la carrera y se plantea, como a través del desarrollo del conocimiento, las metodologías pedagógicas y los procesos cognitivos la carrera aportará a la obtención de un cambio de la matriz productiva:

La política 10.5 del PNBV busca *“Fortalecer la economía popular y solidaria (EPS), las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) en la estructura productiva”*, el aporte de la carrera busca que los profesionales en formación, diseñen circuitos de comercialización que mejore la competitividad y reduzca la intermediación en los mercados, con los conocimientos adquiridos durante la carrera, a través de metodologías como: i) Aprendizaje colaborativo, ii) Aprendizaje basado en solución de problemas, iii) Desarrollo del pensamiento y iii) Aprendizaje por proyectos.

Con la política 10.6 del PNBV, el Estado ecuatoriano impulsa *“Potenciar procesos comerciales diversificados y sostenibles en el marco de la transformación productiva”*. La provincia de Imbabura se caracteriza, por actividades comerciales y productivas, en los que el aporte de una carrera profesionalizante en el área del comercio, permitiría investigar potencialidades productivas en la búsqueda y diversificación de mercados, al utilizar fortalezas como el comercio electrónico, inclusión de las Mipymes y de la economía popular y solidaria (EPS), durante la comercialización que busque generar una oferta exportable, manejo y comprensión de las medidas comerciales relativa a procesos de importación aplicables al sector comercial y productivo de artesanos, comerciantes, e industriales, Aprovechar los procesos de negociación de acuerdos comerciales para mejorar la oferta productiva de las áreas de influencia de la carrera. En este contexto las técnicas deben enfocarse hacia: i) Observación, ii) Planteamiento de hipótesis, iii) Estudio de hechos o fenómenos, iv) Experimentación, v) Planteamiento de soluciones, y vi) Diálogo mediante preguntas.

La política 10.9 del PNBV pretende *“Impulsar las condiciones de competitividad y productividad sistémica necesarias para viabilizar la transformación de la matriz productiva y la consolidación de estructuras más equitativas de generación y distribución de la riqueza”*, el alcance profesional de la carrera de comercio plantea fortalecer la comercialización, garantizando la sostenibilidad e inclusión de los sectores vulnerables, mediante el desarrollo de emprendimientos y generación de espacios que permitan aprovechar oportunidades comerciales como las otorgadas por las zonas especiales de desarrollo económico.

Resultados de pertinencia del comercio exterior en relación al sector empresarial de Imbabura.

La población de la provincia de Imbabura, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010 fue de 398.244 habitantes, representando al género femenino el 51,40% y el restante 48,60% al género masculino, la población se concentra en edades jóvenes de 29 años, la tasa de asistencia neta a educación superior es del 23.2% en el año 2010, lo que representa un aumento del 10.90% desde el 2001. Con el propósito de estimar los requerimientos del sector empresarial de la provincia se obtuvo una muestra de 368 empresas de la base de datos del Servicio de Rentas Internas de Imbabura.

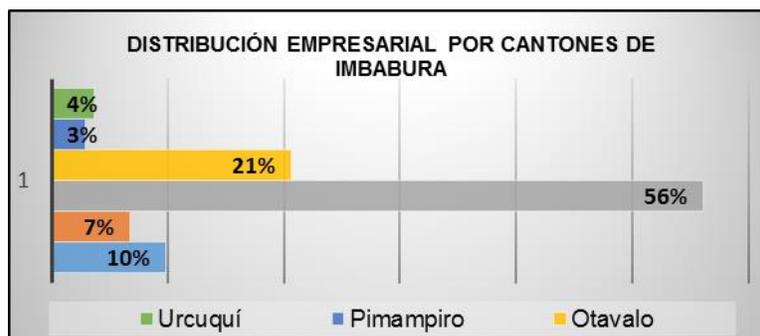


Figura 1.

Fuente: Servicio de Rentas Internas, Año: 2015

La mayor concentración de empresas se encuentran en los cantones de Ibarra con un 56% y Otavalo con un 21%, aquí se encuentran dos universidades que ofertan ésta carrera, por un lado la Universidad de Otavalo y la Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra, ambas particulares. Actividades como comercialización, turismo y elaboración de alimentos congelados-procesados, son las actividades con mayor desarrollo, a nivel local, sobre esta base se visualiza al comercio exterior como el punto de encadenamiento para el impulso de las áreas productivas con el aval de los lineamientos estatales y a nivel de servicios (turismo).



Figura 2.

Elaborado por: Equipo investigador PUCE-SI. Año: 2015

La tendencia sobre la visión de negocio percibida por los empresarios, refleja una perspectiva de crecimiento superior a la de una posible reducción del posicionamiento de los negocios en el entorno provincial, el hecho de aseverar tal crecimiento da la pauta para inferir como se indicó previamente el aporte del campo amplio de la administración, con la carrera de comercio exterior que puede impulsar la consecución de los objetivos empresariales, a través de la implementación de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes, mediante la práctica de los contenidos de aprendizaje en entornos de negocio reales, factor que contribuye a reducir la brecha de disparidad entre lo teórico y lo práctico. A esto se suma que el 63% de la muestra analizada considera que a futuro, esta es una de las carreras que logrará alcanzar lo planificado en el PNBV. Determinar las expectativas de los empresarios, sobre las capacidades requeridas en sus negocios, encajan en el perfil de egreso que se desprende del estudio del comercio exterior. Los actores claves del desarrollo económico de la provincia de Imbabura necesitan aprovechar las oportunidades a nivel comercial establecidas por parte del Estado ecuatoriano, sin embargo la limitación se centra en quienes forman parte de la economía popular y solidaria, que cuentan con experiencia en el campo basadas en el aprendizaje diario y no sobre bases de conocimientos que aportan las diversas disciplinas inherentes al comercio, por tanto es pertinente que a través de la academia se apoye a las pequeñas y medianas empresas o asociaciones, en el logro de los objetivos a largo plazo que les permita perpetuar sus actividades. La figura número tres, plantea por parte de los empresarios las capacidades que logran impulsar el desarrollo en el comercio exterior de los negocios, entre los cuales se planteas; i) elaboración de proyectos, ii) gestión de comercio, iii) sistemas logísticos, iv) beneficios obtenidos de acuerdos comerciales y, v) capacidad de análisis de mercados internacionales como potenciales consumidores de la oferta exportable imbabureña.



Figura 3.

Elaborado por: Equipo investigador PUCE-SI, Año: 2015

La pertinencia del comercio exterior desde la visión de los graduados de esta carrera.

Cambios del entorno empresarial y social llevan consigo la necesidad de una constante transformación, que se relacione de manera real con el ambiente competitivo al que actualmente debe enfrentarse la sociedad, es por ello que un factor determinante en éste proceso, es el mejoramiento de los estándares de aprendizaje de los futuros profesionales, en base a las experiencias y criterios de los mismos, ya que son actores principales del campo laboral real y de sus actuales exigencias. La información analizada, corresponde a profesionales graduados de la carrera de comercio exterior de la Universidad de Otavalo, para determinar la situación actual en el campo laboral y establecer la pertinencia de oferta de carrera en relación a las fuentes de empleo obtenidas. Al haber analizado, la relación que debe existir entre las fundamentaciones teóricas y la práctica, se buscó analizar si los contenidos curriculares aprendidos durante los años de estudio de los graduados son aplicados en la vida laboral. Un 11% indica que los contenidos no son pertinentes al espectro laboral, a comparación de un 39% y 50% que consideran la existencia de relación entre lo estudiado con la aplicación práctica. La demanda laboral es un factor que determina la consecución de una oferta académica que contribuya al desarrollo social, las altas tasas de desempleo responden en varias ocasiones a una saturación de profesionales en el mercado, sin embargo el estudio refleja que el 78% de los graduados consiguió una plaza de trabajo en un tiempo promedio a seis meses. Lo que indica que a nivel empresarial en la provincia de Imbabura se está tomando en consideración que el cambio de la matriz productiva se puede alcanzar con el apoyo de las universidades y la formación de talento humano en el área del comercio exterior. Como fue señalado por los empresarios, la necesidad de generar emprendimientos y proyectos de interés, que le permitan a las pequeñas y grandes empresas sobrevivir en un entorno globalizado es la generación de nuevas ideas de negocio. De cada 100 graduados, 25 han iniciado sus propios emprendimientos, utilizando herramientas de comercio exterior como el sistema ecuatoriano denominado Exporta Fácil enfocado a pequeñas y medianas empresas. Un 57% ocupa cargos en empresas privadas y es apenas el 4% de graduados que no se encuentra trabajando en empresas vinculadas a su profesión.

A nivel de la provincia de Imbabura el sector comercial en el año 2012 representó 14,74%, de las actividades económicas, se identificaron cadenas productivas con potencialidad exportadora como el frijol con aproximadamente 5000 productores. La cadena de aguacate (palta), tiene una producción de 50 hectáreas con 15 a 20 t/ha. Una de las ventajas competitivas de la provincia es la producción de cereales y granos andinos que cuentan con una tendencia de consumo a nivel de la unión europea, por sus contenidos nutricionales. Fuera del contexto alimenticio las artesanías como los sacos de lana y artículos a base de madera y de totora buscan un posicionamiento en el mercado, a pesar de los esfuerzos de los productores, alcanzar esta meta se ha visto limitada por la falta de preparación en procesos de investigación y de adaptación de los productos a mercados internacionales.

Conclusiones.

La carrera de comercio exterior, se proyecta a ser una disciplina necesaria de ofertar a nivel regional y nacional, ampliamente reconocida en el campo académico, social y empresarial, en la generación y aplicación del conocimiento para el desarrollo comercial y económico del comercio de bienes y servicios en los mercados externos, basados en una formación científica, humanística e intercultural.

Busca contribuir con la sustitución de importaciones, fortalecimiento de la oferta exportable, cambio de la Matriz productiva e integración económica de los mercados para alcanzar el desarrollo sustentable del sistema productivo, las Mipymes y economías populares y solidarias del buen vivir.

Se necesita formar profesionales con vasto sustento epistemológico sobre el conocimiento inter y trans-disciplinar del comercio exterior, para viabilizar la transformación de la matriz productiva y gestionar estratégicamente procesos comerciales diversificados y sostenibles priorizando la oferta exportable y la sustitución selectiva de importaciones, que permita garantizar la negociación comercial diversificada en la consolidación de los mercados internacionales, con la utilización de acuerdos comerciales y demás formas de integración económica, para generar conocimiento que sirva de aporte público-social en la investigación, formación y vinculación con la sociedad al lograr transformaciones productivas, de los agentes económicos.

La carrera es pertinente para la promoción y fortalecimiento local en el mercado internacional de las industrias y sectores productividad, para alcanzar la inclusión económica y la competitividad sistémica.

Agradecimientos.

Un agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra, y a la Universidad de Otavalo, quienes proporcionaron los datos necesarios para la realización del trabajo de investigación, de igual modo al Instituto Tecnológico de Zacatepec, por brindar la oportunidad de dar a conocer el presente artículo.

Referencias.

1. CONSTITUCIÓN. (2008). *ASAMBLEA NACIONAL*. Obtenido de http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
2. Gibbons, M. (21 de NOVIEMBRE de 2006). *FCEIA*. Obtenido de <http://www.fceia.unr.edu.ar/geii/maestria/2013/ADOLFO%20STUBRIN/BIBLIOGRAF%C3%8DA%202013/Lectura%205.%20Pertinencia%20de%20la%20educacion%20superior%20en%20el%20siglo%20XXI.pdf>

3. Larrea de Granados, E. (2014). CES. Obtenido de http://www.ces.gob.ec/doc/Taller-difusion/SubidoAbril-2015/curriculo_es-sistematico%20-%20e%20larrea.pdf
4. Olivares-Mesa, A. (2005). La globalización y la internacionalización de la empresa ¿Es necesario un nuevo paradigma? *Journal of Management and Economics for Iberoamerica*,21,0123-5923.<http://scielo.org.co>
5. Secretaría nacional de planificación y desarrollo. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Recuperado de <http://planificacion.gob.ec/>
6. SENPLADES. (22 de NOVIEMBRE de 2010). SENPLADES. Obtenido de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf

TRANSVERZALIZAR LA IGUALDAD DE GÉNERO, RETO INELUDIBLE DEL SIGLO XXI EN POS DEL DERECHO DE LA MUJER A UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA

L. Machado-López

Escuela de derecho, Universidad Metropolitana, Sede Machala, dulcinea1360@gmail.com, calle Bolívar entre Junín y Tarquí, ciudad Machala, Ecuador

Área de participación: *Administración y legislación en las organizaciones*

Resumen: La violencia de género como fenómeno de carácter mundial afecta a la sociedad y es la mujer el grupo más vulnerable, es una práctica social portadora de desigualdad y discriminación. La sociedad ecuatoriana constituida por una diversidad de culturas, nacionalidades indígenas, pueblos afrodescendientes, montubios, mestizos y migrantes ecuatorianos y de diversos países que han ido tejiendo un entramado de variables de discriminación aditiva, de clase, etnia, lengua, género, edad, discapacidad, estatus migratorio, y otras. Ecuador ha ratificado los principales tratados internacionales que versan sobre la eliminación de la discriminación de la mujer y ha desplegado una estela de normas y políticas públicas a favor de la igualdad de género. La Constitución de la República del 2008 tiene como característica que sus 444 artículos atraviesan por la perspectiva de género en tanto promulgan la igualdad en cada uno de los derechos invocados. Ello no significa que ha fenecido la violencia de género en Ecuador, pues se trata de un proceso sociocultural que requiere concientización de la sociedad toda, para el cambio de conductas. Constituye por tanto un reto ineludible transversalizar la igualdad de género en el país, que presupone desarrollar estrategias que impliquen a hombres y mujeres en la transformación de las estructuras de dominación en todos los ámbitos: legislación, educación, instituciones y toda instancia pública o privada en la que prevalezca un dominio masculino. Eliminar la desigualdad mirar con perspectiva de género, es prevenir, es garantizar el derecho de la mujer a una vida sin violencia.

Palabras clave: Violencia, género, igualdad, normativas, transversalizar.

Introducción.

La violencia hacia el ser humano ha sido y es sin lugar a dudas un fenómeno de ocurrencia mundial, en el que la mujer es el grupo más vulnerable, afectando su bienestar, seguridad, posibilidades de educación y de desarrollo personal.

Actualmente, existe consenso en asumir al 'género' como una construcción histórica y social que entraña un conjunto de creencias, normas y atribuciones basadas en la diferencia sexual, las mismas que reglamentan la convivencia humana. Esta construcción es de por sí cultural y simbólica, y evoluciona en el tiempo.

El género expresa pautas de prácticas sociales 'aceptables' en un determinado grupo social que, hoy por hoy, son portadoras de desigualdad y discriminación hacia las mujeres y las personas de diversas identidades sexo-genéricas. Al ser construido socialmente, es también susceptible de ser transformado. Deconstruirlo es un proceso que entraña implicaciones políticas (poder, institucionalidad), estructurales (relaciones económicas) e ideológico- culturales (representaciones). Solo mediante su deconstrucción en cuanto fundamento de discriminación, opresión y violencia en función del género es posible acercarse a

la igualdad y al respeto a las personas. En ello, el factor decisivo es la actuación desde la sociedad civil, la academia y el Estado.³

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Los estudios de género han mostrado el reconocimiento de que en todas las sociedades existe una marcada diferencia en cuanto al rol que desempeñan hombres y mujeres en los diferentes ámbitos de la vida social, política y económica, así como en cuanto a las oportunidades de educación, trabajo, desarrollo profesional y finalmente en cuanto al acceso a los recursos económicos y a la toma de decisiones.

El género afecta transversalmente a todos los hechos sociales hablese de categorías como empleo, pobreza, vulnerabilidad social, equidad, acceso a bienes y riquezas; así como la diversidad de aspectos que involucra la reproducción de la población los que habrán de examinarse tomando en cuenta las características que asumen cuando se les enfoca desde el ángulo del género. Cecilia Loria considera la perspectiva de género como un “conjunto de mecanismos y herramientas que inciden en los planes y programas, en las leyes, acciones públicas, en los bienes y servicios tendientes a desmontar y eliminar las inquietudes entre los géneros y todas las formas de subordinación y dominio. Para ello buscan modificar las relaciones, funciones y obstáculos específicos que enfrentan hombre y mujeres para desarrollarse como personas”.⁴

Astelarra, alude a la igualdad de oportunidades, cuestión que se ha generalizado a nivel internacional, e implica que todos los individuos han de tener la misma oportunidad y que las desigualdades se deben a los distintos méritos que tienen las personas.⁵

En la realidad ecuatoriana y mundial persisten diferencias estructurales de poder y oportunidades en las relaciones sociales entre hombres y mujeres, así como un irrespeto a las diversidades e identidades sexo-genéricas. Actualmente subsiste el menoscabo individual y colectivo que suponen la tipificación y reproducción de roles tradicionales de género. La socialización estereotipada a partir de roles supuestamente determinados por la biología de los sexos consagra prácticas institucionalizadas de discriminación a todo nivel (familiar, social, laboral, educativo, económico), la inequidad en el acceso a oportunidades. Las consecuencias más inexcusables del dominio de lo masculino sobre lo femenino y de los hombres sobre las mujeres tienen su máxima expresión en el femicidio,⁶

³ Herdoiza – Estévez M, Catedrática de la Universidad de Indiana Investigadora Prometeo de la Coordinación de Saberes Ancestrales de la SENESCYT. Construyendo Igualdad en la Educación Superior. Fundamentación y lineamientos para transversalizar los ejes de igualdad y ambiente. Quito: Senescyt/Unesco 2015.

⁴Loria C. El enfoque de género en las políticas públicas y la legislación mexicana. FLACSO, Buenos Aires, Argentina, 2002

⁵ Astelarra J. Veinte años de políticas de igualdad de oportunidades en España. Ediciones cátedra Universitat de Valencia Instituto de la Mujer. 2015

⁶ Herdoiza – Estévez M, Quito: Senescyt/Unesco 2015. P 53

El femicidio constituye una violencia dirigida a expresar el control absoluto de la voluntad de la mujer y a advertir a otras sobre las posibles consecuencias de desobedecer el mandato patriarcal. Este acto público goza de la complicidad de otros varones, quienes se benefician del terror que siembra en las otras mujeres y de su mensaje amenazante: “todas están en riesgo”.⁷

Asimismo, Arteaga y Valdés consideran la violencia de género, específicamente el femicidio, como una respuesta a los acomodos originados por una mayor participación de las mujeres en los espacios de poder, especialmente los que antes pertenecían exclusivamente a los hombres. Para los autores, el objetivo del asesinato no es sólo o siempre la posesión de las víctimas, sino poner un alto al proceso de construcción de las mujeres como sujetos de derechos, lo que lleva inevitablemente al declive de su papel dominador.⁸

Por eso, podemos pensar que el femicidio es un asesinato producto del fracaso del violento para someter a la mujer.

En igual forma, Rosa Cobo sostiene que lo que ha puesto en alerta a los patriarcados contemporáneos, es la conquista de autonomía y libertad por parte de las mujeres y la influencia de las ideologías de la igualdad de género y de los derechos humanos. No obstante, mientras las sociedades intentan lentamente crecer hacia formas más igualitarias de género, las mujeres continúan siendo asesinadas en manos de varones, aunque muchas veces solo se conocen por los medios de comunicación los femicidios de mujeres blancas y de clase alta, las indígenas, pobres, negras, lesbianas mueren en el anonimato lo que indica un mundo no solo de odio a la mujer sino racista.⁹

La violencia de género, específicamente la violación y el femicidio, son actos hechos en sociedad, nunca individualmente y se dirigen a comunicar un mensaje claro y que está en el imaginario de todos: las mujeres les pertenecen a los varones y si se rehúsan, mueren.¹⁰

En resumen, la construcción cultural de género tiene profundas raíces y múltiples ramificaciones para la cotidianidad de las mujeres y los hombres. Los roles y estereotipos de género, así como la subordinación de la vida de las mujeres a la vida de los hombres, explica el acceso diferenciado a las disímiles esferas de la vida social, empleo, educación, etc.

La sociedad ecuatoriana está constituida por una diversidad de culturas, nacionalidades indígenas, pueblos afrodescendientes, montubios, mestizos por mestizos y migrantes ecuatorianos y de diversos países. Comparte con los países de la región una trayectoria histórica similar, con un sustrato indígena vivo, un

⁷ Bard Wigdor G. 1, Artazo GC. 2 “La maté porque es mía”:femicidios en la provincia de Córdoba Argentina. Urvió, Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad, , No. 17, 2015, pp. 67-79.

⁸ Arteaga, N y Valdés Figueroa J . “¿Qué hay detrás de los feminicidios? Una lectura sobre redes sociales y culturales y la construcción de la subjetividad” Una aproximación sociocultural a la violencia contra las mujeres. 2010, Porrúa y UAEM: México.

⁹ Amorós C et al Teoría feminista: de la ilustración a la globalización, 2005. Minerva España

¹⁰ Segato R.L Femigenocidio y feminicidio: una propuesta de tipificación. Herramienta Nº 49 Herramienta. Rivadavia Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2012.

proceso doloroso de colonización española, con el consiguiente mestizaje y desplazamiento forzado en esclavitud de las poblaciones de origen africano, y el nacimiento de una república con una impronta eurocéntrica, patriarcal y discriminatoria. Este proceso explica la construcción histórica de la desigualdad. La discriminación de género, por origen étnico y por discapacidad, junto con otras formas de jerarquización social, señalan la perpetuación en el tiempo de estos mecanismos de exclusión.

En esta realidad social, se van tejiendo variables de discriminación aditiva de clase, etnia, lengua, género, edad, discapacidad, estatus migratorio, y otras. La combinación de estas variables torna a ciertos individuos y grupos humanos más vulnerables que a otros. En resumen, las realidades de discriminación exceden la suma de las desigualdades parciales.

Frente a esta cultura la sociedad adquiere el compromiso de implementar legislaciones que protejan los sectores expuestos a la desigualdad de género y a su vez políticas públicas tendientes a la equidad en el contexto nacional.

Tales razones han llevado al Estado ecuatoriano a ratificar los principales convenios y Tratados del Sistema de Naciones Unidas Internacionales relacionados con la situación de la mujer, entre ellos la Convención sobre los derechos Políticos de las Mujeres (1952) el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos (1966) la Convención para la Eliminación de todas la formas de discriminación contra las mujeres CEDAW (1979) Convención interamericana para prevenir, sancionar y Erradicar la violencia contra la mujer "Convencion De Belem Do Para, la Plataforma de Acción de Beijing (1995) y los Objetivos de Desarrollo del Milenio contenidos en la Declaración del Milenio (ODM)

La Constitución del 2008 sentó las pautas para desarrollar las estrategias de promulgación y ejecución de políticas que garanticen la protección al enfoque de género con el precepto invocado en su artículo 70: ... "El Estado formulará y ejecutará políticas para alcanzar la igualdad entre mujeres y hombres, a través del mecanismo especializado de acuerdo con la ley, e incorporará el enfoque de género en planes y programas, y brindará asistencia técnica para su obligatoria aplicación en el sector público." ¹¹ Aquí se definió la voluntad política del Estado ecuatoriano respecto al enfoque de género, comenzó el impulso del cumplimiento de las estrategias de ejecución de las políticas institucionales encaminadas a lograr el alcance de la igualdad y el respeto al género.

El Censo del 2010, mostró que el 50,4% de la población del Ecuador corresponde a mujeres según datos aportados por la Comisión de transición para la definición de la institucionalidad pública que garantice la igualdad entre hombres y mujeres. La violencia ha afectado a 6 de cada 10 mujeres ecuatorianas, expresada en violencia psicológica (amenazas, manipulación, acoso, chantaje, aislamiento, humillación, vigilancia), física (manifestaciones de violencia que causan lesión),

¹¹ Constitución de la República de Ecuador, incluye reformas aprobadas en Referéndum y Consulta Popular de 7 de mayo de 2011 publicada en el registro oficial número 449 de 20 de octubre de 2008. Asamblea Nacional de la República de Ecuador .Quito.

sexual (actos sexuales forzados) y patrimonial (control, sustracción o destrucción de valores, derechos o recursos económicos)¹²

La Encuesta Nacional de Violencia contra las Mujeres, realizada por INEC en coordinación con la CDT en 2011, arrojó que el 76 % de estos actos de violencia es cometido por parejas o exparejas, quienes, en la mayoría de los casos, gozan de una legitimación arbitraria de este tipo de conductas y, por tanto, no son denunciados. Cuando estos datos se cruzan con la etnicidad, se observa el efecto multiplicador que tienen en las mujeres varias de estas formas de discriminación y violencia. Estos datos, sin ser exhaustivos, señalan las principales expresiones de desigualdad de género en el país.¹³

Este irrefutable hecho, generó los objetivos trazados por la Revolución ciudadana en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, donde constan los objetivos, políticas y lineamientos en los que se evidencian los derechos de las mujeres y la igualdad de género. El Objetivo número 2 destinado a auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial, en la diversidad.

La Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2014-2017 se inscribe en la promoción del avance de la condición de la mujer y es el resultado de la concertación entre el Estado y la sociedad civil en torno a los derechos de género. Reivindica a los sujetos de derechos y sustenta, a partir de argumentos jurídicos y políticos, las intervenciones públicas orientadas a superar las brechas de desigualdad. Su propósito es la transformación de las relaciones sociales discriminatorias encaminadas a la construcción efectiva de un Estado en el que la igualdad sustantiva sea garantizada como una macro-política pública.¹⁴

Tanto la Agenda nacional como los objetivos del buen vivir constituyen instrumento de planificación y política pública que contiene los principales retos y prioridades nacionales para la construcción de un Estado igualitario, equitativo, plurinacional e intercultural. Estas estrategias se concretaron en planes intersectoriales que integraron los Ministerios de Salud Pública, Educación, Turismo y Trabajo estableciendo líneas de trabajo o acciones prioritizadas encaminadas a lograr el ejercicio pleno de los derechos ciudadanos de todas las personas que sufren o han sufrido violencia de género, como condición necesaria e indispensable para alcanzar el Buen Vivir.¹⁵

la Constitución, en sus preceptos acoge todos los instrumentos internacionales de derechos humanos y sus 444 artículos atraviesan por la perspectiva de género en tanto promulgan la igualdad en cada uno de los derechos invocados. Se torna imperativo que el principio de igualdad impacte en todos los ámbitos: cultural,

¹². -INEC. Censo de Población y Vivienda. Ecuador [En línea]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos- censo-2010/consultado> en fecha mayo 2016

¹³ Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) La violencia de género contra las mujeres en el Ecuador: Análisis de los resultados de la Encuesta Nacional sobre relaciones familiares y violencia de género contra las mujeres. Quito.2014

¹⁴ Comisión de transición (CDT). Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2014-2017. Quito. 2014

¹⁵ Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 . Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) 2013

económico, social, político, familiar y cualquier otro espacio, convirtiéndose en obligación del Estado alcanzar la igualdad sustantiva.

En esta carta magna se establecen los grupos de atención prioritaria. Los artículos del 340 al 342 de la Constitución, disponen que el Estado debe generar las condiciones, incluyendo la asignación de recursos financieros, para la protección integral de sus habitantes a lo largo de sus vidas y priorizará su acción hacia aquellos grupos que requieran consideración especial, por la persistencia de desigualdades, exclusión, discriminación o violencia. Así mismo, en el artículo 393 se garantiza la convivencia pacífica de las personas y una vida libre de violencia y discriminación.

Se visibiliza jurídicamente el reconocimiento productivo del trabajo de cuidado y doméstico que realizan las mujeres, la responsabilidad del estado en el sistema de cuidados, en las acciones contra toda forma de violencia en el sistema educativo que vele por la integridad física, psicológica y sexual de las y los estudiantes, se pronuncia en cuanto a la prohibición de publicidad que induzca a la violencia.

Invoca en los derechos de protección, la no revictimización en la obtención y valoración de las pruebas, disponiendo que la ley establecerá procesos expeditos los delitos de violencia intrafamiliar, sexual, crímenes de odio y los que se cometan contra niñas, niños, adolescentes, jóvenes. Así en el 2014 entró en vigor el Código Orgánico Integral Penal, COIP, con el cual se eleva a la categoría de delito los actos de violencia contra la mujer tipificando los delitos de violencia.

Estas fueron las más importantes normativas de esta década en cuanto a protección, complementada por otras leyes sobre derechos en el trabajo, la maternidad, la obligatoriedad de afiliación al seguro y la Ley de la violencia contra la mujer en la década del 90 que permitió el abordaje explícito de la violencia contra la mujer y la familia a fin de proteger su integridad y la de los miembros de la familia.

Junto a las normas reguladoras se alzaron las políticas públicas relativas a planes nacionales de erradicación de la violencia de género hacia la niñez, adolescencia y mujeres, de prevención y sanción de trata de personas y protección integral a las víctimas, erradicación de delitos sexuales en el ámbito educativo, agenda nacional de igualdad de género, estrategia nacional intersectorial de planificación familiar y programa nacional del SIDA. Todas con el fin de promover la transversalización de las agendas de igualdad, su observancia, seguimiento y evaluación, como parte de las políticas públicas relacionadas con los objetivos de igualdad de género, generacional, de pueblos, nacionalidades, étnica, de discapacidad, de movilidad humana y de igualdad en la interculturalidad.

Sin embargo no fenece la violencia de género en Ecuador, lo cierto es que los femicidios por ejemplo, van in crescendo, sin tener en cuenta que por una parte las otras formas de violencia también proliferan, y por otro son objeto de invisibilidad por la propia censura y autocensura de los ciudadanos respecto a las denuncias y los actos de revelación ante la violencia.

Resultados y Discusión.

Transversalizar presupone la utilización de una estrategia para reparar la posición desigual de las mujeres en las áreas críticas de preocupación, que incluye la educación, salud, el estado mismo de víctimas de violencia, los conflictos armados, la economía, los procesos de decisión y derechos humanos. Tiene como finalidad apoyar y deliberadamente hacer visibles las diferencias en las repercusiones y contribuciones de mujeres y hombres, visibilizar y conducir a la reflexión sobre el freno al desarrollo humano que se genera al establecer políticas y programas ciegas al género.

Transversalidad requiere un conjunto de habilidades de análisis, de comunicación para abogar y defender puntos de vistas.-crear vínculos, capacidad de trabajo en equipo y empoderamiento de las mujeres -transformar las estructuras de dominación en todos los ámbitos: legislación, educación, instituciones y toda aquella instancia ya sea pública o privada en la que prevalezca un dominio masculino.

Ecuador a tono con los progresos del mundo ha sustentado su proyección hacia la transversalización de la perspectiva de género con el impulso de políticas públicas con enfoque de construcción de igualdad de género. De tal suerte que Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2014-2017 como política pública tiene como objetivo: Efectivizar el cumplimiento de los derechos y la transversalización de la igualdad de género en el país, institucionalizando políticas de igualdad orientadas a una acción pública. intersectorial, sectorial y territorial.

La transversalización de género exige el desarrollo del principio de igualdad en las políticas públicas de manera orgánica y que respondan de manera progresiva e integral de hecho y de derecho garantizando el cumplimiento de las normativas internacionales e internas lo que implica: fortalecer la institucionalidad responsable en cumplimiento del mandato constitucional, la obligatoria incorporación del principio de igualdad y no discriminación en la gestión pública, en la actuación de servidores públicos, en el cumplimiento de las normativas territoriales (COOTAD), que su aplicación sea un imperativo de las cinco funciones del Estado. A su vez que sea monitoreada y evaluada la gestión de las funciones del Estado con la participación de los Consejos nacionales de igualdad.

Conclusiones.

1.-El recorrido social de la violencia de género contra la mujer en la región; y especialmente los desafíos en la sociedad ecuatoriana, nos muestran que la construcción y transformación social de la perspectiva de género contextualizada en el abandono del siglo XX e inicios del ansiado siglo XXI, tiene un importante reto: efectivizar la estrategia de transversalizar la igualdad de género, incluyendo el eje de igualdad de género en la educación superior a fin de generar un doble impacto: interactuar con los actores sociales para influenciarlos y desarrollar el

pensamiento teórico, generando avance en las teorías de género e incidir en la formación e investigación en diversas áreas del conocimiento.

2.- La sanción por delitos de violencia de género garantiza que los actos no queden impunes, sin embargo ello no reduce el índice de violencia. Los actos de violencia son directamente proporcionales a los procesos socioculturales que inciden en el pensamiento humano, por lo que es evidente que no ha sido suficiente la modificación legislativa, es necesario el avance en la toma de conciencia de que la violencia es un flagelo de la sociedad que hay que erradicar combatiendo sus causas. Esto reclama avanzar de la igualdad formal a la igualdad sustantiva, asumiendo que en ello radica el mayor desafío.

Referencias.

1. J. Astelarra, *Veinte años de políticas de igualdad de oportunidades en España*. Ed; cátedra Universitat de Valencia Instituto de la Mujer. 2015.
2. M Herdoiza, *Construyendo Igualdad en la Educación Superior. Fundamentación y lineamientos para transversalizar los ejes de igualdad y ambiente* Quito: Ed; Senescyt/Unesco 2015.
3. N Arteaga; J Valdés. “¿Qué hay detrás de los feminicidios? Una aproximación sociocultural a la violencia contra las mujeres. 2010, Ed;Porrúa y UAEM: México.
4. Amorós C *Teoría feminista: de la ilustración a la globalización*, Ed; Minerva España.2005
5. Bard G. 1, Artazo GC. 2 “La maté porque es mía”:femicidios en la provincia de Córdoba Argentina. *Latinoamericana de Estudios de Seguridad*, 2015,17,pp.67-79.
6. Loria C. El enfoque de género en las políticas públicas y la legislación mexicana. Buenos Aires, Argentina, 2002
7. Comisión de transición (CDT). *Agenda Nacional de las Mujeres y la Igualdad de Género 2014-2017*. Quito. 2014.
8. Asamblea Nacional de la República de Ecuador *Constitución de la República de Ecuador*, Quito,2011.
9. *Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer*, Nueva York, 1979. ONU, Treaty Series, vol. 1249, p. 13. (Firmada por Ecuador 17 de julio, 1980; ratificada 9 de noviembre, 1981).
10. Segato R.L *Femigenocidio y feminicidio: una propuesta de tipificación*. Herramienta, 49 Ed; Herramienta. Rivadavia Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2012.
11. INEC. Censo de Población y Vivienda. Ecuador. Website: Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010/> consultado 25-05-2016.
12. *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) Quito. 2013.

ABORDAJE EPISTEMOLÓGICO DE LA GENERALIDAD AMBIENTAL DESDE EL ANÁLISIS FILOSÓFICO DIALÉCTICO MATERIALISTA

A. Dionicio-Abrajan¹, S. Arizmendi-León¹, M. Ruíz-Roque¹, B. L. Orduña-Tenorio¹, L.R Méndez-Infante², B. M. Ayala-Benitez², R.C Mojica-Cruz². R. Medina-Peña¹ y R. E. Medina-de la Rosa²

¹ Facultad de Jurisprudencia, Escuela de Derecho, Universidad Metropolitana del Ecuador, Sede Machala, Avenida Bolívar 609 entre Junín y Tarqui, Cantón Machala, Provincia El Oro, Ecuador, rolandomp74@gmail.com, ² Escuela Superior, Comandante Arides Estévez Sánchez, mdelarosa2016@yahoo.com

Área de participación: Bioprocesos y desarrollo sustentables

Resumen: El trabajo aborda el tratamiento teórico al problema ambiental desde su análisis epistémico. Para lograr este propósito se ofrecen argumentos desde la Filosofía dialéctico materialista. Se hace un recorrido del tema a partir de análisis realizados a la literatura especializada. Teniendo en cuenta las consideraciones y posturas asumidas se hace un acercamiento a la problemática en Ecuador, con énfasis en la zona de los bosques secos por el valor que estos tienen para la nación. La protección ambiental desde la articulación entre el Derecho y la Filosofía Dialéctico Materialista. Se precisa como resultado una metodología con base jurídica y de desarrollo local, que delimite la utilización de dichos servicios en los bosques ecuatorianos según las formas de pago y tributo por indemnización o uso irracional para su establecimiento, mantenimiento y conservación. Además fundamentos teóricos como sostén conceptual y categorial del Derecho Ambiental y Ecológico como premisas para su instrumentación jurídica que a su vez delimitan las normativas jurídicas, instructivos, e indicadores jurídicos que sirven de sustento a los Servicios Ecosistémicos que proporcionan los bosques y que disfrutan personas naturales y/o jurídicas, teniendo en cuenta el Derecho Constitucional, Derecho Administrativo, Deberes y Derechos Ciudadanos, Derecho Tributario y Derecho Municipal y Territorial. Ambos resultados se precisan a partir de los sustentos teóricos y posturas que desde el abordaje epistemológico de la generalidad ambiental se realiza tomando como pautas esenciales el análisis filosófico dialéctico materialista.

Introducción.

La sociedad en su desarrollo histórico y en correspondencia con sus formas de organización productiva, política y social, transita en cada época por circunstancias que le connotan determinado grado de complejidad. Si bien, en su desarrollo, la humanidad ha logrado avances importantes; también se ha enfrentado a períodos tensos de agudización de contradicciones, crisis que se reflejan no sólo en los modelos de desarrollo económico-productivos, y en los sistemas políticos, sino también en sistema de valores, normas morales, teorías y paradigmas científicos. La problemática ambiental manifiesta de manera peculiar esta tendencia, una vez que ella aparece en la realidad a través de una serie de fenómenos particulares, diversos, los que a su vez presentan características globales. En la actualidad las zonas boscosas de la mayoría de los países se encuentran en un estado crítico de existencia, téngase en consideración que el factor tiempo es decisivo en su recuperación, mantenimiento y conservación. Este aspecto, unido a la disminución de su productividad hace que los servicios ambientales no se valoren por su

abundante existencia. Ecuador mantiene un interés importante en preservar los espacios naturales que le ubican como uno de los países con mayor diversidad del planeta. Las razones se sostienen en que es el primer país mega diverso del mundo, segundo en diversidad de vertebrados endémico, tercer país con diversidad de anfibios, cuarto en diversidad de aves y pájaros, quinto en diversidad de mariposas papilónicas. Además, cuenta con poblaciones indígenas con culturas milenarias y un sinnúmero de pueblos que le confieren su estatus constitucional de Estado Plurinacional, pluricultural y multiétnico. El bosque seco ecuatoriano es considerado un área de gran importancia biológica, debido al número de especies de fauna y flora y altos niveles de endemismo presentes, y ha sido clasificado como una ecoregión con la prioridad máxima regional de conservación. Uno de los temas que ha cobrado interés en la última década dentro del sistema jurídico ambiental de manera general y en Ecuador en particular, es el establecimiento de acciones para reparar los daños cometidos en contra de la naturaleza. La protección jurídica del medio ambiente es hoy una necesidad universalmente reconocida. Si bien la discusión sobre la problemática ambiental adquiere una dimensión pública, no es menos cierto que su discusión teórica en el ámbito académico tiene una gran importancia en la medida en que las políticas de desarrollo y ambientales se sustenten efectivamente en los resultados del trabajo científico. Esta dispersión del conocimiento hace que los investigadores lleguen a las conclusiones más disímiles, inverosímiles y controvertidas en el pensamiento teórico, que van desde posiciones muy optimistas sobre el asunto, hasta las más catastróficas e imprevisibles; de ahí que, la problemática trasciende el campo de las ciencias particulares para ubicarse en el contexto de la reflexión filosófica. La Filosofía ha estado vinculada al conocimiento científico y ha sido expresión de las diferentes cosmovisiones del mundo que han caracterizado las comunidades humanas en el tiempo, su reflexión gira en torno a los problemas de la relación hombre-mundo. La problemática ambiental tal y como se formula hoy en día, suscita el replanteamiento filosófico de esta relación, lo cual a su vez constituye una condición indispensable para lograr la intelección integral que demanda el abordaje científico de esta problemática. No obstante, hay que destacar que el caso ecuatoriano es muy particular debido a que el desarrollo del derecho ambiental va más allá de la protección de los espacios naturales y se sitúa como una de las pioneras constitución latinoamericanas en garantizar derechos a la naturaleza rompiendo con el esquema de visión antropocentrista del ambiente para pasar a una visión biocentrista del desarrollo. Es por ello que los autores del presente trabajo tienen la intención de ofrecer un acercamiento epistemológico de la generalidad ambiental desde el análisis filosófico dialéctico materialista

Sección Experimental y/o fundamento teórico.

Los ecosistemas normalmente son explotados para obtener prioritariamente uno o varios servicios, normalmente a expensas de otro. De esta forma, muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de actuaciones llevadas a cabo para aumentar el suministro de otros servicios, como los alimentos. Por ejemplo, la intensificación de la agricultura puede satisfacer las demandas locales de producción de alimentos, pero también puede implicar la destrucción de bosques para sustituirlos por tierras de cultivo. Esto supone una reducción del suministro de madera, la disminución de la biodiversidad y la contaminación de las aguas de los ríos que afectaría a las pesquerías y al abastecimiento de agua de calidad. En la Resolución aprobada por la Asamblea General de la ONU, conocida como Declaración del Milenio, se reconoce dentro de los valores fundamentales del siglo XXI, el respeto de la naturaleza. Para lo cual se hace necesario según sus esencias, la necesidad de actuar con prudencia en la gestión y ordenación de todas las especies vivas y todos los recursos naturales, conforme a los preceptos del desarrollo sostenible. Sólo así se podrá conservar y transmitir a las nuevas generaciones las incommensurables riquezas que brinda la naturaleza. La evaluación de la contaminación, el estudio del deterioro de los ecosistemas y los efectos negativos de las acciones que el hombre realiza sobre su entorno han dado paso al estudio de las normas e instituciones que regulan la relación hombre-naturaleza. La forma en que una sociedad determine cómo han de usarse sus recursos naturales, estableciendo los límites de lo permitido y de lo prohibido, tendrá gran incidencia sobre ellos. Es por ello que en el campo del Derecho, existe preocupación por la protección que el ordenamiento jurídico hace del medio ambiente. El derecho al medio ambiente se instituye en lo que la teoría de los derechos humanos se denomina “derecho de tercera generación” y son reflejo de la concepción de la vida en comunidad y de los esfuerzos conjuntos de toda la sociedad, ya sean los individuos, el estado, las entidades públicas y privadas y la comunidad internacional. Según el Programa Fortalecimiento del Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en las Áreas Protegidas de América Latina de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2012), las áreas protegidas de América Latina han aumentado notablemente en las últimas décadas, así como también, los numerosos servicios ambientales que proveen a la sociedad. No obstante, la ausencia de recursos financieros para el manejo adecuado de las áreas protegidas está amenazando estos ecosistemas y la continuación de la provisión de los servicios que ellos generan. Esta situación es producida debido a la inadecuada valoración de los servicios aportados por la naturaleza, lo que pone en peligro el flujo sostenido de los servicios en el tiempo. El pago por los servicios ambientales (PSA) que generan las áreas protegidas es una herramienta que internaliza el valor que poseen los servicios ambientales, a través del pago de quienes mantengan el uso de la tierra mediante actividades sustentables. La literatura filosófica sobre el tema es abundante, comenzando por los textos clásicos de la Filosofía desde la antigüedad hasta nuestros días. La relación hombre-naturaleza llega incluso a tener un tratamiento en ocasiones implícito o explícitamente en el contexto de la preocupación filosófica ya no sólo de carácter antropológico, sino también de carácter ontológico, gnoseológico,

axiológico y metodológico. Tradicionalmente, la discusión en torno a esta problemática ha estado matizada por las diferentes posiciones filosóficas como el materialismo, idealismo, monismo, dualismo, escepticismo, positivismo, existencialismo, antropología filosófica, funcionalismo, etc. La Dialéctica Materialista no es sólo esa alternativa metodológica, sino el enfoque filosófico que va a estar presente a lo largo de todo el trabajo, en su estructura y lógica interna. Esta tiene como antecedentes un conjunto de pensadores que desde los presupuestos metodológicos del Marxismo, sin ser necesariamente marxistas, realizan contribuciones importantes al conocimiento teórico de la problemática ambiental. La incorporación de la Dialéctica Materialista en la interpretación de este fenómeno es de extraordinaria importancia en la lucha ideológica contemporánea por la crisis del Socialismo de finales de los 80's y durante los 90's, derivó en un cuestionamiento serio sobre la concepción marxista, de sus valores teóricos, metodológicos e ideológicos, por la absolutización de un modelo particular de construcción del Socialismo, en este caso el Soviético, que se extrapola como la alternativa ideal, posible y perfecta de realización práctica de la teoría. La Dialéctica Materialista como método para la comprensión de la problemática ambiental, su perspectiva se direcciona a partir de la comprensión del proceso a través del cual lo ambiental se conforma como cualidad en la realidad concreta y el conocimiento como aprehensión de esa realidad. La visión de integralidad que se está pretendiendo en el desarrollo del conocimiento de este objeto, es decir, "lo ambiental". Además, la esencia de la dinámica de cambio del objeto, la causa real que está determinando la agudización de su problemática actual. Partiendo de su concepción del desarrollo, la Dialéctica se opone a la extrapolación de leyes que rigen en niveles de complejidad concretos de lo material a niveles superiores de complejidad, y en ese sentido es que nos basamos para afirmar que, no podemos extrapolar las leyes de lo ecológico y puramente biológico al estudio de un nivel cualitativamente distinto de organización de lo material con cierto grado de complejidad. Consecuentemente, esta visión nos hace suponer que el problema ambiental, en tanto sus manifestaciones concretas y la manera en que está afectando la dinámica del desarrollo natural y social, es un problema del desarrollo y es por tanto, en el desarrollo (social) donde debemos buscar su esencialidad, sus contradicciones y posibles soluciones.

Resultados y Discusión.

Los fundamentos teóricos como sostén conceptual y categorial del Derecho Ambiental y Ecológico como premisas para su instrumentación jurídica que a su vez delimitan las normativas jurídicas, instructivos, e indicadores jurídicos que sirven de sustento a los Servicios Ecosistémicos que proporcionan los bosques y que disfrutan personas naturales y/o jurídicas, teniendo en cuenta el Derecho Constitucional, Derecho Administrativo, Deberes y Derechos Ciudadanos, Derecho Tributario y Derecho Municipal y Territorial. Una metodología con base jurídica y de desarrollo local, para la conformación de un SPSE que delimite la utilización de dichos servicios en los bosques ecuatorianos según las formas de pago y tributo por indemnización o uso irracional para su establecimiento, mantenimiento y conservación. Este resultado toma como punto de partida los fundamentos epistemológicos que se asumen desde la Filosofía Dialéctica

Materialista. Además de los estudios jurídicos sobre temas relacionados *con el sustento de los Servicios Ecosistémicos que proporcionan los bosques* a partir del Derecho Constitucional, Derecho Administrativo, Deberes y Derechos Ciudadanos, Derecho Tributario, Derecho Municipal y Territorial. El desarrollo de proyectos de vinculación con personas naturales y/o jurídicas del cantón Machala que permitan incrementar el conocimiento de lo que se debe cobrar por la explotación y disfrute de la naturaleza. Las aportaciones teóricas, la realización de proyectos de vinculación con la sociedad, en la misma medida que han sido acometidas contribuyeron a incrementar el conocimiento en las políticas de: Derecho Constitucional, Derecho Administrativo, entre otros y contribuirán normativas jurídicas, instructiva, e indicadores jurídicos que sustentan desde el Derecho a los servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques. En consecuencia, se adoptó una preparación permanente a los profesores y estudiantes de Derecho encargados de atender estos procesos con la consiguiente organización de eventos diversos.

De acuerdo con la problematización realizada y en la construcción del marco lógico se analizaron algunas alternativas que permiten viabilizar el proceso de investigación. Se toma en cuenta la situación de la Universidad, los recursos con que se cuenta, los y las estudiantes involucrados en el proyecto y los y las docentes que guían el proceso. Desde este análisis y comprensión la problemática ambiental desde el pensamiento teórico permite un acercamiento a la relación sociedad - naturaleza y en su contexto. El cuestionamiento actual no es totalmente nuevo, sino que tiene sus antecedentes en la propia continuidad lógica del conocimiento humano y segundo, de que la problemática en sí se ha ido complejizando con el desarrollo de la sociedad humana y coexisten hoy una serie de enfoques, visiones particulares, alternativas de solución, puntos de vista, etc diversos, que intentan explicar el fenómeno pero que se identifican por presentar un elemento en común: lo hacen de forma parcializada o bien desde el ángulo de las leyes sociales o desde las naturales, o en su lugar, intentan una integración del conocimiento que reiteradamente no supera la sumatoria de los elementos que se analizan, faltando la integración teórica real que se requiere para el análisis de la misma. Si se tiene en consideración el presupuesto de que el método es inseparable de la teoría y toda concepción científica tiene un fundamento de carácter filosófico; habría que determinar qué concepciones filosóficas se encuentran en la base de los discursos ambientales contemporáneos y por ende, qué métodos filosóficos generales matizan esas interpretaciones. Es por ello que se asume que el tratamiento al tema ambiental desde un análisis dialéctico materialista implica la articulación coherente desde la multidisciplinariedad, la interdisciplinariedad, y la transdisciplinariedad. Un análisis preliminar de los postulados que hoy sustentan las ciencias particulares, así como de las propuestas interdisciplinarias y alternativas de desarrollo existentes, nos lleva a considerar que en lo ambiental se hace necesario trascender las limitantes que imponen algunos de estos enfoques filosóficos tal es el caso del positivismo, tan arraigado en las comunidades científicas desde que surge y hasta hoy en sus diversas variantes. Independientemente de las especificidades que estas presentan y que las distinguen como tendencias dentro de esta corriente de pensamiento, en sentido general, se

puede apreciar una concepción del método analítico en el conocimiento empírico de la realidad que favorece indudablemente la especialización del conocimiento y por consecuencia el afianzamiento de las ciencias particulares sobre todo las naturales. La lógica cuantificacional no deja de estar presente en cualquier estudio de carácter sociológico que se introduzca en los análisis ambientales (estudios de impacto ambiental, estudios de ordenamiento ecológico, estudios comunitarios) como condición esencial para probar su cientificidad y por supuesto la reflexión filosófica queda fuera de cualquier interpretación respecto al fenómeno. Por otro lado, habría que considerar también aquellas interpretaciones sobre el ambiente que se sustentan en el denominado Materialismo Histórico haciendo uso de las categorías propias del Marxismo para el análisis de la sociedad, que establecen también un sesgo de la realidad, al absolutizar las leyes sociales como esenciales y basar sus estudios en un enfoque antropocentrista, desde una visión esencialmente economicista (Leff, Gutman, entre otros). Para comprender lo que aquí se quiere significar, es válido aclarar que la lucha ya tradicional en el plano filosófico entre el materialismo y el idealismo, tiene su expresión concreta desde el siglo XIX, entre las posiciones del Positivismo y el Materialismo Dialéctico con concepciones metodológicas también diferentes. La visión positivista se sustenta sobre la base de la concepción metafísica del desarrollo y por su parte, la Dialéctica Materialista, como su nombre indica, tiene una comprensión dialéctica de la realidad y sus procesos de cambio. Una vez que nuestro trabajo pretende incorporar la Dialéctica Materialista como método de análisis para la comprensión de los procesos ambientales, demostrando al mismo tiempo que los discursos predominantes en la actualidad sobre esta temática sugieren o presuponen sesgos metodológicos de carácter metafísico que obstaculizan la intelección teórica integral que se requiere para la misma. Desde las ciencias que parten de la sociedad y las leyes que rigen su funcionamiento, fundamentalmente desde la actividad económica productiva y en muchos casos desde la perspectiva del Materialismo Histórico; se tratan de conciliar varios criterios significativos importantes en la comprensión de la relación sociedad-naturaleza (Gutman, 1986:184) y que tienen que ver con la existencia de una dinámica propia tanto de los procesos naturales como de los sociales y la consideración de que en la relación sociedad-naturaleza, la primacía de un elemento sobre el otro no es algo abstracto, sino que hay que contextualizarlo históricamente. Desde este punto de vista, se analiza la relación sociedad-naturaleza como una relación de complementariedad, donde la naturaleza es condición para la existencia de la sociedad. Ella aparece como el stock de mercancías de la cual se nutre la sociedad para su desarrollo y ésta última, se impone sobre la naturaleza a partir de los procesos económico productivo que ejecuta en su interacción con ella. Esta visión que ha caracterizado tradicionalmente al desarrollo económico de la sociedad logra tener su concreción teórica a partir de los postulados enunciados en la Economía Política Clásica inglesa del siglo XIX, según pudimos apreciar en el epígrafe anterior. Es un enfoque en el cual, si bien hay un reconocimiento al carácter cualitativo que distingue a la sociedad como nivel de organización material, tampoco se supera el carácter departamental con que se visualiza la relación sociedad-naturaleza. En este sentido hay varios elementos a considerar y que tiene que ver con simplificar el método Dialéctico Materialista al Materialismo Histórico, al análisis del funcionamiento absoluto de las leyes del desarrollo de la sociedad, limita la

comprensión de la relación sociedad-naturaleza en toda su dimensión, puesto que se está partiendo de leyes particulares y no de las leyes universales que supone el método filosófico. Por otro lado, la producción de bienes materiales es un elemento importante a considerar en la relación sociedad-naturaleza, pero no es el único. La producción expresa una actividad transformadora de creación de bienes materiales por parte del hombre. En cambio, a pesar de esta separación, la mayoría de los autores coinciden en que lo ambiental se ubica en el campo de la "relación sociedad-naturaleza". Los intentos de búsqueda de esta integración los encontramos en el enfoque interdisciplinario. Este enfoque, trata de explicar la relación sociedad-naturaleza a través de la articulación de las ciencias, bajo una integración que se basa en un reclamo a la visión holística o sistémica. En este sentido, lo que se logra no es la articulación real de todas las contribuciones específicas de teorías, disciplinas y ramas científicas que se ocupan de lo ambiental, sino la suma de estos resultados, que se mantiene en el campo de la articulación técnica y no alcanza la articulación teórica. Son estudios que en ocasiones quedan en el marco de un espacio de estudio y no de un objeto de estudio real que integre esos resultados. Lo ambiental como cualidad diferenciada en la realidad es un producto del desarrollo histórico del mundo material y es a la vez una cualidad en constante desarrollo, avances y retrocesos. Además, como sistema complejo de relaciones surge a partir del surgimiento de la sociedad humana como forma de organización de lo material. Se conforma históricamente como un sistema de relaciones más complejas que el que pudieran establecer, por ejemplo, los organismos vivos con su medio (o también denominadas relaciones ecológicas), por las características de complejidad que el propio nivel de organización social le imprime y que se distingue por la capacidad que tiene el hombre de direccionar conscientemente y a través de su actividad práctica, la materia, la energía y la información a la satisfacción de sus necesidades, y en una dinámica histórica cada vez más acelerada y el carácter históricamente dinámico que le imprime lo social a lo ambiental. Éste se va conformando y ampliando históricamente con la práctica social humana y sus conocimientos sobre la realidad, es decir el dominio de la información. Por tanto, no se puede extrapolar las leyes de lo ecológico y puramente biológico al estudio de un nivel cualitativamente distinto de organización de lo material con cierto grado de complejidad. La Dialéctica Materialista confirma este planteamiento, de acuerdo con el cual las formas superiores de movimiento en la organización de lo material (superiores en tanto nivel de complejidad) contienen a las inferiores, pero sus leyes de funcionamiento y dinámica no pueden ser explicadas ni reducidas a las formas que le preceden (Engels, 1982:210-212). La problemática ambiental se ha abordado en el pensamiento teórico a lo largo de su desarrollo histórico y resumiendo sus tendencias fundamentales en la contemporaneidad, se enuncian algunos elementos de interés:

- ◆ La preocupación por la problemática ambiental nace como una necesidad histórica, ante la evidencia de los fenómenos particulares que caracterizan a la sociedad humana.
- ◆ El proceso de su conocimiento avanza paulatinamente conjugándose en él lo gnoseológico y lo metodológico, pero también elementos axiológicos.

- ◆ El análisis teórico de la problemática ambiental, deriva en un dilema entre las ciencias particulares y fundamentalmente entre la economía y la ecología, una vez que la problemática involucra la relación sociedad – naturaleza.

Conclusiones

- ❖ Lo ambiental se refleja en la conciencia colectiva de la sociedad a nivel de lo cotidiano, pero con una tendencia a ocupar cada vez más una de las preocupaciones en el orden gnoseológico y por tanto la necesidad de integrarse a un nivel teórico de comprensión a los problemas que con él se asocian y que preocupan al hombre. La problemática ambiental por tanto, aparece como un problema gnoseológico y se constituye como problema de la ciencia, a partir de un nivel de concientización del mismo.
- ❖ El problema epistemológico que emana de la diversidad de corrientes que confluyen en relación a lo ambiental está no tanto en la falta de una teoría que lo explique, porque de hecho hay varios acercamientos a la explicación de este objeto, sino en la base teórico-metodológica que sustenta a dichos planteamientos. Por tanto, si bien lo ambiental hoy puede analizarse en los marcos del conocimiento particular y desde estas ciencias pueden llegarse a establecer propuestas de solución concretas, por otro lado, el marco referencial filosófico como cuadro general del mundo al respecto de este problema, se encuentra hoy en una fase de redefinición que exige un salto cualitativo.

Referencias.

1. Ángel Maya, Augusto. La trama de la vida. Bases ecológicas del pensamiento ambiental. Cuadernos Ambientales. Serie Ecosistema y Cultura (Colombia) (1): 1993.-- 77 p.
2. Ángel Maya, Augusto. La fragilidad ambiental de la cultura / Augusto Angel Maya. -- Bogotá, Colombia: Edit. Universidad Nacional, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), 1995.-- 129 p.
3. Beltrán, Miguel Ciencia y Sociología / M. Beltrán.-- Madrid, España: Edit. Siglo XXI, 1988.-- 393 p.
4. Campbell, Bernard. Ecología Humana. La posición del hombre en la naturaleza / Bernard Campbell.-- Barcelona, España: Salvat Editores SA, 1985.-- 275 p.
5. Engels, Federico. Anti - Duhring / Federico Engels.--La Habana, Cuba: Editora Política, 1963.-- 522 p.
6. Engels, Federico. El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre. En: Obras Escogidas en 3 Tomos, Tomo 3 / Carlos Marx y Federico Engels.—Moscú: Editorial Progreso, 1974.—pp.66-79.
7. Orudzhev, Zaid M. La Dialéctica como sistema / ZaidOrudzhev-- La Habana, Cuba: Edit. Ciencias Sociales, 1978.-- 295 p.

UNA APROXIMACIÓN A LA GESTIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DESDE LAS ORGANIZACIONES INTELIGENTES

M. L. Guerrero-Julio

Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santander UDES, Campus Universitario lagos del Cacique, calle 70 No 55-210 Bucaramanga Santander, Colombia – marlene.guerrero@udes.edu.co

Área de participación: Gestión de riesgos, Ingeniería, Administración

Resumen: Gestionar los Riesgos y Controles relacionados con las Tecnologías de la Información se ha convertido hoy en día en un proceso de vital importancia para las organizaciones. Dicho proceso tiene implicaciones técnicas, pero a la vez, debe abordarse desde perspectivas innovadoras que proporcionen matices de gestión del conocimiento y desarrollo organizacional. Una de estas perspectivas es la de las organizaciones inteligentes, la cual está relacionada con la capacidad de aprendizaje permanente de los individuos. Este artículo, presenta una aproximación a la gestión de riesgos y controles en Tecnologías de la Información, desde la perspectiva de las organizaciones inteligentes, partiendo desde su fundamentación conceptual, para llegar a generar una propuesta de disminución de la brecha entre ellos.

Introducción.

El concepto de organización inteligente fue presentado por Peter Senge [1] como una contribución al proceso administrativo, haciendo referencia al esfuerzo continuo que deben mantener los empleados para aprovechar todas sus capacidades y fortalezas en la consecución de los objetivos estratégicos empresariales [2].

Según [3], la capacidad de aprendizaje de las organizaciones está íntimamente ligada con sus procesos de innovación y desarrollo, motivo por el cual, los esfuerzos que se establezcan para transformar los modelos mentales de los individuos en visiones compartidas y en actuaciones sistémicas de trabajo en equipo y de autocrecimiento, repercutirán en ventajas competitivas y en mejores formas de lograr los resultados.

La Gestión de Riesgos y Controles en Tecnologías de Información, como todo proceso organizacional, no es ajeno a la necesidad de generar nuevas técnicas y conocimiento administrativo tendientes a mitigar los riesgos. Es por ello que se hace necesario preguntarse: ¿Cuáles son los factores que ayudan a un aprendizaje organizacional para gestionar riesgos y controles en TIC? ¿Cuáles son los procesos que ayudarían a consolidar una organización inteligente en torno a la gestión de riesgos y controles en TIC?

Un acercamiento al concepto de las Organizaciones Inteligentes

Una organización inteligente es aquella que aprende constante y sistemáticamente, obteniendo el mayor provecho posible sobre sus experiencias, es decir aprendiendo de ellas [4]. Senge, explica que las organizaciones inteligentes basan su aprendizaje en cinco disciplinas: Dominio personal, Modelos Mentales, Aprendizaje en equipo, Visión compartida y Pensamiento Sistémico.

El dominio personal tiene que ver con la capacidad individual de establecer objetivos claros y encaminar todas las energías y capacidades personales en ello. En la medida en que las organizaciones puedan alinear las necesidades de crecimiento personal con las necesidades de crecimiento de la empresa, este factor se convierte en la piedra angular de las organizaciones inteligentes.

Por su parte, los modelos mentales están relacionados con los supuestos sobre los cuales nos basamos para describir la realidad. Estos modelos permiten a los empleados establecer una percepción sobre los eventos, políticas o estructuras organizacionales, razón por la cual, lo que para un empleado puede ser bueno bajo su modelo mental, puede no serlo para otro. En la medida en que las empresas puedan generar transformaciones sobre estos modelos mentales, se podrán encontrar y generar estrategias para que se produzca un proceso de aprendizaje continuo.

Con respecto a la noción de visión compartida, esta se refiere a la visión organizacional, es decir a los valores, objetivos y metas profundamente compartidos por cada uno de los individuos miembros de la organización. Es importante resaltar que esto no tiene que ver con la coacción de un líder por el cumplimiento de una meta, sino con el deseo arraigado de los empleados de contribuir con los objetivos estratégicos desde su propio crecimiento personal y profesional.

En cuanto al aprendizaje en equipo, se debe propiciar una adecuada sinergia organizacional, en la que los empleados suspendan sus supuestos y empiecen a generar un pensamiento grupal, develando los patrones de interacción y superando los patrones de defensa que impidan un adecuado aprendizaje.

Por último, el pensamiento sistémico, ayuda a las organizaciones a concentrarse en las interrelaciones y patrones del sistema empresarial, con el fin de comprender cada uno de sus elementos y en el impacto que tienen entre ellos.

De acuerdo con [5] las organizaciones inteligentes se desenvuelven en siete dimensiones: aprendizaje continuo, diálogo e investigación, aprendizaje en equipo, sistemas embebidos, potencialización de los empleados, sistema de conexiones, empoderamiento y liderazgo. Cada una de estas dimensiones, contribuye a la generación de una cultura de aprendizaje, en donde existe una permanente innovación y generación de conocimiento, basada en el trabajo en equipo y el sentido de colaboración con los objetivos de la organización.

El Proceso de la Gestión de Riesgos y Controles en Tecnologías de Información

En la gestión de riesgos y controles en TIC, los individuos hacen parte fundamental de la implementación de los procesos y a nivel organizacional todos están involucrados en el logro de su principal objetivo estratégico que es llevar los riesgos a un nivel aceptable y garantizar las medidas de control requeridas.

Según [6], la gestión de riesgos y controles está constituida por siete actividades: el establecimiento del contexto organizacional, la identificación de los activos críticos, la identificación y evaluación de las amenazas y vulnerabilidades de los activos críticos, el diseño de los escenarios de riesgo, el diseño de las estrategias de tratamiento y protección, la documentación de resultados y revisión de casos y por último, el monitoreo y control. Cada una de estas actividades es desarrollada por personal de la empresa y se deben establecer compromisos y responsabilidades claras.

No obstante, a pesar de que en muchas organizaciones existen políticas establecidas para la gestión de riesgos y controles en TIC, estas no son reconocidas por los empleados como la correcta forma de hacer las cosas al contrastarlas con sus propios valores, generados a partir de sus supuestos y de la interacción con la cultura organizacional.

En una encuesta global realizada por Ponemon-Raytheon [7], se evidencia que la tasa más alta de riesgo relacionado con TIC está dada por la incapacidad de saber lo que hace el empleado en el lugar de trabajo, la complacencia de los empleados sobre los aspectos de seguridad y la incapacidad para controlar los dispositivos y las aplicaciones empleadas en su lugar de trabajo. Esto refleja la incidencia que el factor humano tiene no sólo sobre los riesgos sino también sobre su gestión.

La gestión de riesgos y controles en TIC es un proceso que implica cambios y la mayor parte de ellos están relacionados con el entorno, es decir con las amenazas y vulnerabilidades que no sólo la misma tecnología presenta, sino también con las que son ocasionadas por los empleados.

Es en este punto donde el aprendizaje organizacional puede coadyuvar a la mejora de los procesos de gestión, puesto que contribuiría a disminuir la brecha entre los modelos mentales de los empleados y los objetivos estratégicos de la organización, propiciando que los esfuerzos y capacidades individuales se orienten a la mitigación de los riesgos y que se generen esquemas de realimentación que permitan un escenario de continuo movimiento hacia la innovación y la gestión de conocimiento en esta área.

Resultados y Discusión.

Relacionando los conceptos y disminuyendo la brecha.

El aprendizaje organizacional no es inherente a las empresas y es por ello que se deben destinar esfuerzos significativos para que ello se propicie. A pesar de que

se habla de organizaciones inteligentes, no son las organizaciones por si solas las que aprenden, el aprendizaje se logra sólo a través de sus empleados.

Las organizaciones necesitan sobrevivir, responder a constantes amenazas relacionadas con las Tecnologías de la información y a entornos cambiantes, razón por la cual requieren mantener una alta disposición de sus empleados para innovar en los procesos de gestión de riesgos y controles. La capacidad de las organizaciones para reconocer a los individuos como parte activa de dicho proceso es lo que propiciará un verdadero factor de transformación.

Las estrategias de desarrollo organizacional para la gestión de riesgos y controles en Tecnologías de la Información, deben apoyarse de medidas para mejorar la capacidad de aprendizaje de los empleados, en torno a los procesos de control para mitigar riesgos, entendidas éstas como el aprendizaje permanente y un cambio en sus actitudes de aprendizaje.

Teniendo en cuenta las cinco disciplinas establecidas por Senge, la gestión de riesgos y controles en TIC implica varios aspectos importantes:

1. Comprender la complejidad. Las organizaciones deben estar dispuestas a reconocer su contexto y con ello las posibles amenazas a las cuales están expuestas. En un entorno cambiante, los riesgos y sus alternativas de control no pueden ser definidos una única vez, sino que deben pasar por un proceso de actualización constante y sistemático.
2. Adquirir compromisos. Cada uno de los empleados debe estar en capacidad de generar cambios profundos en la forma como se identifican las amenazas y vulnerabilidades a las cuales están expuestos los activos a su cargo. Aunque no todos están en capacidad de diseñar escenarios de riesgo, su participación es fundamental, en la medida en que pueden proveer conocimiento sobre los procesos.
3. Asumir responsabilidades. Todos los empleados tienen la responsabilidad de implementar las estrategias de tratamiento y protección definidas en la organización.
4. Crear sinergias a través del trabajo en equipo. El trabajo en equipo es fundamental para el aprendizaje organizacional. Los empleados deben contribuir para documentar los resultados de la implementación de las estrategias de control de riesgos y para ayudar en la revisión de los casos, con el fin de gestionar el conocimiento asociado.
5. Buscar el continuo autocrecimiento. El trabajo no debe quedarse simplemente en la documentación, es necesario realizar acciones de monitoreo y control, con el fin de realimentar los procesos, las estrategias y detectar nuevas amenazas y vulnerabilidades.

En su libro *la Danza del Cambio* [8], Senge establece que para sostener el impulso en las organizaciones se debe pasar por varios retos: La iniciación, sostener la transformación y por último, rediseñar y repensar (ver figura 1). En consecuencia,

si se desea aproximar la gestión de riesgos y controles desde la perspectiva de las organizaciones inteligentes, se debe tener en cuenta lo siguiente:

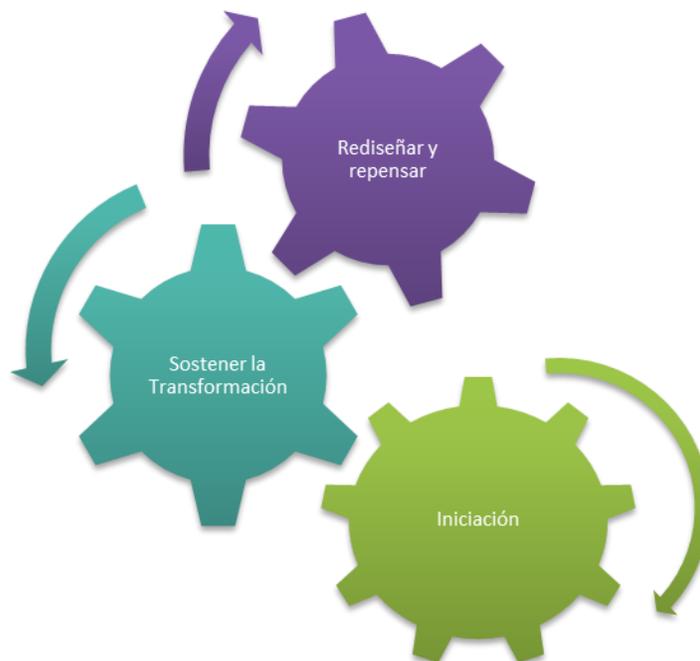


Figura 1.- Retos para sostener el impulso de una organización que aprende. Fuente. Basada en [8]

La iniciación del cambio

Todo proceso de cambio requiere del establecimiento de un grupo piloto, razón por la cual, una vez identificados los puntos críticos en donde se debe intervenir, se debe escoger un grupo de personas al interior de la organización que implemente a cabalidad las estrategias de control establecidas para la mitigación de los riesgos. Es importante que la dirección posibilite el entrenamiento y la guía necesaria para que los empleados se sientan apoyados y que de esta manera procedan a invalidar sus anteriores prácticas.

La iniciación también implica, romper con las barreras que comúnmente exponen los empleados sobre la falta de tiempo, por lo cual, la alta dirección debe generar una política asociada con la implementación de los controles. Esto contribuirá también a que los empleados evidencien la pertinencia de las acciones que emprenden y el impacto que tienen sobre los objetivos estratégicos organizacionales, es decir, propiciará una visión compartida de la importancia de la gestión de riesgos y controles, lo cual llevará a que se logren las metas establecidas.

Sostener la transformación

Uno de los principales retos relacionados con sostener el cambio es el temor y ansiedad de los involucrados. Temor por el proceso de cambio mismo, el cual implica mayor compromiso y ansiedad por la responsabilidad que deben adquirir. Es por ello, que las empresas deben generar estrategias que ayuden a los empleados a sentirse seguros, respecto de las acciones que emprenden al mitigar un riesgo, permitiendo que pongan en juego su idoneidad en el trabajo para el cual fueron contratados, al mismo tiempo que esto genere un crecimiento personal y profesional y le permita confiar en el equipo de trabajo con el que cuenta para hacerlo.

Ahora bien, la transformación también implica una expectativa constante frente a los cambios generados y por ende la definición de estrategias de evaluación y medición. El monitoreo y el control ayuda a las organizaciones a aprender sobre la pertinencia de las acciones de control establecidas, los resultados obtenidos, la capacidad de intervención de las personas responsables y con ello la capacidad de aprendizaje sobre los casos presentados.

Rediseñar y repensar la gestión de riesgos y controles en TIC

El principal componente en el rediseño de los procesos de gestión de riesgos y controles en TIC, tiene que ver con el establecimiento de un gobierno organizacional, es decir, con la intervención de la alta dirección en la extensión de los resultados del grupo piloto al resto de la empresa.

En relación con la premisa anteriormente planteada, se deben propiciar espacios de difusión para que todos los empleados puedan aprender de los resultados obtenidos con el grupo piloto y se deben generar estrategias de actualización permanente, propiciando la innovación.

En este sentido, el ciclo de aprendizaje planteado por Senge en [8], permite concluir que las organizaciones deben generar una amplia cantidad de información relacionada con los riesgos y los controles aplicados, de manera que se pueda crear una base de conocimiento para quienes se encargan de tomar decisiones. Esta información debe sistematizarse, permitiendo su adecuada comunicación.

De igual manera, es importante que se definan equipos de trabajo con responsabilidades y compromisos claros que estén alineados con los objetivos estratégicos de la organización, favoreciendo con ello la interpretación colectiva y la visión compartida y adicionalmente la flexibilidad y rapidez en la toma de decisiones.

Finalmente, Se deben medir los resultados para analizar las lecciones aprendidas y establecer los mecanismos para la mejora continua.

Conclusiones.

Los retos del cambio organizacional para la gestión de riesgos y controles en TIC desde la perspectiva de las organizaciones inteligentes son complejos y tienen repercusiones tanto en los individuos como en el logro de los objetivos estratégicos. La definición de políticas y regulaciones sólo hace parte de la

iniciación, es importante sostener el cambio y rediseñar y repensar procesos que permitan tomar decisiones y realimentar sobre las lecciones aprendidas.

El aprendizaje organizacional ayuda a generar conocimiento y en un proceso complejo como la gestión de riesgos y controles en TIC, propicia no solo un reconocimiento por parte de los empleados de los riesgos a los cuales está expuesta la organización, sino también su responsabilidad en ello. Esto posibilita que al formar una visión compartida se logren los resultados esperados.

Agradecimientos.

Agradecimientos a la Universidad Internacional Iberoamericana de México por permitir el desarrollo del proyecto doctoral titulado Modelo de cambio organizacional para la gestión de riesgos y controles en Tecnologías de la Información y la Comunicación, desde el enfoque de las organizaciones inteligentes, sobre el cual se basa este artículo.

Referencias.

1. P. Senge. La quinta disciplina en la práctica. Ed.; Doubleday. New York. 1994
2. S.H. Jeong, T. Lee, I.S. Kim, M.H. Lee, and M.J.H. Kim. The Effect of Nurses' Use of The Principles of Learning Organization on Organizational Effectiveness, *Journal of Advanced Nursing*, 58(1), pp. 53–62. 2007.
3. N. Hussein, A. Mohamad, F. Noordina and N. Ishak. Learning Organization and its Effect on Organizational Performance and Organizational Innovativeness: A Proposed Framework for Malaysian Public Institutions of Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 130. Pp. 299 – 304. 2014.
4. M. Yaşlıoğlu, Ö. Şapb , D, Topluca. An Investigation of the Characteristics of Learning Organizations in Turkish Companies: Scale Validation. *Social and Behavioral Sciences* Vol. 150. Pp. 726 – 734. 2014.
5. K.E. Watkins and V.J. Marsick. *Sculpting the Learning Organization: Lessons in the Art and Science of Systemic Change*. San Francisco: Jossey-Bass. 1993.
6. M. Guerrero y L. Gómez. Gestión de riesgos y controles en sistemas de información: del aprendizaje a la transformación organizacional. *Revista Estudios Gerenciales*, Vol. 28 No. 125. 2012.
7. Ponemon-Raytheon (2015). *Global Megatrends in Cybersecurity*. Ponemon Institute Research Report. <https://www.ponemon.org/>. Unites Estados.
8. P. Senge. La danza del cambio. Los retos de sostener el impulse en organizaciones abiertas al aprendizaje. Ed.; Doubly. New York. 1999.
9. E. Schein. *Psicología de la Organización*. Editorial Prentice-Hall, México.1991

TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF A LARGE-AIR CORE BRAGG FIBER MEASURED WITH LASER SOURCES AT WAVELENGTHS OF 1064 AND 1940 NM

Vlastimil Matějec¹, Ondřej Podrazký¹, Ivan Kašík¹, Milan Frank²,
Michal Jelínek², Václav Kubeček²

¹ Institute of Photonics and Electronics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Chaberská 57, 182 51 Prague 8, Czech Republic; e-mail: matejec@ufe.cz, ² Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University in Prague, Břehová 7, 115 19 Prague 1, Czech Republic

Summary: This paper shows the performance of optical fibers for telecommunications, fiber-optic sensors, fiber-lasers and for delivery of high-powers in solar systems, medicine, industry. In details it presents transmission characteristics of a Bragg fiber with a large air core of 56 μm in diameter and with a cladding of three pairs of high- and low-index layers. The high-index layers have been fabricated from silica doped with germanium dioxide while the low-index layers from silica glass. Two laser sources operating at 1064 and 1960 nm have been employed for the determination of transmission characteristics such as transmittance, attenuation coefficient, and bending losses. A pulse Nd:YAG laser was used at the wavelength of 1064 nm and a thulium fiber laser at 1940 nm. As results nearly the same transmittance values of about 49% have been determined at both the wavelengths while an attenuation coefficients of 0.085 and 1.287 dB/m have been measured at the wavelengths of 1064 nm and 1940 nm respectively. The fiber exhibits bending losses of 0.38 dB when bent to a diameter of 15 mm. Measured data have been explained on the basis of the theory of ARROW waveguides. Results have proved the performance of air-core Bragg fibers for delivery of laser radiation.

Introduction.

Within last forty years optical fibers have shown their potential for a number of applications in advanced telecommunications [1]. Compared to previous coaxial cable systems and free-space radio links optical fibers offer a very large bandwidth reservoir. Such a reservoir means the capability to code signals and propagate them at virtually any data rate. This is because optical carriers oscillate at 200,000 GHz frequencies, comparing with MHz–GHz radio communications. Moreover, the high transparency of the fibers allows us to transmit such signals over distances as long as 100–150 km with still enough light at the fiber end to recover, regenerate or re-amplify the data.

However, optical fibers have brought another progress into telecommunication systems. This progress is related to the employment of EDFAs (Erbium Doped Fiber Amplifiers) for the regeneration and re-amplification of the transmitted data. EDFAs are based on a short segment of a silica fiber slightly doped in the core with erbium atoms. The erbium dopant can store energy and release it as the optical signals pass through the core due to so called stimulated emission, upon which lasers are based. In order to excite the erbium atoms pumping sources based e.g. on InGaAsP have been employed [1]. The EDFA amplifiers allow us to increase lengths of telecommunication lines above 10000 km. Moreover, EDFAs make possible to re-amplify several signals at different wavelengths simultaneously and without any mutual interference. This property is employed in so called wavelength

division multiplexing (WDM) systems. Thus, thousands of billions of bits from 100–200 WDM channels could be regenerated at once in the EDFA.

Optical fibers have also been investigated for the development of fiber-optic sensors (FOS) [2]-[6]. Such sensors can benefit from small transversal dimensions of optical fibers and their long lengths and thus they can be employed for sensing in remote or hardly accessible places or over long distances. As FOS are based on dielectric materials they can operate in strong electromagnetic fields or in harsh environments. FOS can also use some light sources, detectors, connectors, couples, etc. fabricated for telecommunications.

FOS have been employed for the detection of physical variables such as temperature, pressure, mechanical stresses, etc [2]-[4]. A large number of FOS has been investigated for chemical sensing or biosensing in medicine, biology or for environmental protection [5],[6].

A number of FOS relies on telecommunication types of fibers which, however, are modified with special coatings [5], Bragg {FBGs} or long-period optical gratings [4], or tapered [6] for making them sensitive to detected variables. Fiber bundles are used in imaging chemical FOS. Capillary optical fibers and recently photonic crystal fibers have also been tested [5],[6]. FOS have been used for monitoring structural health of buildings, traffic monitoring on highways, temperature measurements in electrical transformers, detection of leakages from product pipes, etc. [2],[3].

Recently, optical fibers have been employed for the development of fiber-optic lasers. Such lasers are based either on the stimulated emission of rare-earth atoms doped in the fiber core [7],[8] or on inelastic Raman scattering of photons on materials of the fiber core [9]. Fiber lasers provide us with better thermal management and total elimination of thermal lensing, they exhibit well controlled spatial distribution of the signal and therefore better beam quality and stability, as well as small quantum defects, and low cavity and transmission losses.

In fiber lasers employing rare-earth ions the amorphous nature of the fiber core provides us with inhomogeneously broadened ion emission and absorption spectra, which are wider than those in crystals [7]. Such broad spectra enable us the wide tuning of fiber lasers and their efficient work from continuous-wave (CW) operation to generation of ultra-short optical pulses. Fiber lasers can employ rare-earth ions, such as ytterbium, erbium, thulium, or holmium. In fiber lasers based on silicate glasses ytterbium has a broad emission band around 1 μ m, erbium around 1.55 μ m and thulium around 2 μ m. Fiber lasers based on fluoride glasses can operate at wavelengths around 2.8 and 3.9 μ m when doped in the core with erbium and holmium ions, respectively [8].

The cavity of fiber lasers can be formed either by bulk mirrors placed on either fiber end, or by FBGs written directly into the fiber core [7]. Pumping sources for fiber lasers are usually laser diodes with the outputs launched either in the core or cladding of the fiber. Recently, high-power and low-brightness laser diodes have been employed for cladding pumping fiber lasers in order to achieve intense high-brightness output laser beams. CW output powers in a range 30-100 kW have been achieved with ytterbium fiber lasers clad-pumped with laser diodes [7],[8].

At Raman lasers pumping light is launched into the core or cladding of step-index or graded-index fibers [9]. Raman conversion enables us to generate laser signals

at a variety of wavelengths because it is only dependent on the pump wavelength and the Raman wavelength shift. In standard silica fibers a small Raman shift of about 440 cm^{-1} means that the efficiency can be quite high and thus the need to remove excess heat from the fiber is reduced. A Raman laser on a graded-index fiber pumped with a low-brightness laser diode has achieved the efficiency around 53% [9].

In telecommunication and sensing applications fibers usually transmit low optical powers up to tens of mW. However, optical fibers have also been employed for delivery of high-power laser radiation of lasers in medicine [10]-[14], industry[15], etc. In some applications laser radiation is used in remote or hardly accessible working places, e.g. inside human bodies during surgery operations. For such purpose laser radiation is often transmitted by optical fibers. While silica optical fibers can deliver laser powers in VIS and NIR spectral regions, special optical fibers with solid or air cores have been developed for the MIR spectral region [13-15].

Several types of optical fibers with solid cores have been tested for transmitting MIR radiation. They include silica fibers [10]-[13],[15],[16], sapphire fibers [10],[13],[16], germanium dioxide fibers [13],[14],[16], chalcogenide or fluoride fibers [13],[16], etc.. It is well known that single-mode silica optical fibers have enough low optical losses at wavelengths shorter than about $2.1\text{ }\mu\text{m}$ [16]. Thus, they can not be applicable for transmitting radiation of Er:YAG (wavelength of $2.94\text{ }\mu\text{m}$), or CO_2 lasers operating at a wavelength of $10.6\text{ }\mu\text{m}$.

Sapphire fibers [10], [13],[16] can be used at wavelengths up to $5\text{ }\mu\text{m}$. Fibers operating in the MIR have also been prepared from germanate or tellurite glasses. Flexible endoscopes have been developed from germanate glasses and tested with Er:YAG lasers [14].

Fibers based on arsenic sulfide can transmit IR radiation up to about $6\text{ }\mu\text{m}$ while those of arsenic selenide can work at longer wavelengths up to $12\text{ }\mu\text{m}$ [16]. Minimum optical losses of about 0.1 dB/m have been measured on fibers drawn from arsenic sulfide glasses. Fluoride fibers have similar IR edges as arsenic sulfide ones but lower optical losses on a level of 0.05 dB/m [16]. Polycrystalline AgClBr fibers can be used for transmitting radiation of Er:YAG and CO_2 lasers because they exhibit losses of 3 and 0.5 dB/m at 2.94 and $10.6\text{ }\mu\text{m}$ respectively [13].

Due to defects and nonlinear optical effects caused by high transmitted energies inside fibers or at their faces, the performance of optical fibers with solid cores at long-term delivery of high powers can be limited [10]. This was one of reasons why fibers with air cores such as hollow or capillary fibers (HFs), microstructure fibers (MSFs), hollow-core photonic band gap (HC-PBG) fibers, Kagome-like or hollow-core Bragg fibers have been investigated for transmitting high laser powers.

HFs are flexible hollow capillaries in which light is guided in the capillary hole. For such purpose the inner capillary wall is provided with an internal surface coating, which exhibits a very high reflection at working wavelengths [13],[16]-[19]. The coating usually consists of a silver- mirror layer onto which a dielectric film based e.g. on silver iodide is applied [16],[19]. Recently, Bragg mirrors composed of alternating high- and low-index layers have been applied over the silver layer in HFs [19]. Such mirrors have made possible to prepare HFs with optical losses of

about 0.5 dB/m at 10.6 μm [19]. Generally, HFs can transmit radiation of continuous CO₂ lasers on kW levels [13], but they can be used also in the visible and near-IR regions [18],[19]. They are very durable and chemically stable even after prolonged high laser energy transmission. Unfortunately, HFs can suffer from power losses due to light refractions and fiber bending to diameters of several centimeters.

In addition to HFs sapphire capillary fibers have been tested with CO₂ lasers because this material has a refractive index around 0.67 at 10.6 μm [13]. However, such fibers exhibit high optical losses because evanescent waves propagate through the wall that exhibits with very high losses at 10.6 μm .

Microstructure fibers (MSFs) consist of a solid core and a cladding of a lattice of air holes in the same material as that of the core [16]. Due to such air holes the mean refractive-index of the cladding is lower than that of the core. MSFs are usually prepared from silica but for the MIR region they have also been fabricated from chalcogenide or fluoride glasses [16]. Such fibers exhibit a number unique optical characteristics such as supercontinuum generation [16].

Remarkable reduction of optical losses in comparison with those of HFs can be achieved by employing hollow-core photonic band gap (HC-PBG) fibers [20]. The claddings of HC-PBG fibers consists of silica and air holes arranged in a regular grid. At particular wavelengths such a grid exhibit the photonic band gap due to which light is confined into the air core and its intensity evanescently decays in the cladding. In the band gap condition approximately 98% of light transmitted through an HC-PBG fiber can be guided with low losses in large air cores [21]. HC-PBG fibers have already been tested for transmitting nanosecond pulses with energy of 1 mJ through the hollow core of 14 μm in diameter [22]. Such fibers have shown their performance for delivery of radiation of a Nd:YAG laser at 1.064 μm or an Er:YAG laser at 2.94 μm [23],[24]. Optical losses of HC-PBG fibers on a level of 2.5 dB/m have been achieved at wavelengths around 3.1 μm which is 2 orders of magnitude lower than losses of bulk silica [16]. HC-PBG fibers are drawn from input stacks consisting of precisely set silica tubes with proper diameters [25]. A relatively complex sol-gel method based on the preparation of silica monoliths with the replica of the fiber-cladding air holes has also been developed [26].

Recently, so called Kagome-like hollow-core photonic-crystal fibers have been prepared from silica [27],[28]. Such fibers have a high air-filling fraction of the cladding and negative curvature of the core/cladding boundary and thus they can exhibit a very low power-fraction in their cladding [27],[28]. It has been shown that such fibers can transmit laser radiation with intensities on a level of pW/cm² with optical losses of about 17 dB/km at a wavelength of 1 μm [27] and of about 34 dB/km around 3 μm [16]. The delivery of peak powers of tens MW in Kagome-like fibers HC-PCFs has been observed at 1.03 μm [28]. The fabrication of such fibers needs very sophisticated control of the pressure inside a preform during the fiber drawing from input capillary stacks.

The photonic bandgap effect is employed at Bragg fibers too. In such fibers the air or solid core is surrounded by alternating high- and low-index concentric layers (Bragg layers) followed by a uniform outer cladding. If the fiber cladding is properly designed it exhibits the photonic band gap and efficiently confines the transmitted light into the core by means of a finite number of Bragg layers. Bragg fibers have

been fabricated from doped silica [29]-[33] or from chalcogenide glasses and polymers [34],[35].

Bragg fibers of silica glasses with hollow cores have been prepared by employing the MCVD method [29]-[33]. It has been found that such fibers can exhibit losses on a level of 0.2 dB/m at 1.55 μm [33]. Damage threshold intensity of about 30 GW/cm^2 has been determined at 1.064 μm [33]. Hollow-core silica Bragg fibers with claddings of silica (high-index part) and air (low-index part) have also been developed [30],[31].

Bragg fibers for MIR region are fabricated by a special method based on the application of a layer of chalcogenide glass on a flexible polymeric foil, e.g. of polysulfone, and by subsequent rolling the composite foil onto a mandrel [34],[35]. Air-core Bragg fibers are drawn from the heat-treated foil with the layers. Fibers with optical losses below 1 dB/m at a wavelength of 10.6 μm have been fabricated by using this approach and tested with a CO_2 laser in neurosurgery [35].

The review above shows the potential of optical fibers for telecommunications, sensors, fiber lasers as well as for high-power radiation delivery. In a CITID 2017 course the performance of optical fibers for optical communications, fiber lasers and amplifiers, for fiber-optic sensors and for radiation delivery will be presented in details. This paper shows the content of a CITID 2017 lecture and deals with transmission characteristics of a hollow-core Bragg silica fiber for delivery of radiation of a Tm laser operating at 1.94 μm and a Nd:YAG laser emitting at 1.064 μm . Results on the transmission characteristics and bending losses of the fiber at both these wavelengths are reported.

Design and modeling of a fiber

A schematic refractive index profile of the investigated Bragg fiber is shown in Figure 1. The fiber consists of a large air core followed by a cladding composed of three pairs of high- and low-index layers. A diameters of the core of 55 μm has been designed. High-index layers based on germanium-doped silica glass and low-index layers of pure silica have been assumed. On the basis of previous experimental experience [29], [33] such materials correspond to a refractive-index contrast of 0.03 between the high- and low-index layers. Thicknesses of the high- and low-index layers have also been derived from previous experiments [33] and have been selected to be 1.70 and 2,00 μm , respectively.

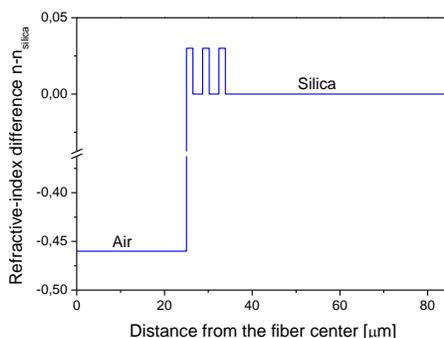


Figure 1.- Designed refractive-index profile of Bragg fiber

As the designed fiber has the large core diameter, the Bragg claddings can be considered as approximately planar and a model of ARROW waveguides can be used for the fiber design and for the interpretation [36]. The model relies on Eq. (1)

$$d_i = \frac{\lambda}{4n_i} (2N + 1) \left[1 - \frac{n_c^2}{n_i^2} + \frac{\lambda^2}{4n_i^2 d_c^2} \right]^{-0.5} \quad (1)$$

In Eq. (1) n_i , d_i are the refractive index and thickness of a particular cladding layer, respectively, n_c , d_c are the refractive index and diameter of the air core, respectively, λ is the wavelength at which light is in antiresonance with the particular layer i , and N is the mode order. In Table 1 antiresonance wavelengths calculated from Eq. (1) are shown for several mode orders for both the cladding layers. From Table 1 one can conclude that at wavelengths around 1100 nm the designed fiber supports the propagation of an optical mode of 3rd order in the fiber core. However, the second cladding layer exhibits the antiresonance wavelength shifted to a wavelength of 1200 nm. On the other hand, there are no antiresonance wavelengths close to the operating wavelength of 1940 nm for both the cladding layers and thus one can expect high fiber losses at this wavelength.

Table 1.- Calculated antiresonance wavelengths of the high-index (λ_1) and low-index (λ_2) cladding layers

Mode order N	λ_1 [nm]	λ_2 [nm]
0	7419	8400
1	2473	2800
2	1484	1680
3	1059	1200

EXPERIMENTAL DETAILS

Preparation of Bragg fibers

A preform for drawing the designed Bragg fiber was prepared by the standard MCVD method [32],[33]. At the preparation several layers of silica doped with fluorine were deposited at first onto the inner wall of a high-quality silica substrate tube. Then, the high-index Bragg layer composed of silica doped with germanium dioxide and a small amount of phosphorous pentoxide was applied. The following low-index Bragg layer was composed of silica doped slightly with phosphorous pentoxide. Then, the same procedure of preparing the high- and low-index layers was repeated to obtain three pairs of Bragg layers. As the last layer the germanium-doped one was prepared.

A Bragg fiber with the glass-part diameter of 170 μm was drawn from the tube with the applied Bragg layers using a graphite resistance furnace Centorr (USA). The diameter of the core was controlled by a drawing velocity and by a drawing temperature that was set to be of about 2000 $^{\circ}\text{C}$. The fiber were coated by a protective polymeric jacket of UV-curable acrylate (De Sotto) during drawing.

Cross-sections and dimensions of the prepared Bragg fiber were characterized by transmission optical microscopy. Fiber segments with a length up to 2 cm were used in these measurements.

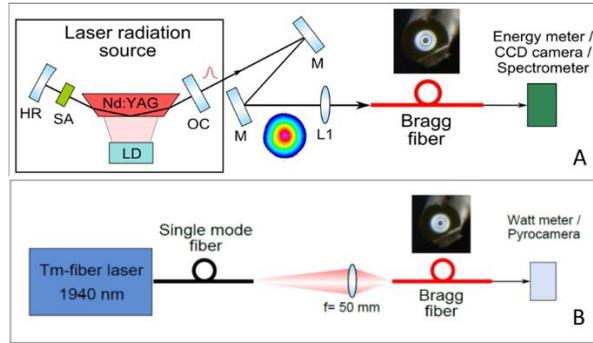


Figure 2.- Experimental laser setups for measuring transmission characteristics: A) Nd:YAG laser set-up operating at 1064 nm, B) Tm laser set-up for 1940 nm; Insets show the fiber cross-sections.

Transmission characteristics of the prepared fiber at 1064 and 1940 nm

Principal experimental setups for measuring transmission characteristics are shown in Figs. 2. A laboratory-designed passively Q-switched quasi-continuously pumped Nd:YAG (QSW) laser (see Figure 2A) in a bounce geometry was used for the wavelength of 1064 nm. It can generate single pulses with duration of 9 ns at a repetition rate of 10 Hz and energy up to 1 mJ in a nearly fundamental transversal mode [37]. An AR-coated glass lens L1 with a focal length of 50 mm was used for focusing laser light onto the input face of a tested fiber.

The second laser was a thulium fiber one (Figure 2B) operating in the pulse regime with the peak power of 15 W at the pulse duration of 2 ms and repetition rate of 10 Hz. The collimated output laser beam was focused by using a spherical lens with a focal length of 50 mm. In the waist the focused laser beam had a radius of 12 μm .

Using the setups shown in Figs. 2 the fiber transmittance was determined on fiber segments with a length of 1 m. The fiber transmittance was calculated as a ratio of energy (power) from the fiber to the input energy (power) into it.

The attenuation coefficients of the prepared fiber were also measured by using the cut-back method. In experiments a tested fiber with a length of about 40 m was excited by using a particular laser source and output energy from the fiber E_1 was measured. Then, the fiber was cut to a length of about 1 m without a change of the input coupling conditions and output energy from this reference fiber E_0 was measured. The attenuation coefficient α was calculated from Eq. (2)

$$\alpha = \frac{10}{L - L_{sh}} \cdot \log\left(\frac{E_0}{E_1}\right) \quad (2)$$

In Eq. (2) L and L_{sh} denote the fiber length and the length of the fiber after its cutting. The same equations is valid for the delivered power.

The coupling efficiency C was calculated from formula (3) where T is the fiber transmittance on a length L

$$T = C 10^{-\frac{\alpha L}{10}} \quad (3)$$

Bending losses of the fiber

Bending losses of the fiber were measured with both the laser sources on fiber segments with a length of about 1 m coiled on mandrels with diameters ranging from 13 to 50 mm. Output energy from the fiber was measured.

RESULTS AND DISCUSSION

Cross-sections and dimensions of the prepared Bragg fiber

An example of the fiber cross-section observed by transmission microscopy is shown in Figure 3. The high-index layers which can be seen as bright parts in the photo.

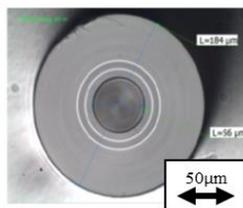


Figure 3.- Cross-section of the Bragg fiber taken by optical microscopy; air core diameter - 56 μm

Basic dimensions of the prepared fiber such as diameter of the core and thicknesses of the cladding layers determined by optical microscopy are presented in Table 2.

Table 2.- Basic dimensions of the prepared Characteristics Bragg fiber

Inner core diameter [μm]	56
Fiber diameter [μm]	170
Number of Bragg layers	3
Thicknesses of high-index layers [μm]	1-2 (1.7 design)
Thicknesses of low-index layers [μm]	2-3 (2.0 design)

Table 3.- Fundamental laser delivery of the prepared fiber at the wavelengths of 1064 and 1940 nm.

Wavelength [nm]	1064	1940
Attenuation coefficient, [dB]	0.085 \pm 0.003	1.278 \pm 0.003
Transmittance, L= 1 m [%]	47	50
Coupling efficiency [%]	48	67.1
Bending loss, 1 turn, D= 40 mm [dB]	0	0.
Bending loss, 1 turn, D= 15 mm [dB]	0.384 \pm 0.009	0.17 \pm 0.040

Transmission characteristics of the fiber

Examples of measured transmission characteristics are summarized in Table 3. From this table one can see that the transmittances measured at both the wavelengths are comparable, however attenuation coefficients substantially differ. This difference can be explained by calculated antiresonance wavelengths in Table 1 which show that light fraction in the cladding at the wavelength of 1940 is higher than at 1064 nm. Due to higher cladding losses at 1940 nm [16] light propagating in the fiber is more attenuated than at 1064 nm. The coupling efficiencies in Table 3

shows that approximately 30-50% of light delivered from the laser source to the input fiber face is irradiated on an initial part of the fiber with a length of 1m. In this part light is launched into Bragg modes which are confined in the core.

At the bending diameter of 15 mm lower bending losses have been determined for the wavelength of 1940 nm than for 1064 nm (see last row in Table 3). For bending diameters higher than 40 mm the coiling had no effects of light transmission through the fiber at both the wavelength which means that it is possible to employ the fiber coiled on mandrels with higher diameters than of 40 mm. On the basis of the laser characteristics and results in Table 3 one can determine that intensities on a level of kW/cm² with the Tm laser and of about GW/cm² [38] with the Nd:YAG laser can be transmitted in the fiber.

CONCLUSIONS.

The Bragg fiber with the air-core diameter of 56 μm has been prepared and its performance for laser radiation delivery at wavelengths of 1064 and 1940 nm has been determined with pulse Nd:YAG and Tm fiber lasers respectively. Fundamental fiber characteristics such as overall transmittance, attenuation coefficient and bending losses have been measured. Generally, the prepared Bragg fiber have exhibited the attenuation coefficients of 1.278 and 0.087 dB/m at the wavelengths of 1940 nm and 1064 nm respectively. Nearly the same transmittance values of about 49% have been measured on the fiber length of 1 m at both the wavelengths. The fiber exhibit higher bending losses of 0.38 dB at 1064 nm when bent at a diameter of 15 mm. The fiber is capable to transmit laser intensities to levels of GW/cm². Experimental transmission characteristics correlate with theoretical estimations made on the basis of ARROWs waveguides. Thus, the tested Bragg fiber has proved its potential for high-power radiation delivery in the NIR and MIR spectral regions.

Acknowledgements

This research has been supported by the Czech Science Foundation (contract No. 16-100019S).

References

1. E. Desurvire, C. Kazmierski, F. Lelarge, X. Marcadet, A. Scavennec, F.A. Kish, D.F. Welch, R. Nagarajan, C.H. Joyner, R.P. Schneider, S.W. Corzinec, M. Kato, P.W. Evans, M. Ziari, A.G. Dentai, J.L. Pleumeekers, R. Muthiah, S. Bigo, M. Nakazawa, D.J. Richardson, F. Poletti, M.N. Petrovich, S.U. Alam, W.H. Loh, D.N. Payne, *C. R. Physique* 2011, 12, 387-416.
2. R. Bogue, *Sensor Review* 2011, 31(4), 304–309
3. M. Yang, S.Li, D. Jiang. Review on optical fiber sensing technologies for industrial applications at the NEL-FOST., Le Cam, Vincent and Mevel, Laurent and Schoefs, Franck Eds., in. EWSHM-7thEuropeanWorkshop on Structural Health Monitoring, Jul2014,Nantes, France. 954-961, 2014.
4. P. Roriz, O. Frazão, A. Lobo-Ribeiro, J.L. Santos, J. Simõesa, *J. Biomedical Optics* 2013, 18(5), 050903.
5. X.-D. Wang, O.S. Wolfbeis, *Anal. Chem.* 2016, 88, 203–227.
6. M. Pospisilova, G. Kuncova, J. Trögel, *Sensors* 2015, 15, 25208-25259.

7. M.N. Zervas, C.A. Codemard, *IEE J. Selected Topics in Quantum Electronics* 2014, 20(5), 0904123, 23 pp.
8. P. Yhou, X. Wang., Y. Ma, H. Lü, Z. Liu, *Laser Physics*, 2012, 22(11), 1744–1751.
9. Y. Glick, V. Fromzel, J. Zhang, A. Dahan, N. Ter-Gabrielyan, R.K. Pattnaik, M. Dubinskii, *Laser Phys. Lett.* 2016, 13, 065101 (6pp)
10. S.A. Pierre, D.M. Albala, *World J. Urol.* 2007, 25, :275–283.
11. R.L. Blackmon, P.B. Irby, N.M. Fried, *Lasers Surg. Medicine* 2010, 42, 45–50.
12. George, L.J. Walsh, *Lasers Surg. Medicine* 2009, 41, 214–221.
13. J.A. Harrington, Proc. SPIE 1649 – Optical fibers in medicine VII, pp. 14-22, 1992.
14. T.J. Polletto, A.K. Ngo, A. Tchazpznikov, K. Leven, D. Tran, N.M. Fried, *Lasers Surg. Medicine* 2006, 38, 787–791.
15. M. Mielke, *Laser Focus World* 2013, 49(11), 35-41.
16. G. Tao, H. Heike Ebendorff-Heidepriem, A.M. Stolyarov, S. Danto, J.V. Badding, Y. Fink, J. Ballato, A.F. Abouraddy, *Advances in Optics and Photonics* 2015, 7, 379–458.
17. S. Sato, Y.W. Shi, Y. Matsuura, M. Miyagi, H. Ashida, *Lasers Surg. Medicine* 2005, 37, 149–154.
18. Y.W. Shi, K. Ito, Y. Matsuura, M. Miyagi, *Opt. Letters* 2005, 30, 2867–2869.
19. M. Soljacic, M. Ibanescu, T. Engeness, Proc. SPIE 9702, Optical Fibers and Sensors for Medical Diagnostics and Treatment Applications XVI, 97020K, 2016.
20. R.F. Cregan, B.J. Mangan, J.C. Knight, T.A. Birks, P. Russell, P.J. Roberts, D.C. Allan, *Science* 1999, 285, 1537–1539.
21. P.J. Roberts, F. Couny, H. Sabert, B.J. Mangan, D.P. Williams, L. Farr, M.W. Mason, A. Tomlinson, T.A. Birks, J.C. Knight, P. Russell, St., *Opt. Express* 2005, 13, 236–244.
22. S.O. Konorov, A.B. Fedotov, O.A. Kolevatova, V.I. Beloglazov, N.B. Skibina, A.V. Shcherbakov, E. Wintner, A.M. Zheltikov, *J. Phys.* 2003, D36, 1375–1381.
23. J.D. Shephard, J.D.C. Jones, D.P. Hand, G. Bouwmans, J.C. Knight, P.S. Russell, B.J. Mangan, *Opt. Express* 2004, 12, 717-723..
24. A. Urich, R.P.J. Maier, B.J. Mangan, S. Renshaw, J.C. Knight, D.P. Hand, J.D. Shephard, *Opt. Express* 2012, 20, 6677-6684.
25. F. Poli, A. Cucinotta, S. Selleri, Photonic crystal fibers: Properties and applications, Springer, AA Dordrecht, The Netherlands, pp. 34-36, 2007
26. H.E. Hamzaoui, L. Bigot, G. Bouwmans, I. Razdobreev, M. Bouazaoui, B. Capoen, *Opt. Mater. Express* 2011, 1, 234-42.
27. F. Benabid, F. Gerome, B. Debord, M. Alharbi, *Laser Focus World* 2014, 50(9), 1-9.
28. F. Emaury, C. Fourcade Dutin, C.J. Saraceno, M. Trant, O.H. Heckl, Y.Y. Wang, C. Schriber, F. Gerome, T. Südmeyer, F. Benabid, U. Keller, *Optics Express* 2013, 21, 4986-4994.
29. M.E. Lichachev, S.L. Semjonov, M.M. Bubnov, E.M. Dianov, V.F. Khopin, M.Y. Salganskii, M.A. Gurjanov, A.N. Gurjanov, R. Jamier, P. Viale, S. Fevrier, J.-M. Bondy, *Quant. Electr.* 2006, 36, 581-586.

30. G. Vienne, Y. Xu, C. Jakobsen, H.-J. Deyerl, J. Jensen, T. Sorensen, T.P. Hansen, Y. Huang, M. Terrel, R.K. Lee, N.A. Mortensen, J. Broeng, H. Simonsen, A. Bjarklev, A. Yariv, *Opt. Express* 2004, 12, 3500–3508.
31. S. Février, R. Jamier, J.M. Blondy, S.L. Semjonov, M.E. Likhachev, M.M. Bubnov, E.M. Dianov, V.F. Khopin, M.Y. Salganskii, A.N. Guryanov, *Opt. Express* 2006, 14, 562–569.
32. V. Matějec, I. Kašík, O. Podrazký, J. Aubrecht, M. Frank, M. Jelínek, V. Kubeček, *Proc. SPIE Vol. 8775, 877508-1 – 87508-11*, 2013.
33. M. Jelínek, M. Frank, V. Kubeček, V. Matějec, I. Kašík, O. Podrazký, *Proc. SPIE Vol. 9441, 94411B-1 – 94411B-8*, 2014.
34. K. Kuriki, O. Shapira, S.D. Hart, G. Benoit, Y. Kuriki, J.F. Viens, M. Bayindir, J.D. Joannopoulos, Y. Fink, *Opt. Express* 2004, 12, 1510-1517.
35. R.W. Ryan, T. Wolf, R.F. Spetzler, S.W. Coons, Y. Fink, M.C. Preul, *J Neurosurg* 2010, 112, 434–443.
36. D. Yin, H. Schmidt, J.P. Barber, A.R. Hawkins, *Opt. Express* 2004, 12(12), 2710-2715.
37. M. Jelínek, V. Kubeček, M. Čech, P. Hiršl, *Proc. SPIE Vol. 7912 Solid State Lasers XX: Technology and Devices, 791221*, 2011.

CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE TUBÉRCULOS NO CONVENCIONALES DEL ESTADO DE HIDALGO PARA SU POSIBLE APLICACIÓN

A. Quintero-Lira¹, J. Piloni-Martini¹, N. Güemes-Vera¹, H.M. Palma-Rodríguez¹,
A. Vargas-Torres¹ y J. P. Hernández-Uribe¹.

¹Área Académica de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería en Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Av. Universidad km 1 Ex Hda de Aquetzalpa AP 32, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, 43600, México. auroraql@yahoo.com.mx, chipiloni@hotmail.com, njgv2002@yahoo.com.mx, palma.heidi@gmail.com, apolovt@hotmail.com, heurjupa@gmail.com

Área de participación: *Ciencia de los Alimentos*

Resumen: Los tubérculos son una fuente importante de carbohidratos en la dieta humana y un producto básico versátil del cual se pueden elaborar harinas, sin embargo, necesitan ser caracterizadas. Por lo que se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las harinas de Papa (HPA), Oca (HOX) y Chayotextle (HCH), las cuales mostraron partícula de diferentes formas y tamaños a través de Microscopía Electrónica de Barrido; donde la HPA presentó los gránulos más grandes y el HCH los más pequeños. En lo que se refiere al color, los parámetros L^* - a^* - b^* mostraron diferencias significativas. Así mismo se determinó capacidad de absorción de agua, donde HCH mostro la mayor absorcion de agua y HOX la mas baja, mientras que el comportamiento respecto al índice de solubilidad fue inverso. Con respecto a calorimetría diferencial de barrido, el HCH mostró la temperatura pico (T_p) y entalpía más alta.

Introducción.

Dado que los usos del almidón son más diversos y comunes que las harinas, el aumento en el uso de harinas para aprovechar sus beneficios nutricionales y de salud, se basan en la comprensión de las propiedades y características de sus componentes mayoritarios, ya sea de forma individual o bien en conjunto como se encuentran en las harinas. Por lo tanto, desde un punto de vista nutricional y tecnológico; gran parte de las propiedades de las harinas, así como, de los productos de panadería, repostería, lácteos y cárnicos entre otros, pueden explicarse conociendo las propiedades funcionales y las características estructurales del almidón que es el componente mayoritario en las harinas. Sin embargo, además del almidón, estos pueden contener componentes nutricionalmente benéficos, como compuestos antioxidantes y no amiláceos como la fibra dietética. Por su parte, los componentes no amiláceos, pueden impartir propiedades funcionales a los alimentos, como son: capacidad de retención de agua, retención de aceite, emulsión y/o formación de gel; en el caso de la fibra dietética incorporada en los productos alimenticios, como los productos de panadería, lácteos, mermeladas y sopas, pueden modificar las propiedades de textura, evitar la sinéresis, estabilizar las emulsiones y los alimentos altos en grasa, así como, mejorar la vida de anaquel. Por lo tanto, las harinas de tubérculos son un ingrediente prometedor en muchas preparaciones alimenticias tradicionales y productos industriales; por lo que la determinación de diferentes propiedades funcionales y fisicoquímicas, así como conocer y comprender la estructura y composición molecular de sus constituyentes mayoritarios, son un aspecto

importante en el procesamiento, ya que podría permitir predecir tanto la calidad del producto final, como determinar su uso potencial.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Obtención de las harinas

Se utilizaron tubérculos frescos, sin daños mecánicos ni microbiológicos, los cuales se lavaron con agua del grifo y jabón para remover la suciedad, posteriormente se realizó un rebanado de 1-2 mm de espesor sin pelar. Para el caso de la papa blanca, las rodajas se sumergieron en agua con ácido cítrico al 0.5% a efecto de evitar oscurecimiento, las rodajas de los otros dos tubérculos sólo se sumergieron en agua. Posteriormente se secaron en un horno de convección a 40 °C durante 72 horas para después continuar con una molienda y un tamizó a través de una malla 100 U.S. para uniformizar la granulometría. Las harinas obtenidas se guardaron en bolsas herméticas hasta su uso.

Color

El color de las harinas se determinó usando un colorímetro Minolta (CM-508d Japan), al cual una vez calibrado, se colocó la muestra contra la fuente de luz y se procedió a realizar la medición registrando los valores de las coordenadas de luminosidad (L), rojo-verde (a), y amarillo-azul (b) según el espacio de color CIE Lab (Wani y col., 2013).

Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

La morfología de las harinas se determinó mediante microscopía electrónica de barrido, utilizando un Microscopio Electrónico de Barrido (Modelo 6400F, JEOL Ltd., Akishima, Tokyo 196-8558, Japan), para lo cual las muestras se montaron en un porta-muestras de aluminio con cinta adhesiva de doble cara, para recubrirlas con oro con un espesor de aproximadamente 15 nm, finalmente las muestras fueron fotografiadas (Wani y col., 2013).

Distribución de Tamaño de Partícula (DTP)

Para evaluar Distribución de Tamaño de Partícula se midió usando difracción de luz láser con agua como medio dispersante para todas las muestras en las condiciones de operación que se describen en Wani (2013), así se obtuvieron los parámetros en percentiles, así como el volumen medio ponderado y expresado como 10, 50 y 90% del tamaño basado en el volumen (D_{v10} , D_{v50} , D_{v90}).

Capacidad de retención de agua e índice de solubilidad

La capacidad de retención de agua (CRA) Se pesaron 0.4 g de muestra y se añadieron 40 mL de agua destilada en tubos de centrifuga previamente pesados y se mezclaron en vórtex por 30 segundos. Las suspensiones fueron calentadas a 50, 60, 70, 80 y 90 °C respectivamente en un baño de agua durante 30 minutos con agitación constante. Posteriormente se centrifugaron a 4,500 rpm durante 15 minutos. El sedimento y sobrenadante fueron separados, el peso del sedimento se registró y se consideró como la capacidad de retención de agua (Ozturk y col., 2009); el sobrenadante fue decantado en una charola de aluminio previamente pesada y secado en una estufa durante 24 horas a 105 °C temperatura constante,

el peso se registró y a esto se le denominó el índice de solubilidad (Guizar y col., 2008). Los cálculos fueron realizados empleando las siguientes ecuaciones, expresados como gramos de agua retenidos por gramos de muestra para la CRA, y en porcentaje para el índice de solubilidad (%).

$$CRA = \frac{\text{Peso dl gel (g)} - \text{Peso de la muestra (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}} \quad \% \text{ solubilidad} = \frac{\text{Peso sólidos solubles (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}} * 100$$

Propiedades Térmicas

Para evaluar las propiedades térmicas de las harinas, se usó un Calorímetro de Barrido Diferencial (DSC 2000 TA series 900796.901), en el cual se colocaron 2 mg de muestra en una charola de aluminio y se le agregaron 7 µL de agua destilada, se utilizó una charola de aluminio como referencia. Finalmente se sometieron a una rampa de calentamiento de 0 a 120 °C con una velocidad de calentamiento de 10 °C/min en los que se obtuvieron los parámetros de Temperatura pico (Tp) así como la Entalpía (ΔH) de gelatinización.

Difracción de rayos X

Se tomaron 20 mg de muestra (base seca) y su contenido de humedad se ajustó al 20% añadiendo agua destilada, luego se dejaron reposar a temperatura ambiente por dos horas, y se aplicó como una película delgada a un recipiente de muestra de aluminio. Posteriormente las muestras fueron analizadas en un difractómetro de polvos equipado con un monocromador de grafito cristalino bajo las siguientes condiciones de operación: Radiación Cu Kα, Voltaje 40 kV, velocidad del gráfico 10 mm, velocidad de arrastre, 2θ/min. La línea de base del difractograma fue corregida en el intervalo de exploración y el vector fue normalizado usando el software origin versión 7.0 (OriginLab Corporation, USA), (Moo y col., 2015).

Análisis Estadístico

Estadísticamente, todas las pruebas se llevaron a cabo por triplicado; los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de una sola vía (ANOVA, ONE-WAY), con un 95% de nivel de confianza, se utilizó el software IBM SPSS Statics versión 20. La significancia de las diferencias entre las medias fue estimada con un test post hoc Tukey a $p \leq 0.05$.

Resultados y Discusión.

Los valores de color para las diferentes harinas se muestran en la Tabla 1. En la cual se puede observar que los parámetros medidos, mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), respecto al tipo de harina. En cuanto al parámetro "L" (luminosidad) y b (amarillo – azul), la muestra de Oxalis tuberosa presentó los valores más bajos, mientras que la harina de chayotextle presentó los valores más altos. En cuanto al parámetro "a" (verde - rojo), los valores tuvieron un comportamiento inverso.

Tabla 1.- Parámetros de Color de harinas de Papa, Oca, y Chayotextle.

Fuente	L	a	b
Papa	78.03 ± 0.96 ^b	1.49 ± 0.04 ^b	10.81 ± 0.13 ^b
Oxalis tuberosa	54.21 ± 0.99 ^a	7.09 ± 0.08 ^c	4.37 ± 0.23 ^a
Chayotextle	84.43 ± 0.56 ^c	0.16 ± 0.01 ^a	11.72 ± 0.08 ^c

Las letras a,b,c. en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las muestras, media \pm desviación estándar.

En base a los resultados obtenidos de color se puede afirmar que la harina de Oxalis tuberosa fue una harina opaca y con tendencia a los tonos rojizos, debido al contenido de pigmentos de color rojo que contiene el mismo tubérculo, mientras que la harina de papa y chayotextle presentaron tonalidades amarillentas, debido también a los pigmentos presentes en cada uno de los tubérculos.

En la Figura 1 se muestran las micrografías de las harinas se muestran las características morfológicas de las harinas de papa, Oxalis tuberosa y chayotextle, en donde se observa que, la harina de papa (Figura 1 a,b,c) presentó una mezcla de gránulos alargados, esféricos y poligonales con muy poca presencia de aglomerados, y con la mayor población de partículas individuales, en cuanto a la muestra de Oxalis tuberosa (Figura 1 d,e,f) se puede apreciar que esta harina tuvo gránulos en su mayoría alargados y que tienden a formar agregados. Finalmente la harina chayotextle (Figura 1 g,h,i) también presenta algunos aunque en su mayoría se observan partículas individuales que corresponden a los gránulos de almidón, los cuales son gránulos predominantemente esféricos.

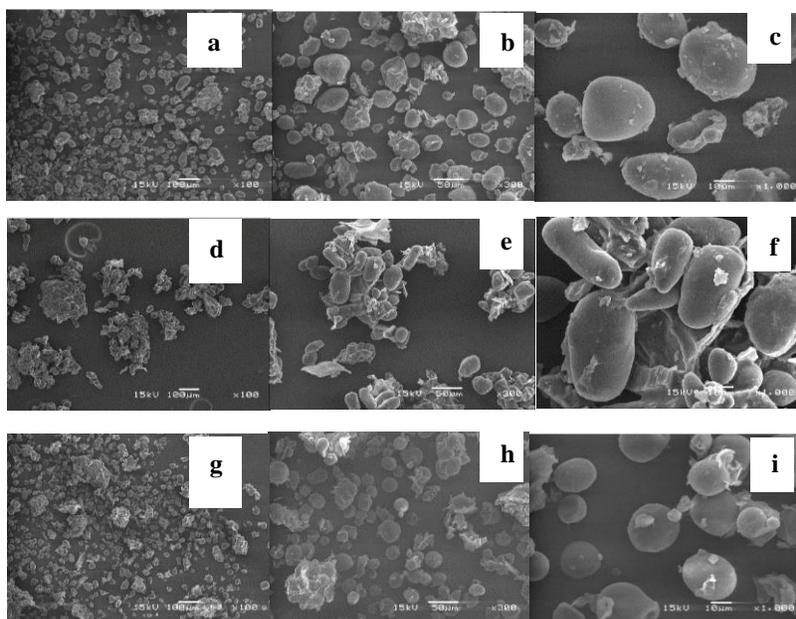


Figura 1.- Micrografías de harinas de Papa (a, b, c), Oca (d, e, f) y Chayotextle (g, h, i). (a, d, g = 100x; b, e, h = 300x; c, f, i = 1000x).

La distribución del tamaño de partícula (Figura 2) confirma la heterogeneidad de las muestras, donde se observa que la harina de chayotextle (HCH) mostró una

distribución bimodal, al igual que la harina de *Oxalis tuberosa* solo que en ésta se presenta una mayor amplitud en el segundo pico, mientras que la harina de papa blanca presentó una distribución trimodal. En lo que se refiere al tamaño de partícula, la harina de *Oxalis tuberosa* mostró el volumen más grande con tamaños superiores a los 390 μm y con un diámetro medio de 274.3 μm , este comportamiento pudiera deberse a que ésta harina tiende a formar “aglomerados” como se observa en microscopía electrónica de barrido (Figura 1), En general ésta harina resultó con tamaños de gránulos entre los 24.69 - 599 μm . En cuanto a la harina de chayotextle, ésta presentó el tamaño de partícula más pequeño con un diámetro medio de 92.59 μm , sin embargo, en tamaño de partículas estuvo en un intervalo de 15.88 – 380 μm . Al igual que la harina de *Oxalis tuberosa*, la harina de chayotextle presenta un pico poblacional alrededor de los 39 μm , aunque en mayor proporción. Finalmente de las tres harinas; la muestra de papa presentó un tamaño de partícula entre *Oxalis tuberosa* y chayotextle con tamaños de partícula entre 22.55 y 328.2 μm y un diámetro medio de 151.3 μm .

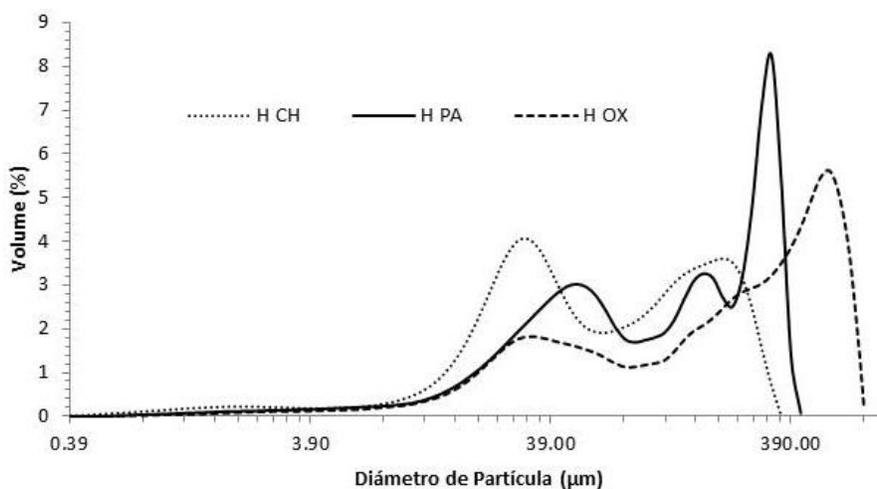


Figura 2.- Distribución de Tamaño de Partícula de las harinas de Papa (HPA), Oca (HOX) y Chayotextle (HCH).

Las harinas de Papa, Oca y Chayotextle mostraron picos de intensidad que corresponden a un patrón de cristalinidad del tipo B (Figura 3), el cual se ha reportado lo presentan las muestras de tubérculos y se caracteriza por la presencia de picos en los ángulos $2\theta = 18$ y 23 .

La capacidad de retención de agua de las harinas se muestra en la Figura 4, en donde se observa una relación directa entre el incremento de la absorción de agua en los almidones y el aumento de la temperatura para las tres muestras analizadas a partir de los 60 $^{\circ}\text{C}$. Algunos autores reportan que la capacidad de retención de agua tanto en harinas, como en almidones, puede ser influenciada por la presencia de aglomerados, así como también, el tamaño de los gránulo de almidón influye, por ejemplo se ha sugerido que gránulos pequeños tienen mayor solubilidad y por lo tanto una mayor capacidad de absorción de agua, lo cual tiene implicaciones para la funcionalidad de las harinas y almidones durante el procesamiento.

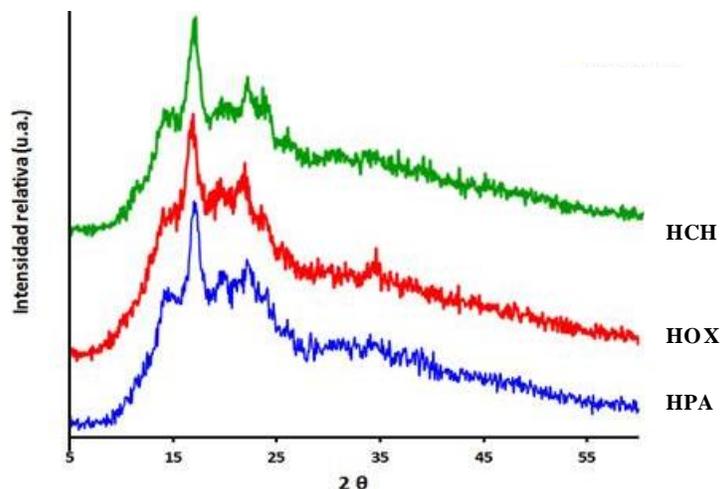


Figura 3.- Difractograma de las muestras de harina de Papa (HPA), Oca (HOX) y Chayotextle (HCH).

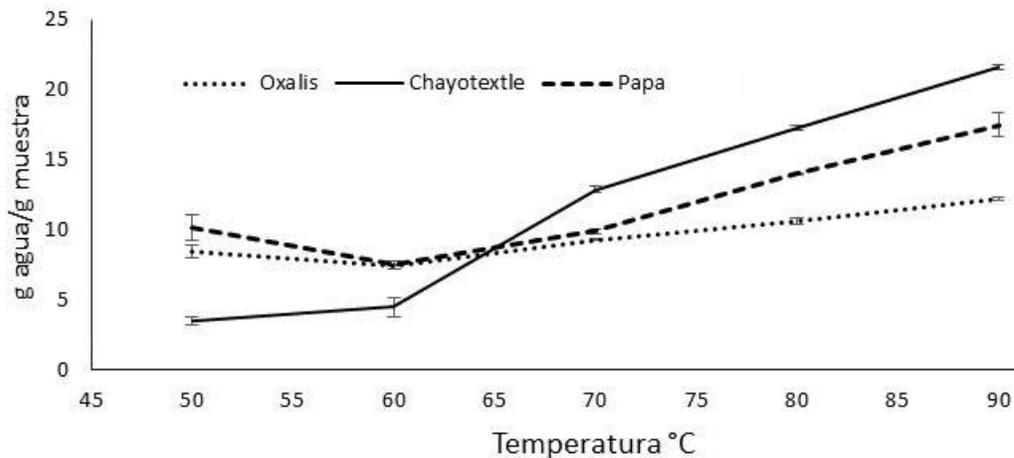


Figura 4.- Gráfico de la capacidad de retención de agua en Harinas de Papa, Oca, y Chayotextle.

En la Figura 5 se muestran los resultados del índice de solubilidad de las harinas de papa, Oxalis tuberosa y chayotextle donde podemos apreciar de forma general que chayotextle y papa tuvieron un comportamiento similar, notando además que la harina de chayotextle presentó la menor solubilización, por el contrario la Oxalis tuberosa mantuvo durante toda la prueba una diferencia de un poco más de 10 unidades con respecto a la harina de papa, por lo tanto Oxalis tuberosa demostró claramente tener la mayor capacidad de solubilización, cabe mencionar que durante toda la prueba las tres muestras presentaron diferencias significativas.

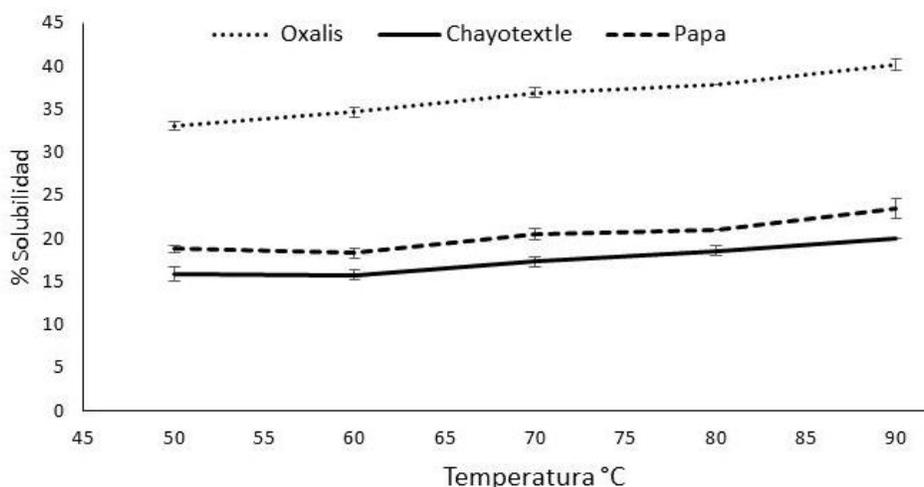


Figura 5.- Gráfico del Índice de solubilidad de harinas de Papa, Oca, y Chayotextle.

Cuando las muestras son calentadas los gránulos de almidón en presencia de agua se hinchan y absorben agua, y una parte del almidón es disuelto en el medio acuoso, la capacidad de retención de agua y el índice de solubilidad dependen en gran medida del grado de entrecruzamiento químico dentro de los gránulos, la presencia de compuestos no amiláceos o fosfatos, ya que pueden afectar también la capacidad de absorción de agua; así también se ha reportado que algunas de las variables que afectan este índice son la temperatura, la presencia de esteres de fosfato, enlaces intermoleculares, cristalinidad y contenido de amilosa y amilopectina (Niba y col., 2002). El índice de solubilidad es importante en el rendimiento de los productos alimenticios, ya que la consistencia, el cuerpo, y la retención de sustancias solubles en agua afectan la calidad de los mismos (Tian y col., 1991).

Las propiedades térmicas de los almidones se muestran en la Figura 6; donde se puede observar que durante el calentamiento las tres harinas exhibieron sólo una transición endotérmica entre los 50 y 80 °C, por la forma de las curvas podemos afirmar que las tres muestras presentan los picos característicos resultado de un proceso de gelatinización. Además, se puede observar que en cuanto a la temperatura inicial la que presentó el menor valor fue la harina de Oxalis tuberosa (58.2 °C) con respecto a las otras harinas evaluadas; también se observa que la harina de Oxalis tuberosa presentó un pico más ancho lo que puede ser debido a diversidad en forma, tamaño y orientación de las estructuras cristalinas, por el contrario la harina con el pico más estrecho y definido fue chayotextle lo que implica lo que podría ser atribuido a una interacción más fuerte en sus dobles hélices, así como a la homogeneidad de la forma y tamaño de sus estructuras cristalinas. En lo que se refiere a la T_p , a menudo referida como temperatura de gelatinización; se observó el valor más alto para la harina de chayotextle con 67.3 °C, para papa 64.4 °C; y la más baja fue para Oxalis tuberosa con 61.9 °C. Así también se presentaron diferencias estadísticas significativas para las entalpías, la mayor entalpía fue para la harina de chayotextle con un valor de 11.54 J/g, luego

papa con un valor de 9.32 y finalmente la más baja de 7.20 J/g, para Oxalis tuberosa.

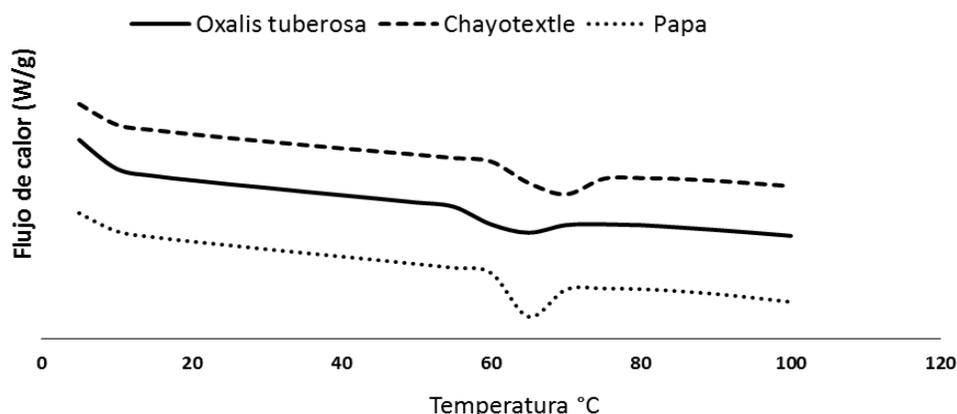


Figura 6.- Termogramas de los almidones de Papa, Oca y Chayotextle.

Conclusiones.

Las tres fuentes de harinas, presentaron diferencias claras tanto en su morfología granular como en la distribución poblacional, lo cual repercute en propiedades funcionales de las harinas, así como de su capacidad de retención de agua, la solubilidad y sus propiedades térmicas.

Agradecimientos.

El presente trabajo de investigación fue realizado gracias al apoyo otorgado al proyecto CONACYT CB-2013-01-221902

Referencias.

1. I.A. Wani; D. S. Sogi; A. A. Wani; B. S. Gill LWT-Food Sci. Technol. 2013, 53, 278.
2. S. Ozturk; H. Koksel; K. Kahraman; K. Perry Eur Food Res Technol. 2009, 115
3. M. Guizar; S. Monteñez; R. Garcia Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 2008, 81-88
4. V. Moo; M. Cabrera; R. Estrada; C. Rios; D. Betanour; L. Chel; E. Perez Food Hydrocoll 2015, 48.
- 5.
6. L. Niba; M. Bokanga; F. Jackson; D. Schlimme J. Food Sci.2002, 1701
7. J. Tian; J. Rickard; J. Blanshard J. Sci. Food Agric. 1991, 459.

CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE ALMIDÓN DE CHAYOTEXTLE ADICIONADAS CON MICROCÁPSULAS DE ALMIDÓN MODIFICADO

M. A. Martínez-Ortiz¹, H. M. Palma-Rodríguez¹, J. Prieto-Méndez¹, A. I. Rodríguez-Hernández,
A. Vargas-Torres^{1*}

¹Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Rancho Universitario, C.P., 43600 Tulancingo, Hidalgo, México - mcm_9001@hotmail.com, palma.heidi@gmail.com, jud_292003@yahoo.com.mx, adrianainesrh@gmail.com, apolovt@hotmail.com

Área de participación: Ingeniería Química

Resumen: Las películas comestibles fueron elaboradas a base de almidón de chayotextle, las cuales se les adicionaron tres concentraciones de microcápsulas. Las microcápsulas fueron obtenidas usando almidón modificado por proceso de calentamiento-enfriamiento. Este proceso incremento el contenido de almidón resistente hasta un 20%. Las propiedades mecánicas mostraron una reducción en los valores de elongación, conforme se incrementaba la concentración de microcápsulas, observando un patrón inverso en los valores del módulo de Young. Las propiedades térmicas no presentan diferencias estadísticamente significativas. En la permeabilidad al vapor de agua (PVA) se observa una reducción en los valores, cuando se adicionaron las microcápsulas a la matriz filmogénica observando los valores más altos de PVA para la película control.

Introducción.

En la actualidad la mayoría de las industrias del mundo utilizan los plásticos como materia prima para un amplio uso en empaques para y por lo tanto son adquiridos por la humanidad. Se considera que a nivel mundial se produjeron en el 2012 aproximadamente 288 millones de toneladas de plásticos, donde México participó con una producción de 5.5 millones de toneladas. Estos materiales son elegidos debido a su precio, larga duración, peso ligero y fácil manipulación. Sin embargo, la vida útil de estos empaques es muy corta, siendo desechados al medio ambiente, por lo que millones de toneladas de plásticos son acumuladas anualmente, causando problemas por desechos sólidos [ANIPAC, 2015].

Ante la magnitud de esta problemática tanto empresarios como investigadores están tomando medidas para reducir el uso excesivo de empaques plásticos no biodegradables y ampliando la información para el uso de polímeros naturales con capacidad filmogénica [Aila-Suarez y col., 2013]. En este sentido, diversas alternativas han sido propuestas para la reducción de la contaminación, entre las que se puede incluir el aumento de la biodegradabilidad de los empaques usados por las industrias o también el desarrollo de materiales a base de polímeros naturales [Rahmat y col., 2009], con aplicación en la industria alimentaria como no alimentaria.

Los materiales de origen natural usados como para la formación de películas biodegradables son principalmente proteínas, lípidos y polisacáridos, estos pueden ser utilizados solos o en combinación, debido a que existen limitantes en las propiedades que presentan, estas películas o coberturas serán influenciadas por las características físicas y químicas de los biopolímeros [Han, 2014; Pérez-Gago y Rhim, 2014], entre ellas se encuentran sus propiedades mecánicas y su

alta sensibilidad a la humedad, por mencionar algunas. Debido a esto y la exigencia actual de los consumidores al demandar productos frescos se busca el desarrollo de empaques activos que sumado a las propiedades básicas de protección, pueda incorporarse un agente activo que actúa en el alimento y ayude a preservar las características del producto prolongando su vida de anaquel, ejemplo de esto es la incorporación de agentes antioxidantes incluidos dentro de las matrices poliméricas de origen natural, esta innovación presenta una excelente alternativa en el diseño de empaques como materiales transportadores de agentes activos que aportan un beneficio al alimento [Mellinas y col., 2016]. El objetivo de este trabajo fue evaluar la adición de microcápsulas elaboradas a base de almidón resistente y su efecto en las propiedades físico-mecánicas así como el incremento de almidón resistente por la adición de microcápsulas y la incorporación del ácido ascórbico como un agente antioxidante.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Materiales. Para el presente trabajo se utilizó almidón de chayotextle aislado en el Instituto de Ciencias Agropecuarias, ácido sulfúrico 3 N, carbonato de sodio grado reactivo de Mayer, etanol al 95%, ácido ascórbico 99%, glicerol grado reactivo de Mayer, bromuro de sodio NaBr y cloruro de sodio NaCl grado reactivo de Mayer (99.7% de pureza).

Extracción del almidón. La obtención de almidón se realizó por la metodología reportada por Flores-Gorosquera y col. [2004] con algunas modificaciones como se describe a continuación, el tubérculo fue cortado en cubos de 2cm³ posteriormente triturado a baja velocidad por dos minutos usando una licuadora industrial, una vez que la muestra fue homogénea se tamizo y lavo en mallas de número 50, 100, 200, 270 y 325 US hasta que el agua de lavado estuvo limpia. El material fue secado en un horno de convección a 35 °C durante toda la noche. Una vez seco el almidón se estandarizó con la malla de número 100 y almacenó hasta su posterior uso.

Modificación del almidón por medio ácido. La modificación del almidón ácida del almidón se efectuó de acuerdo a lo reportado por Lokuwan [2007] con algunas modificaciones, se realizó con ácido sulfúrico (H₂SO₄) donde el almidón nativo fue adicionado una solución 3N de H₂SO₄ en relación 1:5 (P/V), la mezcla fue mantenida en agitación a 50 rpm durante 6 horas a 60 °C. Una vez concluida la hidrólisis la solución acuosa de almidón fue enfriada y neutralizada con una solución de carbonato de sodio (Na₂CO₃), posteriormente fue lavado con tres volúmenes de agua destilada y un volumen de alcohol finalmente secados a una temperatura de 40 °C por 24 h y almacenados hasta su uso.

Modificación del almidón por autoclave. Para la obtención del almidón modificado por autoclave fue usada la metodología reportada por Aparicio-Saguilán y col. [2008] con ligeras modificaciones, donde: 60 g de almidón modificado por medio ácido fueron mezclados con 210 mL de agua destilada y la dispersión del almidón fue sometida a calentamiento en autoclave a 121 °C por una hora. Posteriormente fue enfriada a temperatura ambiente y almacenada a 4

°C por 24 h. Este procedimiento se realizó tres veces después del cual, el material fue secado a 40 °C, molido y tamizado en una malla número 100 US. Finalmente almacenado en recipientes cerrados hasta su uso.

Determinación del almidón resistente (AR). Se siguió la metodología de la AOAC (2012), con un kit enzimático Megazime®.

Caracterización de las propiedades mecánicas de películas. Se determinaron la resistencia a la tracción (TS), porcentaje de elongación a la ruptura (% E), y el módulo elástico (EM). Las propiedades mecánicas de las películas de los diferentes tratamientos se obtienen de acuerdo al método estándar de la ASTM D882-95a [ASTM, 1995a]; con un analizador de textura equipado con celda de carga de 50 Kg (TA-HDi) (Stable Micro Systems, Haslernere, UK, and Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY). Para las pruebas las películas se acondicionaron en un desecador (57% de humedad relativa. La velocidad de la prueba fue de 24 mm / min, con 15 repeticiones por tratamiento.

Caracterización de la permeabilidad de películas. Se determinara de acuerdo al método estándar de la ASTM E 96-95 [ASTM, 1995b]. Las muestras de las películas de los tratamientos que contienen el encapsulado de ácido ascórbico y el tratamiento control (únicamente almidón modificado) fueron colocadas en una celda de permeación las cuales quedaron selladas sobre una abertura circular de 0.000282 m², la cual se almacena a 25 °C en un desecador que mantiene una humedad relativa de 75% para ello se usa una solución saturada de NaCl, y en el interior de la celda contiene sílica gel con 0% de humedad relativa, ello provoca un gradiente entre el interior de la celda y el desecador. La transferencia de vapor de agua se determina a partir del peso ganado en la celda de permeación.

Resultados y Discusión.

Contenido de AR. En la tabla 1, se muestra el contenido de AR. se puede observar el incremento con la intensidad de la modificación, con valores de AR de 0.62% para ANC y 4.19% para ACM muestran un incremento de AR, esto puede ser atribuido a la formación de fragmentos de almidón, correspondientes al residuo de la hidrólisis ácida que en su mayoría están conformados por amilopectina, y debido al empaquetamiento cristalino presentan una mayor estabilidad al ataque enzimático. Para el de la modificación dual del almidón que corresponde a el almidón hidrolizado y tres ciclos de calentamiento y enfriamiento (ACM3C) el contenido de AR aumenta alcanzando un valor cercano al 20%, este fenómeno puede ser atribuido a la formación de almidón resistente tipo 3, las cuales presentan una estabilidad a la hidrólisis por enzimas amilolíticas [Raigond y col., 2015].

Tabla 2.- Contenido de almidón resistente en almidones nativos y modificados.

Almidón	Almidón resistente
ANC	0.62±0.03 ^a
ACM	4.19 ±0.03 ^b
ACM1C	16.33±0.6 ^c
ACM3C	20.4±0.18 ^d

Promedio de tres repeticiones ± error estándar. Los superíndices con la misma letra entre muestras indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

*Contenido de almidón resistente en la muestra después de ser tratada a temperatura de ebullición por 20 minutos.

Almidón de chayotextle nativo (ANC), modificado por hidrólisis ácida (ACM), tratado con un ciclo de autoclave (ACM1C) y tres ciclos de autoclave (ACM3C)

Este comportamiento es similar a lo reportado por Aparicio-Saguilán y col. [2008] donde la muestra de almidón de plátano presenta un valor bajo de almidón resistente y con forme el tratamiento de linterización y autoclave-refrigeración se observa un incremento de AR. La Figura 1, se muestra las microcápsulas

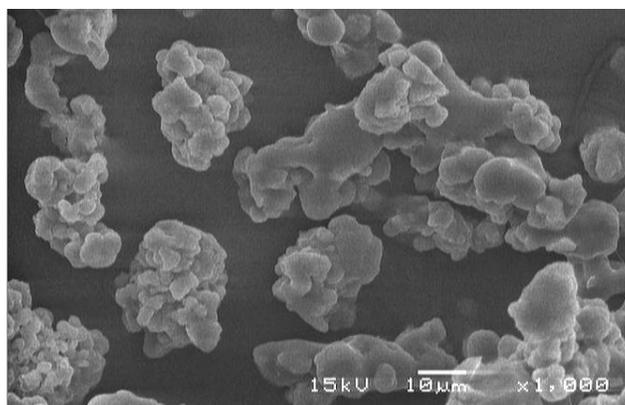


Figura 1.- Micrografía del encapsulado de ácido ascórbico con almidón modificado a 1000 X.

Propiedades mecánicas. Las propiedades mecánicas de las películas adicionadas con microcápsulas que contienen ácido ascórbico consistieron en la determinación del esfuerzo máximo a la tensión (MPa), el porcentaje de elongación a la ruptura (%) y el módulo elástico (MPa), los valores se muestran en Tabla 2. En el esfuerzo a la tensión se observa un aumento con la adición de las microcápsulas de 3.14 MPa, 3.6 MPa y 4.08 MPa, con la adición de 2.5, 6.25 y 12.5 % microcápsulas respectivamente. En la adición de 2.5 y 6.25% de microcápsulas no existe diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) en la elongación, esfuerzo máximo a la tensión y módulo de Young. Similar comportamiento fue reportado por Dai, Qiu, Xiong, y Sun [2015], donde con la adición de nanopartículas de almidón se incrementa el valor de esfuerzo a la tensión, sin embargo cuando la adición de nanopartículas es mayor al 15% en base al almidón el efecto es negativo, para el caso de la adición menor al 15% donde el valor aumenta, puede ser atribuido a la capacidad de las nanopartículas

de actuar como un relleno en la película, las cuales interactúan con las cadenas de la matriz polimérica, reforzando la estructura al dispersarse homogéneamente en la solución filmogénica [Ma, Qin, Li, Zhao, y He, 2014]. Similar comportamiento fue reportado por Aila-Suarez y col. [2013].

Tabla 2.- Propiedades mecánicas y contenido de ácido ascórbico de películas comestibles de almidón de chayotextle adicionadas con microcápsulas de almidón modificado.

Muestra de película	Elongación (%)	Esfuerzo a la tensión (MPa)	Módulo de Young (MPa)	Contenido de ácido ascórbico (%)
Control	69.69±5.2 ^a	3.14 ±0.26 ^a	9.39±0.73 ^a	0
2.5%	48.92±2.57 ^{bc}	3.64 ±0.14 ^b	15.46±1.79 ^b	9.8±0.7
6.25%	49.64±3.85 ^b	3.6 ± 0.16 ^b	16.07±1.52 ^b	11.7±1.5
12.5%	42.94±2.35 ^c	4.08 ±0.26 ^c	23.38±1.69 ^c	21.4±1.7

Promedio de 10 repeticiones ± error estándar. Los superíndices con la misma letra entre muestras indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

El porcentaje de elongación a la ruptura mostró valores mayores en la película (69.7%) y cuando se adiciona una mayor concentración de microencapsulado el porcentaje de elongación disminuye, para el caso de las películas que contienen 2.5 y 6.25% de encapsulado no se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) con valores de 48.9 y 49.64 % respetivamente. La película que contiene 12.5% de encapsulado presenta la menor deformación de estas películas, con un valor de 42.95 %.

El módulo elástico en las películas relacionado con la rigidez de estas nos indica que mientras una película es más elongable el módulo elástico será menor, este comportamiento lo podemos ver ejemplificado en la Tabla 2, donde los valores para la película control la cual presenta una mayor elongación el valor del módulo elástico es menor, esto nos indica una menor rigidez de la película en comparación de las películas con adición de microcápsulas.

Permeabilidad al vapor de agua (PVA). En la Figura 2 se puede observar el comportamiento que tienen las películas de almidón adicionadas con microcápsulas con a la PVA, donde la película control presenta valores de PVA mayores que las películas adicionadas con 2.5, 6.25 y 12.5 % de encapsulado. No se observan diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) entre las películas con encapsulados.

Este comportamiento puede ser debido a la forma compacta de la estructura de la película como lo reportan Dai y col. [2015], en películas de almidón de tubérculo de taro incorporando nanopartículas, en un porcentaje máximo del 15% en base al almidón, reportando un efecto de reducción en la PVA conforme se incrementa el porcentaje de nanopartículas, debido a una homogénea dispersión en la película, en la que las partículas incorporadas en la matriz polimérica dificulta el paso de las moléculas de agua en comparación con la película control.

Otro caso es lo reportado por Slavutsky y Bertuzzi [2014], donde mencionan que la incorporación de partículas cristalinas en películas de almidón tiene el efecto de relleno, y donde a su vez por su baja característica hidrófila reduce la solubilidad

de la película, y la permeabilidad. Con esto se puede decir que las partículas adicionada dificultan el paso de las moléculas de agua [Bertuzzi, Castro Vidaurre, Armada, y Gottifredi, 2007]

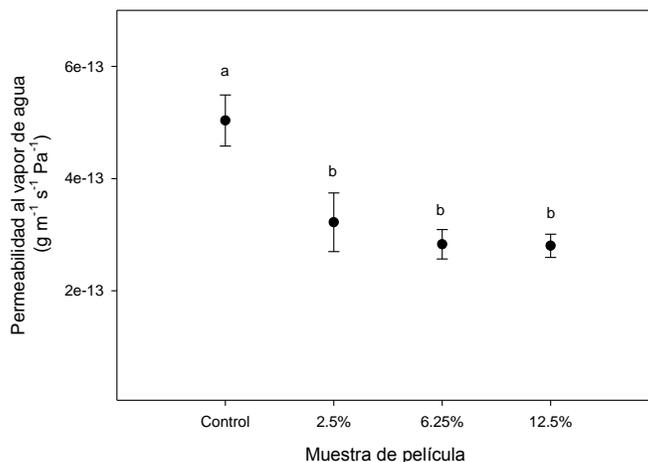


Figura 2.- Permeabilidad al vapor de agua en películas comestibles de almidón adicionadas con diferentes cantidades de microcápsulas.

Contenido del ácido ascórbico microencapsulado adicionado a las películas.

La tendencia en el diseño de empaques activos, involucra la presencia de un agente que nos aportara características para la protección del producto como es el caso de los antioxidantes, para esta investigación fue usado el ácido ascórbico, debido a su sensibilidad, se consideró el secado por aspersion como una forma de protección de este, obteniendo microcápsulas que contenían como agente activo ácido ascórbico, con la finalidad de ser incorporadas a la película y que este pudiera estar presente después del proceso de obtención de la película. En la evaluación de la película adicionada con las microcápsulas, encontramos contenidos de ácido ascórbico de 9.8 % para la película que contiene el porcentaje inferior del encapsulado el cual corresponde al 2.5% en base al peso del almidón, con el incremento, el contenido en la película aumenta a un 11.7 y un 21.4 para las películas con un 6.25 y un 12.5% de encapsulado respectivamente, con esto podemos referir que el agente activo incorporado en la película se encuentra presente y aun puede cuantificarse.

La obtención de películas comestibles activas se ha incrementado para la aplicación en el área de alimentos, como lo menciona Sánchez-González y col. [2014], donde mencionan que puede ser usadas para evitar la oxidación por radicales libres. Algo destacable es el uso de agentes antioxidantes reconocidos como seguros (GRAS) para alimentos. Esta tendencia de los empaques activos los materiales antioxidantes presentan interés en la industria alimentaria [López-Rubio, 2011].

Conclusiones.

La hidrólisis ácida del almidón de chayotextle seguida de por tres ciclos de calentamiento y enfriamiento incrementa el contenido de almidón resistente, además de aportar características de interés para su posible aplicación como

material de pared en el secado por aspersión en encapsulación de ácido ascórbico, con una eficiencia de encapsulación aceptable. El microencapsulado adicionado a las películas de almidón de chayotextle mejora las propiedades mecánicas, incrementando el esfuerzo a la tensión y el módulo de Young, las microcápsulas interactúan con la matriz polimérica logrando un reforzamiento lo cual se ve reflejado en su resistencia y reduce la permeabilidad al vapor de agua. El uso de estos materiales, en donde se encapsula un compuesto activo puede ser utilizado para enviar fármacos al organismo humano, logrando una liberación controlada.

Agradecimientos.

Se agradece el soporte económico otorgado por CONACyT México (167500) para la realización de este proyecto.

Referencias.

1. S. Aila; H.M. Palma; A.I. Rodríguez; J. P. Hernandez; L.A. Bello; A. Vargas. *Carbohydrate Polymers*. 2013, 98, 102-107.
2. ANIPAC. (2015). La producción anual de plásticos. 29-04-2015, de <http://www.anipac.com/medios.php>.
3. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. Hortwitz Ed. 19. Ed. ed. 2012..
4. A. Aparicio; F. Gutiérrez; F.J. García; J. Tovar; L.A. Bello. *Starch – Stärke*. 2008, 60, 286-291.
5. ASTM. (1995). Designation D 882-95a: standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. In Annual book of ASTM standards. In A. S. f. T. a. Materials (Ed.). Philadelphia.
6. ASTM. (1995). Designation E96-95. Standard method for water vapor transmission of materials.. In Annual book of ASTM standards. In A. S. f. T. a. Materials (Ed.). Philadelphia.
7. M.A. Bertuzzi; E.F. Castro; M. Armada; J.C. Gottifredi. *Journal of Food Engineering*. 2007, 80, 972-978.
8. L. Dai; C. Qiu; L. Xiong; Q. Sun. *Food Chemistry*. 2015, 174, 82-88.
9. E. Flores; F.J. García; E. Flores; M.C. Núñez; R.A. González; L.A. Bello. *Acta Científica Venezolana*. 2004, 55, 86-90.
10. Han in *Innovations in Food Packaging, Ed.*; Academic Press., San Diego 2014; Second Edition, 213-255.
11. J. Loksuwan. *Food Hydrocolloids*. 2007, 21, 928-935.
12. A. López, *Multifunctional and Nanoreinforced Polymers for Food Packaging* Ed.; Lagarón, 2011; Vol. 16, 460-482.
13. B. Ma; A. Qin; X. Li; X. Zhao; Ch. He. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2014, 64, 341-346.
14. C. Mellinas; A. Valdés; M. Ramos; N. Burgos; M.C. Garrigós; Jiménez, A. *Journal of Applied Polymer Science*. 2016, 133, n/a-n/a.

15. M.B. Pérez; W. Rhim in *Innovations in Food Packaging, Ed.*; Academic Press., San Diego 2014; Second Edition, 325-350.
16. R. Pinky; E. Rajarathnam; R. Baswaraj. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015, 95, 1968-1978.
17. L. Sánchez; E. Arab; M. Cháfer; Ch. González; A. Chiralt, Active Edible and Biodegradable Starch Films. In K. G. Ramawat & J.-M. Mérillon (Eds.) Springer International Publishing. 2014, 1-15.
18. A.M. Slavutsky; M. A. Bertuzzi. *Carbohydrate Polymers*. 2014, 110, 53-61.
19. T. Woggum; P. Sirivongpaisal; T. Wittaya. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2014, 67, 490-502.

EFECTO DE LA MODIFICACIÓN DUAL DEL ALMIDÓN DE CHAYOTEXTLE EN LA MICROENCAPSULACIÓN DE VITAMINA C

J. V. Sainz-Calixto¹, R. M. Gayosso-San Juan², A. Vargas Torres², A. Flores-Castro¹
y H. M. Palma-Rodríguez²

¹Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Acapulco - jaquelinesainzcalixto@hotmail.com, alefc@hotmail.com; ²Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Rancho Universitario, Av. Universidad Km. 1 Ex-Hda. de Aquetzalpa, CP 43600 Tulancingo de Bravo, Hgo. - mareyli1325@hotmail.com, apolovt@hotmail.com, palma.heidi@gmail.com

Área de participación: *Ciencia de los alimentos*

Resumen: El almidón nativo de chayotextle fue sometido a una modificación dual, la cual se llevó a cabo mediante tratamientos con ultrasonido (10 y 20 minutos, UH10 y UH20 respectivamente) con el fin de erosionar la superficie del gránulo y permitir una hidrólisis enzimática más exhaustiva. Posterior a los tratamientos se observaron fracturas y erosiones en la superficie del gránulo. El almidón modificado se utilizó para la elaboración de microcápsulas de vitamina C mediante secado por aspersión. Las microcápsulas elaboradas presentaron una retención de vitamina C de 85 % (MUH-10) y 89% (MUH-20), mayor a la obtenida con las microcápsulas elaboradas a partir de goma arábiga (control) en las cuales se obtuvo un 79 %. Las microcápsulas fueron almacenadas en condiciones diferentes durante un periodo de tiempo para determinar su estabilidad, siendo las MUH20 las que presentaron una mayor estabilidad tanto en refrigeración como a temperatura ambiente

Introducción.

La vitamina C es un compuesto bioactivo conocido por sus beneficios nutricionales para la salud. Esta vitamina incluye a un grupo de compuestos que exhiben la actividad biológica del ácido ascórbico. Un ejemplo de tales compuestos es el ácido L-ascórbico, un aditivo alimentario con una amplia aplicación como antioxidante y que puede proteger las cualidades sensoriales y nutricionales de los alimentos. Desafortunadamente este aditivo es altamente inestable y reactivo, debido a lo cual presenta una rápida degradación por diversos mecanismos (Abbas *et al.*, 2012; Bastos *et al.*, 2009; Sartori *et al.*, 2015).

En la actualidad la microencapsulación es un procedimiento que incrementa o mantiene la viabilidad de infinidad de compuestos bioactivos atractivos para la industria alimentaria. Esta técnica es empleada comúnmente para conservar y preservar una variedad muy amplia de vitaminas, probióticos, antioxidantes y sabores, entre otros compuestos. El contenido de nutrientes en los alimentos son constituyentes importantes para el desarrollo de la actividad biológica de los compuestos bioactivos, los mismos que generan beneficios a la salud (Onwulata, 2012). Además, la microencapsulación reduce la higroscopicidad de productos hidrófilos, ya que encapsula el producto en un potador hidrófobo. Así mismo, la liberación controlada del ingrediente encapsulado supera el problema del uso ineficiente relacionado con la pérdida de aditivos durante el procesamiento y almacenamiento de los productos (Abbas *et al.*, 2012; Sartori *et al.*, 2015).

Carbohidratos, tales como el almidón, maltodextrinas y sólidos de jarabe de maíz son utilizados como material pared en la microencapsulación de ingredientes alimentarios. Sin embargo, algunos de estos materiales pared tienen propiedades limitadas y deben ser modificados con el fin de mejorar sus propiedades (Gharsallaoui et al., 2007). Cuando el almidón nativo es tratado con enzimas, los gránulos se degradan dejando tras de sí poros y/o fracturas en la superficie de los gránulos mejorando sus propiedades y permitiendo que este sea un material encapsulante (Chen & Zhang, 2012). Existen dos enzimas comúnmente utilizadas: α -amilasa y amiloglucosidasa. La amiloglucosidasa actúa sobre ambos enlaces existentes en la molécula de almidón (α -1,4 y α -1,6) por lo tanto el producto final de la acción de la amiloglucosidasa es principalmente glucosa, la acción de esta enzima puede variar dependiendo del origen botánico del almidón utilizado (Aggarwal & Dollimore, 1998).

El almidón de chayotextle se obtiene del tubérculo proveniente de la raíz de la planta de Chayote (*Sechium edule* Sw.). El chayote es principalmente usado para el consumo humano, es comestible tanto el fruto, como sus hojas verdes y sus raíces a la que comúnmente llaman “chayotextle”, “cueza”, “camochayote” y “chinchayote”. La importancia de este tubérculo radica en su alto contenido de almidón y que este puede ser utilizado como una fuente no convencional de almidón (Hernández Uribe et al., 2010). Este almidón podría ser utilizado como material pared para la encapsulación.

Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la doble modificación del almidón de chayotextle en la microencapsulación de la vitamina C.

Sección Experimental

Materiales

El tubérculo de chayote “Chayotextle” (*Sechium edule* Sw.) fue adquirido en el mercado de Acaxochitlán, Hidalgo, México. La enzima utilizada para llevar a cabo la hidrólisis enzimática Amiloglucosidasa de *Aspergillus niger* (300 UI/mL) adquirida en Sigma-Aldrich.

Métodos

Aislamiento del almidón de Chayotextle

El aislamiento del almidón se realizó de acuerdo al método propuesto por Flores-Gorosquera et al., (2004). El tubérculo fue cortado en cubos de 2-2 cm y después fueron molidos en una licuadora tipo industrial, en lotes de 0.6 partes del tubérculo con una parte de agua corriente. El resultado del proceso de licuado fue tamizado en mallas de diferentes medidas empleando el siguiente número de mallas (Lab. Test Sieve), No. 40 (0.425 mm), 100 (0.15 mm), 200 (0.075), 270 (0.053 mm) y 325 (0.045 mm), posteriormente almacenados en silos de 280 L y 20 L y puestos en refrigeración por 12 horas. El sobrenadante fue retirado por decantación, se lavó el área superficial del sedimento con agua destilada y nuevamente se decantó el sobrenadante. Se procedió al secado depositando el almidón en charolas de aluminio dentro de un horno de convección (RIOSSA modelo HCF-

620), a 40° C durante 72 h. Al finalizar el secado, el almidón resultante fue pulverizado empleando un Molino Ciclónico UDY.

Modificación del almidón

✓ Tratamiento de ultrasonido

El almidón nativo fue tratado con ultrasonido con el fin de erosionar la superficie del gránulo y permitir una hidrólisis enzimática más exhaustiva. Se realizó una suspensión de almidón al 20% con agua destilada, esta se llevó a una cabina de ultrasonido con un Sonificador Ultrasonic (marca: Sonics, modelo: VCX-1500) equipada con una sonda de titanio, se utilizaron longitudes de onda de 80% en tiempos de 10 (UT-10) y 20 minutos (UT-20). Los almidones obtenidos fueron centrifugados y posteriormente se llevaron a un secador por convección después de este proceso el almidón seco se molió empleando un Molino Ciclónico UDY.

✓ Hidrólisis enzimática

La hidrólisis enzimática se realizó siguiendo la metodología reportada por Chen & Zhang (2012), con algunas modificaciones. Se preparó una suspensión de almidón al 25% (p/v) en regulador de acetato de sodio 100mM (pH 4.5). La enzima utilizada fue Amiloglucosidasa. La hidrólisis se llevó a cabo durante 24 h bajo agitación constante y una temperatura de 50 °C (± 2 °C). La enzima fue inactivada mediante la adición de NaOH al 4%. La suspensión fue lavada con agua destilada en tres ocasiones, utilizando una centrifuga a 6000 rpm a 4 °C y agua destilada.

Microencapsulación de vitamina C

La microencapsulación de la vitamina C se llevó a cabo de acuerdo al método reportado por Palma-Rodríguez et al. (2013). Con el almidón doblemente modificado (UH-10 y UH-20) se realizó una dispersión (15 %) en agua destilada. Previo al secado por aspersión la vitamina C (20% con respecto al peso del almidón) se disolvió en la dispersión e inmediatamente fue alimentada al secador por aspersión (Mini Spray B-290, BUCHI Corporation, New Castle, DE).

El secado se llevó a cabo con las siguientes condiciones: temperatura de entrada y salida de 160 °C y 100 °C (± 2 °C), respectivamente, a una velocidad de alimentación de 7mL/min.

Caracterización morfológica de los almidones y de las microcápsulas

La morfología de los gránulos nativos y después de la doble modificación, así como la estructura de las microcápsulas fue evaluada mediante MEB, el almidón se fijó sobre una cinta conductora de cobre de doble adhesión, la cual es asegurada previamente en un soporte de aluminio del microscopio electrónico de barrido (JEOL JSMP 100, Japan) y fueron observados al microscopio electrónico de barrido usando un voltaje de aceleración de 3 kV.

El tamaño del gránulo y de las microcápsulas fue determinado por análisis de difracción de rayos láser. Los almidones fueron analizados usando el módulo Scirocco 2000. El tamaño de partícula se expresó como diámetro mediano D [v, 0.5], el cual es el diámetro del volumen equivalente a un valor de frecuencia acumulada de 50% de distribución de volumen (Palma-Rodríguez et al., 2012).

Eficiencia de encapsulación

✓ Cuantificación de vitamina C total y en la superficie de las microcápsulas.

La cuantificación de vitamina C se llevó a cabo por el método de Dürüst et al., (1997). El método consiste en tomar una muestra de 100 mg de almidón encapsulado y resuspenderlo en 100 mL una solución de ácido oxálico al 0.4% con agitación constante por un mínimo de tiempo de 30 min. Posteriormente se tomó una alícuota de la muestra de 250 µL y fue centrifugada, para llevar a cabo la reacción con una solución de 2,6-diclorofenolindofenol, inmediatamente después se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro (Thermo Scientific modelo: Spectrophotometer, Genesys 10S VIS) a 520 nm. De igual manera se llevó a cabo la cuantificación de vitamina C en la superficie, a excepción de que en esta fue mezclada suavemente por 15 s con el fin de asegurar la integridad de las microcápsulas

La eficiencia de encapsulación fue determinada con la siguiente ecuación (Tari & Singhal, 2002)

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{[\text{Vitamina C final}]}{[\text{Vitamina C inicial}]} \times 100$$

✓ *Estabilidad de la vitamina C*

Se determinó la estabilidad de la vitamina C encapsulada colocando las muestras en refrigeración y temperatura ambiente durante 6 semanas. Se tomaron muestras cada semana, para cuantificar la vitamina C con el método mencionado en el apartado anterior.

Resultados y Discusión.

Caracterización morfológica del almidón nativo, modificado y de las microcápsulas.

En la Figura 1 se muestran las fotografías de los dos tratamientos con ultrasonido e hidrólisis enzimática del almidón de Chayotextle. Es posible distinguir la superficie erosionada y algunas fracturas en el gránulo. Cuando el almidón nativo se trata con amiloglucosidasa los gránulos se degradan dejando tras de sí fisuras y poros en el gránulo. Los cambios en la morfología del gránulo tratado con hidrólisis enzimática dependen fuertemente de la fuente botánica de la que se obtienen (Pérez & Bertoft, 2010; Chen & Zhang, 2012).

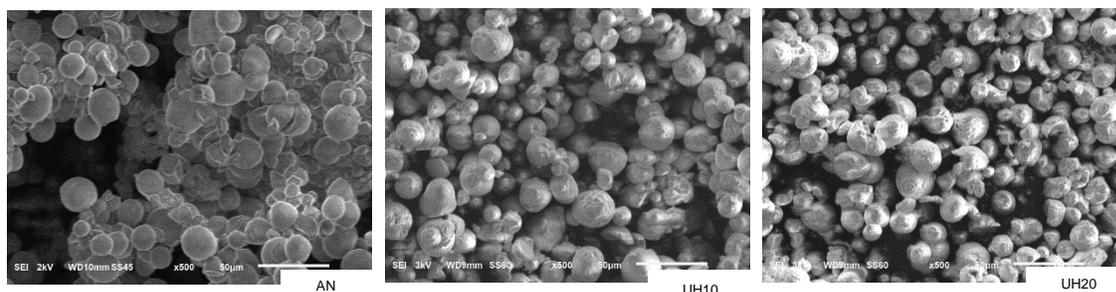


Figura 1.- Micrografías del almidón nativo y modificado de chayotextle mediante ultrasonido durante 10 (UH10) y 20 min (UH20) e hidrólisis enzimática.

En este mismo sentido, las microcápsulas (Figura 2) obtenidas con los almidones modificados presentan formas muy similares entre los dos tratamientos al igual que las microcápsulas obtenidas con goma arábica, observándose formas y tamaños irregulares entre sí. Una de las razones para el uso de MEB en la investigación de la microencapsulación es la necesidad de determinar la capacidad de encapsulación de varios polímeros.

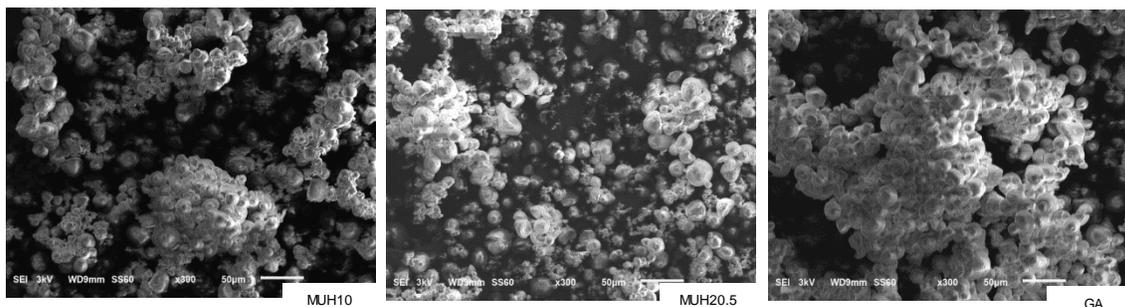


Figura 2.- Microscopía electrónica de barrido de vitamina C microencapsulada con los almidones de chayotextle modificados mediante hidrólisis enzimática y ultrasonido durante 10 (MUH10) y 20 min (MUH20) y goma arábica (GA).

Una indicación de esta capacidad está dada por el grado de integridad y la porosidad de las microcápsulas. En las micrografías se mostraron formas comunes entre las microcápsulas hechas de diferentes materiales de pared y una tendencia a la aglomeración de las partículas más pequeñas lo cual contribuye a una apariencia de un tamaño más grande. Muchas de las propiedades de un sistema microencapsulado dependen de su estructura. La retención del ingrediente encapsulado y la protección que otorga el material pared están relacionado con la porosidad y grado de integridad de microcápsulas (Rosenberg *et al.*, 1985).

Distribución de tamaño de partícula

El gránulo de almidón nativo de chayotextle (AN) tiene una distribución multimodal, con un $D [v; 0.5]$ de 21.72 μm , dicho resultado es similar a lo reportado en la literatura (Hernández Uribe *et al.*, 2010). El tamaño promedio de los almidones doblemente modificados fue de 22 μm . El almidón UH-10 presentó una distribución de tamaño de gránulo bimodal con un $D [v; 0.5]$ de 22.8 μm , mientras que el UH-20 presentó una distribución de tamaño de gránulo multimodal con un $D [v; 0.5]$ de 22 μm .

La modificación enzimática no disminuye el tamaño del gránulo de los almidones nativos en comparación con la modificación ácida. Palma Rodríguez *et al.*, (2012) realizó la modificación ácida de los almidones nativos de diferentes fuentes botánicas obteniendo una distribución tamaños de gránulo bimodal menores a su contraparte nativa.

Las microcápsulas elaboradas utilizando almidón modificado de Chayotextle y goma arábica presentaron una distribución de tamaños $D [v, 0.5]$ de 27.24 μm (MUH20) y 27.40 μm (MUH10).

De acuerdo a la literatura, el diámetro de las partículas obtenidas mediante el secado por aspersión, dependen de las propiedades del material de pared utilizada, tales como su concentración y viscosidad. El tamaño de partícula se vio afectado por el material de pared utilizado en este trabajo. Hay estudios que reportan que las partículas con mayor tamaño tienen una mayor eficiencia de encapsulación (De Barros Fernandes *et al.*, 2004). La distribución de tamaño de partícula coincide con lo reportado por Trindade & Grosso, (2000) quienes utilizaron goma arábica para la elaboración de microcápsulas de ácido ascórbico reportando que el 90% de las microcápsulas elaboradas con goma arábica presentaron un diámetro medio $D [v 0.5]$ de 8.0 μm .

De Barros Fernandes *et al.*, (2004) reportaron que las partículas producidas utilizando almidón y goma arábica presentaron tamaños de 13.4 y 13.5 μm respectivamente, tamaños menores a los reportados en este estudio. Palma Rodríguez *et al.*, (2013) reportó que tras el secado por aspersión algunos gránulos se unieron a la superficie de otros debido a la amilosa que es lixiviada y a las cadenas largas de amilopectina, dando como resultado partículas de mayor tamaño.

Eficiencia de encapsulación

En la Tabla 1 se muestran los porcentajes de retención de vitamina C tanto en la superficie como dentro de las microcápsulas. La mayor eficiencia de encapsulación se obtuvo con las microcápsulas obtenidas con los almidones doblemente modificados, 88.98% para MUH-20 y 85.79% para MUH-10; en comparación con la obtenida con la goma arábica (80%).

Por otra parte, las microcápsulas MUH20 presentaron el menor contenido de vitamina C en la superficie en comparación con MUH10 en cuyas microcápsulas se obtuvo ~ el triple del contenido en la superficie, lo cual es importante para evitar la degradación de la vitamina C en el almacenamiento (Jafari *et al.*, 2008). Lo anterior puede ser debido a la morfología de los almidones obtenidos después de la modificación, ya que como se observa en la microscopía electrónica de barrido el UH-20 presenta una mayor proporción de superficie erosionada lo cual podía permitir una mayor retención de la vitamina C dentro de la microcápsula.

En este mismo sentido las propiedades de los materiales pared y el ingrediente encapsulado, así como las características de la dispersión y los parámetros de secado, son factores que pueden afectar la eficiencia de la encapsulación y la cantidad de ingrediente activo en la superficie (Jafari *et al.*, 2008).

Estabilidad de la Vitamina C

La estabilidad de la vitamina C microencapsulada evaluada en las diferentes condiciones de almacenamiento (refrigeración y temperatura ambiente) se muestra en la **Figura 3**. Se compararon los resultados de la estabilidad con las microcápsulas MUH-10 y MUH-20 con los obtenidos con goma arábica (G. A.). Se observa que las microcápsulas más estables para ambas condiciones de almacenamiento fueron las obtenidas por MUH-20 cuantificando en su última

semana de almacenamiento un ~ 76% en refrigeración y un ~80 % a temperatura ambiente.

Tabla 1.- Eficiencia de encapsulación de las microcápsulas obtenidas con goma arábica (GA) y los almidones modificados de chayotextle sometidos a hidrólisis enzimática y ultrasonido durante 10 (MUH10) y 20 minutos (MUH20).

Retención de vitamina C (%)			
	MUH-10	MUH-20	G. A.
Superficie	15.57 ± 0.002	5.92 ± 0.01	8.58 ± 0.002
Totales	85.79 ± 0.03	88.98 ± 0.14	80.00 ± 0.04

Promedio de tres repeticiones ± error estándar.

Las microcápsulas almacenadas en refrigeración con los diferentes materiales presentaron una pérdida y degradación de VC de ~ 28% (UH-10), 11% (UH-20) y 12% (G.A.), mientras que las microcápsulas almacenadas a temperatura ambiente presentaron los siguientes porcentajes de pérdida y degradación, ~ 29% (UH-10), 7% (UH-20) y 12% (G. A.), siendo evidente que las microcápsulas con menos degradación de vitamina C fueron las elaboradas con el tratamiento UH-20, lo cual podemos inferir está relacionado con el contenido de vitamina C en la superficie ya que como se mencionó anteriormente las microcápsulas MUH-20 presentan el menor contenido de vitamina C en la superficie (~6%) en comparación con MUH-10 (~16%) y GA (~8%). En términos generales, cuanto mayor es la vitamina C en la superficie de la microcápsula, mayor es la degradación durante el tiempo de almacenamiento (Palma Rodríguez *et al.*, 2013).

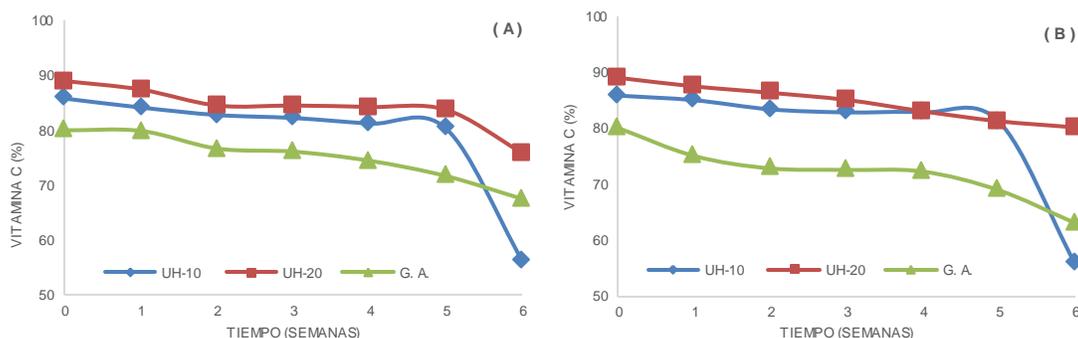


Figura 3.- Estabilidad de la vitamina C durante 6 en diferentes condiciones de almacenamiento. (A) en refrigeración, (B) temperatura ambiente.

Conclusiones.

- ✓ La hidrólisis enzimática con previo tratamiento de ultrasonido provocó erosión en el gránulo de almidón nativo de chayotextle para ambos tiempos de ultrasonido, mejorando con esto las propiedades de superficie.
- ✓ Las microcápsulas obtenidas con el almidón sometido a ultrasonido por 20 min (UH-20) presentaron una mejor eficiencia de encapsulación.

- ✓ Las microcápsulas elaboradas con los almidones modificados presentaron mayor retención del ingrediente encapsulado y menores pérdidas en el almacenamiento comparadas con las microcápsulas elaboradas con goma arábica.

Agradecimientos.

Agradecemos a PRODEP (Proyecto UAEH-PTC-707), por el apoyo financiero recibido para la realización de este trabajo.

Referencias.

1. S. Abbas, C. Da Wei, K. Hayat, Z. Xiaoming Food Rev. Int., 2012, 28, 343.
2. P. Aggarwal, D. Dollimore (1998). Thermochi. Acta1998, 319, 17.
3. D. Bastos, K. Gomes de Lima Araújo, M. H. Miguez Da Rocha Leão J. Microencapsul. 2009, 26, 97.
4. G. Chen, B. Zhang, J. Cereal Sci. 2012, 56, 316.
5. N. Dürüst, D. Sümengen, Y. Dürüst, Y. J. Agric. Food Chem. 1997, 45, 2085.
6. R. V. de Barros-Fernandes, S. Vilela-Borges, D. Alvarenga Botrel Carbohyd. Polym. 2014, 101, 524.
7. E. Flores-Gorosquera, F. García-Suaréz, F., E. Flores-Huicochea, M. Nuñez-Santiago, R. González-Soto, L. Bello-Pérez Acta Científica Venezolana 2004, 55, 86.
8. A. Gharsallaoui, G. Roudaut, O. Chambin, A. Voilley, R. A. Saurel Food Res. Int. 2007, 40, 1107.
9. J. Hernandez Uribe, E. Agama Acevedo, R. Gonzalez Soto, L. Bello Pérez, A. Vargas Torres Starch/Stärke 2011, 63, 32.
10. S. Jafari, E. Assadpoor, Y. He, B. Bhandari Dry.Technol. 2008, 26, 816.
11. C. Onwulata J. Food Process. Pres. 2012, 1745.
12. H. Palma Rodriguez, E. Agama Acevedo, G. Mendez Montealvo, R. Gonzalez Soto, E. Vermon Carter, L.A. Bello Pérez Starch/Sträke 2012, 64, 115.
13. H. Palma Rodriguez, E. Agama Acevedo, R. Gonzalez Soto, E. Vermon Carter, J. Alvarez-Ramirez, L.A. Bello Pérez Starch/Stärke 2013, 65, 584.
14. S. Pérez, E. Bertoft Starch/Stärke 2010, 62, 5669.
15. M. Rosenberg, I. Kopelman, Y. Talmon, J. Food Sci 1985, 50, 139.
16. T. Sartori, T., Consoli, L., Dupas Hubinger, M., Menegalli, F. C. LWT - Food Sci. Technol. 2015, 63, 353.
17. T.A. Tari, R.S. Singhal, R.S. Carbohyd. Poly. 2002, 50, 279.
18. M.A. Trindade, C.R. Grosso. J. Microencapsul. 2000, 17, 169-76.

EFFECTO DE LA MODIFICACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS ALMIDONES SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FUNCIONALES DE UN PRODUCTOR CÁRNICO A BASE DE PESCADO

V.J.O. Acosta-Pérez¹, A. Vargas-Torres^{1*}, P.B. Zamudio-Flores², S. Soto-Simental¹, R. González-Tenorio¹.

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo de Bravo, Av. Universidad Km. 1, ExHacienda de Aquetzalapa AP. 32. Hidalgo.- Josvi10@gmail.com, apolovt@hotmail.com, sotos@uaeh.edu.mx, rbtognzt@hotmail.com. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Cuauhtémoc, Avenida Río Conchos s/n, Parque Industrial, Apartado Postal 781, C.P. 31570, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México.- pzamudio@ciad.mx

Área de participación: *Polímeros y biopolímeros*

Resumen:

El almidón nativo de chayotextle (*Sechium edule*) y papa (*Solanum tuberosum*), fueron modificados química y térmicamente, buscando propiedades funcionales para su aplicación a un alimento cárnico de pescado (*Oncorhynchus mykiss*), el tratamiento ácido se realizó con H₂SO₄ 3N durante 7h, el tratamiento térmico se realizó mediante un triple ciclo de autoclave a 121 °C por 1h, aumentando el contenido de almidón resistente (AR) en las muestras a valores de hasta 33.43%, los estudios de calorimetría diferencial de barrido (CDB) mostraron que las modificaciones incrementaron la temperatura pico de los almidones entre 107.72-107.88 °C y disminuyeron los valores de ΔH a 7.78-8.81, el estudio de análisis rápido de viscosimetría (RVA) mostró que los valores de viscosidad disminuyeron por los tratamientos aplicados. Se evaluaron 7 tratamientos (discos para hamburguesa), 3 para cada fuente botánica (5% p/p) más un control sin almidón, el AR fue de hasta 12.7% en el cárnico con almidón de papa con modificación ácida (APMA). El pH, Aw y la capacidad de retención de agua (CAR), presentaron menores variaciones en relación al tiempo en los tratamientos con almidón comparados con el control. Los tratamientos con almidón de chayotextle con modificación ácida (ACHMA) y con almidón de papa con modificación térmica (APMT) presentaron los menores niveles de oxidación lipídica con un máximo de 6.75 y 6.14 mg malonaldehído (MAD)/kg respectivamente, para el análisis de perfil de textura (ATP) se observaron valores más altos de dureza, cohesividad, y mascticabilidad en los tratamientos con almidón en comparación al control.

Introducción. El almidón es el carbohidrato más abundante en la dieta y que mayor aporte de energía metabólica brinda al consumidor, es considerado en la industria alimentaria, como un ingrediente funcional, que proporciona características como adhesión, estabilizador de emulsiones, como aditivo que promueve la retención de agua (Fuentes-Zaragoza, Riquelme-Navarrete, Sánchez-Zapata, & Pérez-Álvarez, 2010), para direccionar el uso específico de los almidones se recurren a diferentes fuentes botánicas, de aquellos cultivos que se encuentran ampliamente domesticados y seleccionados, como la papa (BeMiller & Whistler, 2009), o fuentes alternativas como el chayotextle, potenciando su funcionalidad mediante modificaciones estructurales y por tanto físicas (Cummings & Stephen, 2007), que le otorguen a los gránulos de almidón una estabilidad en los procesos que permita adicionarlo a diferentes alimentos (Omodunbi-Ashogbon & Temitope-Akintayo, 2014). La adición del almidón modificado en la carne y otros alimentos se ha investigado debido a que promueve condiciones específicas para la salud (Evans, 2016) en el funcionamiento del tracto digestivo, la flora

microbiana, el nivel de colesterol en la sangre, el índice de glucemia y ayuda en el control de la diabetes (Fuentes-Zaragoza et al., 2010).

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Materiales. Se aisló almidón nativo de los tubérculos Chayotextle y papa, obtenidos del municipio de Acatlan y Tulancingo, Hidalgo, México, respectivamente, estas se sometieron a hidrólisis ácida y tratamiento térmico. La carne de pescado se adquirió de la unidad de producción acuícola “El Zembo” ubicada en el municipio de huasca de Ocampo, esta fue fileteada, y molida, la formulación de los discos para hamburguesa, incluyo sal (1%), aceite comestible de maíz (2%), mix de especias (0.4%), almidón (5%) y carne de trucha (91.6% y 96.6% para el control), contando con 7 tratamientos, un control que no incluye almidón (Ctrl), tres tratamientos con almidón de chayotextle, nativo (ACHN), modificado por hidrólisis ácida (ACHMA) y modificado por tratamiento térmico (ACHMT) y tres tratamientos de almidón de papa (APN, APMA y APMT), las muestras fueron almacenadas a $-18^{\circ}\text{C}\pm 1$ hasta su uso, las mediciones se realizaron en condiciones de almacenamiento a $0^{\circ}\text{C}\pm 1$ durante 21 días.

Métodos

Aislamiento del almidón. Siguiendo la metodología de Hernandez-Urbe et al. (2011), los tubérculos se cortaron en cubos de 2x2 cm, se molieron en una licuadora LI12A International, mezclando con agua (50% w/v) durante dos minutos, el macerado se coló con una tela de manta de cielo y fue tamizado en mallas de 100, 200 y 325, el líquido obtenido se depositó en contenedores de 80 litros, decantando por 12 horas por triplicado, se secó a 40°C durante 24 h, se molió y tamizó.

Tratamiento ácido del almidón. La modificación ácida del almidón se aplicó de acuerdo a Palma-Rodríguez et al. (2012). Adicionando H_2SO_4 3N al almidón en una proporción 1:5 p/v, con agitación durante 7 horas a 60°C , se enfrió y neutralizó mediante una solución saturada de Na_2CO_3 , el almidón se recuperó mediante un triple lavado con agua destilada, seguido de un lavado con etanol al 95%, se secó a 40°C , fue molido y tamizado.

Modificación térmica del almidón. Se realizó como lo describe Aparicio-Saguilan et al. (2005) con 60 gr de almidón y adicionando 210 ml de agua destilada, en un proceso de autoclave a 121°C durante 1 h, se refrigeró por 24 h, repitiendo por triplicado, se secó a 40°C durante 24 hora, se molió y tamizo.

Cuantificación de almidón resistente (AR). Se siguió la metodología de la AOAC (2012), con un kit enzimático Megazime®.

Calorimetría diferencial de barrido (CDB). De acuerdo la metodología de Hernandez-Urbe et al. (2011), se utilizó un DSC Q2000 (TA Instruments, Newcastle, DE), se colocaron muestras de 2 mg en base seca en celdas de

aluminio herméticas, agregando 7 μL , hidratando por 12 horas, la prueba se corrió con una rampa de calentamiento de 40 a 140°C con incrementos de 10°C por min. **Análisis rápido de viscosimetría (RVA).** Basado en la metodología de Hernandez-Urbe et al. (2011), se colocaron 27 gr totales en la canastilla de RVA PERTEN 4500, 2 gr de muestra en base seca, completando con agua destilada, la prueba se inició con una fase de acondicionamiento de la muestra mediante agitación a 960 rpm seguido de calentamiento a 50 °C por 1 min, seguido de tres pasos a 160 rpm, un calentamiento de 50°C a 91°C de 3 min, equilibrio a 91°C por 3.5 minutos y una baja de la temperatura a 50°C de 3.5 min para concluir la prueba a 50 °C durante 2 min.

Caracterización inicial del producto cárnico. Se evaluó la composición de grasa, proteína, humedad y cenizas de acuerdo a la metodología de la AOAC (2002), el ph se midió de acuerdo a López-Caballero, Gómez-Guillén, Pérez-Mateos, and Montero (2005), a una suspensión con 10 gr de muestra y 100 ml de agua destilada, con un potenciómetro Hanna 211, para la Capacidad de retención de Agua (CRA) (Kuo-Wei & Hsien-Yi, 2003), se colocaron 5 gr de muestra con 10 mililitros de agua destilada, se centrifugo a 4500 rpm, se calculó por la diferencia de pesos. La Aw, se midió con un equipo AquaLab, las mediciones se realizaron por triplicado, con excepción de la evaluación proximal, en almacenamiento a 0°C durante 21 días.

Oxidación lipídica en carne. Se realizó la prueba de sustancias que reaccionan al ácido tiobarbitúrico (TBARS), cuantificando mg de malonaldehído (MAD)/kg de carne, siguiendo la metodología de Zamudio-Flores et al. (2014), con ligeras modificaciones, se colocaron 1.5 gr de muestra, con 20 ml de agua milipore y 50 μL de butilhidroxitolueno, se homogenizó con un Ultra Turrax IKA T18, durante 10 segundos, al macerado se agregó 5 ml de ácido tricloroacético ($\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}_2$) al 25%, se agitó durante 15 minutos a 4°C, y se centrifugo a 6500 rpm, se tomaron alícuotas de 3.5 ml agregando 1.5 ml de ácido tiobarbitúrico 0.6%, esta mezcla fue incubada durante 30 min a 70°C, se leyó a 532 nm, se realizó una curva de calibración con 1,1,3,3 tetrametoxipropano.

Resultados y Discusión.

Almidones. El porcentaje de almidón resistente, se describe en la tabla 1, fue mayor en las muestras sometidas a tratamiento, siendo mayor en los tratamientos ácidos, con 33.43% para ACHMA y 30.89% para APMT, el aumento en el % de almidón resistente se ha reportado en almidón de maíz con hidrolisis por HCL (Brumovsky & Thompson, 2001), en almidón de plátano (Aparicio-Saguilán et al., 2007) por tratamiento térmico. Las características térmicas de los almidones de chayotextle y papa, se encuentran descritas en la tabla 1, los almidones nativos presentan temperaturas de gelatinización (T_p) más bajos (66.55-66.72) y ΔH más altas (12.51-12.52) debido al desacoplamiento de las zonas amorfas y cristalinas del granulo y el aumento de la proporción cristalina, en tratamientos ácidos (Palma-Rodríguez et al., 2012), y a fusión de las regiones cristalinas y amorfas en

los tratamientos térmicos (Da Rosa-Zavareze & Guerra-Dias, 2011) tendencias descritas en almidón de papa modificado con ácido cítrico (Surendra-Babu, Parimolavalli, & Gaur-Rudra, 2015) y almidón de trigo sometido a tratamiento térmico (Liu et al., 2015).

Tabla 1.- Contenido de almidón resistente, y perfil térmico de los diferentes tratamientos de almidón.

	%AR	T_o	T_p	T_c	ΔH	T_c-T_o
ACHN	3.40±0.98 ^{ca}	62.82±0.36 ^d	66.55±0.48 ^d	74.14±0.43 ^d	12.52±1.26 ^a	11.31±0.50 ^a
ACHMA	33.43±1.18 ^a	102.94±0.02 ^a	107.81±0.11 ^a	111.76±1.69 ^a	1.51±0.80 ^d	8.81±1.69 ^a
ACHMT	6.01±0.19 ^{bc}	104.19±1.97 ^a	107.88±0.19 ^a	111.97±0.68 ^a	0.84±0.46 ^d	7.78±1.36 ^a
APN	0.92±0.19 ^d	61.84±0.05 ^d	66.72±0.07 ^d	73.26±0.17 ^d	12.51±0.10 ^a	11.42±0.07 ^a
APMA	30.89±1.24 ^a	102.99±0.07 ^a	107.78±0.15 ^a	111.8±1.88 ^a	1.77±0.56 ^d	8.81±1.94 ^a
APMT	6.70±1.95 ^b	104.04±2.21 ^a	107.72±0.45 ^a	112.50±0.26 ^a	1.57±1.22 ^d	8.47±2.39 ^a

Promedio de tres repeticiones ± error estándar. Los superíndices con la misma letra entre muestras indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

Cuantificación de almidón resistente. El almidón resistente, cuantificado en el producto cárnico, fue más alto en los tratamientos con almidones modificados, APMA con 12.72% fue el más alto, seguido, de ACHMA con 7.59%, los demás tratamientos presentaron valores menores, estos niveles de AR superan los 3.91% reportados por Agostinho dos Santos Alves et al. (2016), en la elaboración de salchichas tipo bologna que contenían en su formulación piel porcina y harina de plátano inmaduro.

Caracterización inicial. La composición proximal, describe una ligera baja en el contenido de grasa, en los tratamientos adicionados con almidón, comparado con el control, sin embargo solo se presenta un grupo estadístico, el control es el que presenta el más alto contenido de grasa con 6.51%, siendo menor que para la elaboración de hamburguesas a base de carne de puerco, que presento valores mínimos de 23.51% ante la adición del 15% de fibra de chufa (Sánchez-Zapata et al., 2010), para la proteína se observan dos grupos estadísticos, siendo más alto el Ctrl con un valor de 22.63%, misma tendencia encontrada en la hamburguesa de cerdo con fibra de chufa, la humedad, fue menor en los tratamientos con almidón, con valores de hasta 66.82% (APMT), comparable con la humedad que presentaron carnes para hamburguesa de pescado cachamba blanca (*Piaractus brachypomus*) adicionadas con harina de soya texturizada (66.42%)(García, Acevedo, Mora, Sánchez, & Rodríguez, 2009), para las cenizas, el control presento el mayor valor (2.27%) y APMA con 1.37 el menor, los valores de cenizas son comparables con formulaciones de hamburguesas que incluyeron salvado de avena en su formulación (2.35%) (Angiolillo, Conte, & Del Nobile, 2015).

El pH, mostro una estabilidad en los tratamientos con almidón en relación al tiempo, mientras que el Ctrl mostro los niveles extremos registrados (6.34 día 21-6.72 día 14) (Tabla 2), efecto reportado en la formulación de salchichas con recubrimiento de películas a base de almidón oxidado de plátano y betalainas (Zamudio-Flores et al., 2014), la CRA mostro nuevamente al Ctrl como el

tratamiento menos estable en relación al tiempo, con valores extremos de 0.37 al día 21 y 0.23 al día 14 (Tabla 2), en general esta CRA fue mayor a lo reportado en salchichas que en su formulación incluyeron almidón de papa y de maíz bajo modificación térmica, que presentaron máximos de 0.11 (Aktas & Genccelep, 2006), la actividad de agua, mostro una baja generalizada durante el tiempo experimental, teniendo el menor valor registrado al día 21 por el Ctrl con 0.57, y valores máximos de 0.82-0.86 en los tiempos 1 y 7 (Tabla 2), los valores fueron inferiores a los registrados para cárnicos para hamburguesas a base de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sin aditivos, que registraron 0.98 (Molardi-Bainy, Canhadas-Bertan, Lucio-Corazza, & Kaminski-Lenzi, 2015).

Tabla 2.- Contenido de almidón resistente, y perfil térmico de los diferentes tratamientos de almidón.

	T	Ctrl	ACHN	ACHMA	ACHMT	APN	APMA	APMT
pH	T1	6.53±0.02 ^{bcde}	6.58±0.03 ^{abc}	6.57±0.06 ^{bc}	6.56±0.06 ^{bcd}	6.47±0.06 ^{bcdef}	6.58±0.005 ^{abc}	6.55±0.01 ^{bcde}
	T7	6.41±0.06 ^{ef}	6.50±0.03 ^{bcde}	6.53±0.03 ^{bcde}	6.49±0.04 ^{bcde}	6.49±0.10 ^{bcde}	6.50±0.03 ^{bcde}	6.50±0.04 ^{bcde}
	T14	6.34±0.03 ^f	6.53±0.01 ^{bcde}	6.51±0.04 ^{bcde}	6.51±0.01 ^{bcde}	6.53±0.01 ^{bcde}	6.52±0.03 ^{bcde}	6.51±0.02 ^{bcde}
	T21	6.72±0.02 ^a	6.56±0.01 ^{bcd}	6.61±0.08 ^{ab}	6.43±0.03 ^{def}	6.45±0.03 ^{cdef}	6.55±0.03 ^{bcde}	6.55±0.02 ^{bcde}
CRA	T1	0.30±0.01 ^{abc}	0.35±0.06 ^{ab}	0.34±0.05 ^{abc}	0.29±0.01 ^{abc}	0.28±0.06 ^{abc}	0.31±0.04 ^{abc}	0.28±0.03 ^{abc}
	T7	0.25±0.03 ^{abc}	0.26±0.04 ^{abc}	0.22±0.01 ^c	0.28±0.04 ^{abc}	0.24±0.03 ^{bc}	0.24±0.04 ^{bc}	0.25±0.01 ^{abc}
	T14	0.23±0.02 ^{bc}	0.26±0.03 ^{abc}	0.25±0.04 ^{bc}	0.25±0.02 ^{abc}	0.24±0.02 ^{bc}	0.22±0.01 ^c	0.23±0.03 ^c
	T21	0.37±0.001 ^a	0.32±0.0001 ^{abc}	0.28±0.06 ^{abc}	0.30±0.01 ^{abc}	0.26±0.05 ^{abc}	0.29±0.06 ^{abc}	0.22±0.02 ^c
Aw	T1	0.82±0.02 ^{ab}	0.85±0.08 ^a	0.84±0.08 ^a	0.83±0.08 ^a	0.84±0.08 ^a	0.84±0.05 ^a	0.84±0.07 ^a
	T7	0.86±0.02 ^a	0.73±0.05 ^{abc}	0.68±0.03 ^{abc}	0.72±0.06 ^{abc}	0.67±0.05 ^{abc}	0.72±0.02 ^{abc}	0.69±0.08 ^{abc}
	T14	0.78±0.04 ^{abc}	0.68±0.12 ^{abc}	0.57±0.06 ^{bc}	0.64±0.05 ^{abc}	0.70±0.03 ^{abc}	0.67±0.12 ^{abc}	0.75±0.02 ^{abc}
	T21	0.57±0.07 ^c	0.68±0.18 ^{abc}	0.72±0.02 ^{abc}	0.75±0.04 ^{abc}	0.71±0.12 ^{abc}	0.74±0.02 ^{abc}	0.74±0.11 ^{abc}

Promedio de tres repeticiones ± error estándar. Los superíndices con la misma letra entre muestras indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

Oxidación lipídica. La concentración de malonaldehído (MDA) fue en aumento en relación al tiempo, teniendo en el Ctrl y ACHMT los valores más altos al día 21 (8.97 y 8.37 mg/kg), el resto de tratamientos estuvieron por debajo de estos valores mostrando diferencias estadísticas en relación al tiempo, los valores más bajos registrados al día 21 los presentaron ACHMA y APMT (6.75 y 6.14 mg/kg)(Figura 1), estos valores fueron menores a los presentados al evaluar salchichas adicionadas con extractos de rosa como antioxidante, donde se alcanzaron 15 mg/kg en 30 días de monitoreo (Tieko-Nassu, Aparecida, Goncalves, Pereira da Silva, & Beserra, 2003), y valores similares a los presentados por Zamudio-Flores et al. (2014), en salchichas con cubiertas a base de almidón oxidado de platino y betalaínas, que alcanzaron 10 mg/kg de MDA al día 15.

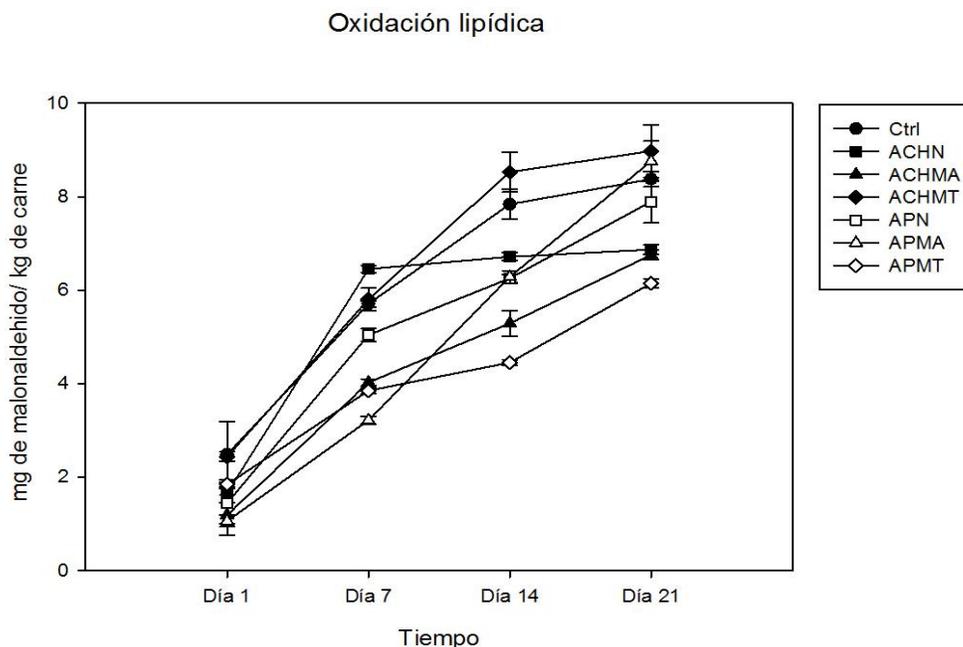


Figura 1.- Monitoreo de la oxidación lipídica en los tratamientos cárnicos adicionados con almidón nativo y modificado a condiciones de almacén a $0^{\circ}\text{C}\pm 1$ por 21 días

Análisis de perfil de textura. La dureza mostro una tendencia al aumento en relación al tiempo, los tratamientos con almidón mostraron mayor dureza que el control, con valores más altos los tratamientos con almidones de chayotextle al día 21 (ACHN= 1.53, ACHMA=1.49 y ACHMT=1.86), valores muy por debajo de hamburguesas de carne de puerco adicionado con aguacate, que presentaron como valores mínimos 36.07 (Rodríguez-Carpena, Morcuende, & Estévez, 2012), la elasticidad mostro un comportamiento inverso a la dureza, con una disminución en relación al tiempo, con mayor elasticidad en los tratamientos con almidón de chayotextle al día 21 (ACHN=0.63, ACHMA=0.93 y ACHMT=0.95) que en los de almidón de papa que presentaron 0.38 como mínimo, valores menores comparados con hamburguesas de puerco con harina de maracuyá (4.30)(López-Vargas, Fernández-López, Pérez-Álvarez, & Viuda-Martos, 2014). Los tratamientos con almidón fueron más adhesivos, los valores de cohesividad mostraron un aumento en relación al tiempo con mínimos de 0.34 para APN al día 1 y valores máximos de 0.94 para ACHMT, la gomosidad mostro el valor más alto en ACHMT CON 1.77, mientras que la masticabilidad mostro un ligero aumento en los tratamientos adicionados con almidón respecto al control, comportamiento reportado al adicionar almidón de papa a un cárnico de puerco presurizado (Fernández-Martín et al., 2000), sin amplias diferencias estadísticas en estos últimos tres parámetros.

Conclusiones. Los almidones modificados, aumentaron su contenido de AR, destacando los tratados con hidrolisis ácida, el almidón presento modificación en su comportamiento térmico y de formación de pasta, siendo más estables a la temperatura y la agitación con presencia de temperatura y humedad. El cárnico formulado con adición de almidones modificados, presento, mayor estabilidad en

el pH, capacidad de retención de agua y A_w , principalmente los tratamientos sometidos a hidrólisis ácida, los tratamientos con almidón presentaron menor grado de oxidación lipídica, mientras que el APT, mostró aumento en la dureza en los tratamientos con almidón, destacando un mejor efecto en los que contenían almidón de chayotextle, lo observado en los valores registrados sugiere el uso de almidones modificados, como un aditivo en la formulación de productos cárnicos, que promueve la estabilidad de las características fisicoquímicas, durante el almacén, presentando como plus un alimento funcional.

Agradecimientos.

Al CONACyT por la beca otorgada para la realización del trabajo de investigación en el estudio de posgrado M. en C. de los alimentos, con número de becario 291025

Referencias.

1. Aparicio-Saguilan, E. Flores-Huicochea, J. Tovar, F. Gracia-Suárez, F. Gutiérrez-Meraz, & L. Bello-Pérez. *Starch*. 2005, 57, 405.
2. Aparicio-Saguilán, S. Sáyago-Ayerdi, A. Vargas-Torres, J. Tovar, T. Ascencio-Otero & L. Bello-Pérez. *J. Food Comp. Anal.* 2007. 20, 175.
3. Evans. *Encyclopedia of Food Grains*. 2016.
4. Surendra-Babu, R. Parimolavalli & S. Gaur-Rudra. *Int. J. Biol. Macromol.* 2015, 80, 557
5. AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Hortwitz Ed. 17. Ed. ed. 2002.
6. AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Hortwitz Ed. 19. Ed. ed. 2012.
 - A. Omodunbi-Ashogbon & E. Temitope-Akintayo. *Starch*. 2014, 66, 41.
7. E. Da Rosa-Zavareze & A. Guerra-Dias. *Carbohydr. Polym.* 2011, 83, 317.
8. E. Fuentes-Zaragoza, M. Riquelme-Navarrete, E. Sánchez-Zapata & J. Pérez-Álvarez. *Food Res. Int.* 2010, 43, 931.
9. E. Molardi-Bainy, L. Canhadas-Bertan, M. Lucio-Corazza & M. Kaminski-Lenzi. *J. Food Sci. and Tech.* 2015, 52, 5111.
10. E. Sánchez-Zapata, C. Muñoz, E. Fuentes, J. Fernández-López, E. Sendra, E. Sayas, E, J. Pérez-Alvarez. *Meat Sci.* 2010, 85, 70..
11. F. Fernández-Martín, M. Guerra, E. López, M. Solas, J. Carballo & F. Jiménez-Colmenero. *J. of the Sci. of Food and Agric.* 2000, 80, 1230.
12. H. Liu, X. Guo, W. Li, X. Wang, M. Iv. Peng, Q., & Wang, M. *Carbohydr. Polym.* 2015, 132, 237.

- 13.H. Palma-Rodríguez, E. Agama-Acevedo, G. Mendez-Montealvo, R. Gonzalez-Soto, E. Vernon-Carter & L. Bello-Pérez. *Starch*. 2012, 64, 115.
- 14.J. BeMiller & R. Whistler. *Starch Chem. and Tech.* Tercera edición. United States of America. 2009.
- 15.J. Brumovsky & B. Thompson. *Cereal chem.* 2001, 78, 680.
- 16.J. Cummings & A. Stephen. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2007, 61, 5
- 17.J. Hernandez-Uribe, E. Agama-Acevedo, R. Gonzalez-Soto, L. Bello-Pérez & A. Vargas-Torres. *Starch*. 2011, 63, 32.
- 18.J. López-Vargas, J. Fernández-López, J. Pérez-Álvarez & M. Viuda-Martos. *Meat Sci.* 2014, 97, 270.
- 19.J. Rodríguez-Carpena, D. Morcuende & M. Estévez. *Meat Sci.* 2012, 90, 106.
- 20.L. Agostinho dos Santos Alves, J. Lorenzo, C. Alvarenga Goncalves, B. Alves dos Santos, R. Heck, J. Cichoski & P. Bastianello Campagnol. *Meat Sci.* 2016.
- 21.L. Angiolillo, A. Conte & M. Del Nobile. *LWT-Food Sci. and Tech.* 2015 62, 697.
- 22.L. Kuo-Wei & H. Hsien-Yi. *Meat Sci.* 2003, 65, 749.
- 23.M. López-Caballero, M. Gómez-Guillén, M. Pérez-Mateos & P. Montero. *Food Mic. and Safety.* 2005, 70, 166.
- 24.N. Aktas & H. Genccelep. *Meat Sci.* 2006, 74, 404.
- 25.O. García, I. Acevedo, J. Mora, A. Sánchez & H. Rodríguez. *Rev. UDO Agríc.* 2009, 9, 951.
- 26.P. Zamudio-Flores, E. Ochoa-Reyes, J. Ornelas-Paz, A. Aparicio-Saguilan, A. Vargas-Torres, L. Bello-Pérez, R. Cárdenas-Félix. *CyTA J. of food.* 2014, 1.
- 27.R. Tieko-Nassu, L. Aparecida, G. Goncalves, M. Pereira da Silva & F. Beserra. *Meat Sci.* 2003, 63, 43.

EFECTO DE LA HIDROLISIS ACIDA DEL ALMIDÓN DE CHAYOTEXTLE EN LA MICRO ENCAPSULACIÓN DE INGREDIENTES BIOACTIVOS

F. Astudillo-Barajas¹, L. Sanchez-Hernández¹, A. Vargas-Torres^{*2} H. M. Palma Rodríguez²,
N. Chavarría-Hernández²

¹*Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Acapulco -
fideastudillo@outlook.com, laurisanc79@hotmail.com*

²*Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias
Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México
*apolovt@hotmail.com, palma.heidi@gmail.com, norchavarría@yahoo.com.mx*

Área de participación: Ingeniería Química

Resumen: En la presente investigación el objetivo fue estudiar el efecto de la modificación ácida en el almidón nativo de chayotextle (AN-CH) sobre sus características morfológicas y fisicoquímicas. Se realizaron dos tiempos de hidrólisis con H₂SO₄ 3N en relación 1:5 (p/v). Los tiempos de hidrólisis realizados fueron 24 y 48 horas. Los estudios de microspía mostraron intervalos en tamaño del granulo desde 10 µm, 153.8 µm y 176.9 µm para los almidones nativos (AN-CH), y los sometidos a 24 horas (AH-24) y 48 horas de hidrolisis (AH-48), respectivamente. La modificación ácida cambió morfológica y fisicoquímicamente al almidón nativo permitiendo así poder encapsular, se analizaron las microcápsulas obtenidas observando formas redonda, las microcápsulas mostraron un tamaño de microcápsulas entre los 11.80 µm en el AH-24 y 13.58 µm para AH-48, la eficiencia de encapsulación fue del 88.378% en el tiempo de encapsulado de 24 horas de hidrólisis (AH-24), mientras que el tiempo de encapsulado de 48 horas (AH-48) su eficiencia fue del 87.233%. Estas microcápsulas mostraron una estabilidad en la protección del ácido ascórbico o vitamina C por 6 semanas de almacenamiento.

Introducción.

El almidón es un polímero renovable y biodegradable producido por muchas plantas como fuente de almacenamiento de energía (Déborah & Hélène, 2014) considerado un ingrediente multifuncional en los alimentos, el cual presenta aplicaciones funcionales tales como, adhesión, de unión, como estabilizador de emulsiones, para la formación de geles, como aditivo que promueve la retención de humedad (Fuentes-Zaragoza, Riquelme-Navarrete, Sánchez-Zapata, & Pérez-Álvarez, 2010), presenta ciertas propiedades gelificantes (Gharsallaoui, Roudaut, Chambin, Voilley, & Saurel, 2007), proporciona propiedades de textura de los alimentos procesados y se utiliza ampliamente en muchas aplicaciones industriales como un espesante (Kaur & Singh, 2016). Sin embargo, se ve limitado debido a que no tiene propiedades encapsulantes ni de solubilidad en frio, pero estas limitaciones son superadas con frecuencia modificando la estructura nativa del almidón mediante diferentes métodos químicos como lo es la hidrólisis ácida, la cual no altera significativamente el gránulo de almidón, pero sí modifica la estructura para producir almidón soluble (R. Hoover, 2000) y adquiere buenas propiedades para hacer un material pared con una gran aplicación en la microencapsulación lo que provoca un aumento de estabilidad del compuesto encapsulado para su aplicación en la industria alimentaria (Gharsallaoui, Roudaut, Chambin, Voilley, & Saurel, 2007).

La microencapsulación es un método de protección de material encapsulado de factores que pueden causar su deterioro como la temperatura, la humedad, microorganismos. La microencapsulación sirve para reducir sabores producidos por ciertas vitaminas y minerales (Finotelli & Rocha-Leão, 2005), para estabilizar el ingrediente activo, para controlar la liberación del material encapsulado en cuanto a velocidad y forma de liberación (Guevara-Bretón & Jiménez-Munguía, 2008) y para separar la reactividad del nutriente con otros ingredientes (Finotelli & Rocha-Leão, 2005).

El proceso de microencapsulación mediante secado por aspersion implica la formación de una emulsión o material de pared y la nebulización de la emulsión en una cámara de secado que hace circular el aire caliente y seco. El producto consiste en una matriz homogénea de mezcla de polímero atrapando el ingrediente activo (Finotelli & Rocha-Leão, 2005) que puede estar compuesto de sólo uno o varios ingredientes y la pared puede ser simple o de doble capa (Gharsallaoui, Roudaut, Chambin, Voilley, & Saurel, 2007). La retención de estos ingredientes activos está determinada por factores relacionados con la naturaleza química del agente activo, incluyendo su peso molecular, por su funcionalidad química, solubilidad, polaridad, la volatilidad relativa. La solución se alimenta al secador por aspersion y es atomizada. Tras la evaporación del disolvente, el polímero precipita y atrapa el cristal precipitado obteniendo microcápsulas (Finotelli & Rocha-Leão, 2005). Los diferentes tipos de microcápsulas se producen a partir de una amplia gama de materiales de la pared ya sean monómeros y / o polímeros como por ejemplo el almidón (Gharsallaoui, Roudaut, Chambin, Voilley, & Saurel, 2007)

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Materiales

Raíz de chayote (Chayotextle) adquirido en el mercado de Tulancingo, Hidalgo, México.

Aislamiento e hidrólisis ácida del almidón de Chayotextle

Para el aislamiento se utilizó el método propuesto por Flores-Gorosquera, y otros, (2004).

La hidrólisis ácida se realizó mediante método propuesto por Loksuan, (2007). Se prepararon soluciones de H_2SO_4 3N y Na_2CO_3 saturado. La modificación se realizó en 2 tiempos, el primer tiempo de 24 horas de hidrólisis y el segundo de 48 horas de hidrólisis, utilizando vasos enchaquetados los cuales fueron puestos en un baño con recirculación y fueron agitados durante la reacción.

Al almidón se le adicionó H_2SO_4 3N en relación 1:5 (p/v) y se dejó en agitación en a 60 °C. Después del tiempo de hidrólisis, el almidón fue enfriado a 25 °C y neutralizado, empleando una solución saturada de Na_2CO_3 . El almidón modificado fue lavado con tres volúmenes de agua destilada y un volumen de etanol al 95%, posteriormente fue filtrado y centrifugado. El almidón recuperado fue secado a 40

°C durante 24 horas, posteriormente fue molido y tamizado en malla #100. Este se guardado en bolsas ziploc para su posterior uso.

Determinación de contenido de humedad

La humedad fue determinada de acuerdo al método 925.10 descrito por la AOAC (1999). Se utilizaron 0.5 g de muestra, los cuales se colocaron en charolas de aluminio previamente puestas a peso constante. La muestra fue puesta a 100 °C por 4 horas, una vez concluido el tiempo se enfriaron a temperatura ambiente en un desecador. El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso de charola con muestra seca} - \text{peso de charola}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

Microscopía electrónica de barrido (SEM)

Los gránulos de almidón y/o de la microcápsulas obtenidas fueron fijados sobre una cinta conductora de cobre de doble adhesión, la cual fue asegurada previamente en un soporte de aluminio del microscopio electrónico de barrido. Los gránulos se colocaron en el ionizador de metales JEOL y fueron observadas al microscopio electrónico de barrido usando un voltaje de aceleración de 15 kV.

Microencapsulación de vitamina C

Los almidones ya modificados por 24 y 48 horas por hidrólisis ácida fueron puestos en agitación constante durante 30 minutos en agua con una relación de 15% p/p en 150 mL. La vitamina C se mezcló en una relación de 20% p/p con respecto al peso del almidón y fueron agitados por 5 minutos, este procedimiento se realizó en frascos ámbar. Las soluciones obtenidas por las mezclas de almidones/vitamina C, fueron alimentadas en un secador por aspersión, cuyas condiciones de operación fueron las siguientes: 160 °C de temperatura de entrada, 90°C de temperatura de salida, 15% en el flujo de la bomba y 100% de aspiración. El método de encapsulación se hizo mediante la metodología de (Palma-Rodríguez y col., 2013) con algunas modificaciones.

Cuantificación de vitamina C

Para analizar el contenido de vitamina C en la superficie de las microcápsulas se utilizó el método de (Dürüst y col., 1997) con algunas modificaciones. Se pesaron 100 mg de muestra y se depositaron en un frasco ámbar de vidrio, al cual se le adicionó 100 ml de ácido oxálico (0.4% p/v). La mezcla fue suavemente agitada por 15 segundos, y centrifugadas por 2 min. Se tomaron 1.5 mL de la solución y se realizó una dilución 1:10 con ácido oxálico (0.4% p/v). Esto para analizar la Vitamina C (Vit. C) en la superficie. Para determinar la Vit. C en el interior de la microcápsulas, esta fue agitada por 30 min, repitiendo el mismo proceso de

centrifugación para la recolección de la muestra. Se realizaron lecturas en y se midieron las absorbancias a una longitud de onda de 520 nm.

Eficiencia de encapsulación

La eficiencia de encapsulación fue determinada con la siguiente ecuación propuesta por (Tari & Singhal, 2002).

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{[\text{Vitamina C final}]}{[\text{Vitamina C inicial}]} \times 100$$

Estabilidad de la vitamina C

Para determinar la estabilidad de la vitamina C encapsulada, las muestras fueron almacenadas por 6 semanas en refrigeración (4 °C) y a temperatura ambiente (25 °C) cuantificándose la vitamina C con el método de cuantificación descrito anteriormente por Dürüst y col., 1997.

Resultados y Discusión.

Contenido de humedad del almidón

El contenido de humedad que presentan los almidones nativos y modificados se presenta en la Tabla 1, en donde muestra que fue menor al 10%, lo cual concuerda con lo reportado por Jiménez-Hernández, Salazar-Montoya, & Ramos-Ramírez, (2007) quienes mencionan que el almidón comercial debe tener hasta un 20% de humedad permitido como materia prima. Hernández-Uribe, Agama-Acevedo, Gonzales-Soto, Bello-Pérez, & Vargas-Torres, (2011) reportan un contenido de humedad del almidón chayotextle de 4.7%, cantidad ligeramente menor al analizado, teniendo como resultado AN-CH con un 5.1% de humedad, en cuanto a los almidones modificados AH-24 y AH-48 muestran humedades de 9.3 y 9.2% respectivamente, esto debido al tratamiento ácido realizado y a los lavados con agua destilada que se efectuaron sobre las muestras.

Tabla 1.- Contenido de humedad de AN-CH, AH-24 y AH-48.

Muestra	Humedad (%) [*]
AN-CH	5.1 ± 0.1414 ^a
AH-24	9.3 ± 0.1414 ^b
AH-48	9.2 ± 1.1313 ^c

^{*} Promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Los superíndices con la misma letra entre muestras indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

SEM de los almidones y de las microcápsulas

En la figura 1 (A-B) se observan las microfotografías de los tamaños de los gránulos de AN-CH y AH-48, respectivamente. (Imagen no mostrada de la microscopía AH-24). En donde se muestran las diferencias entre estos almidones en cuanto a la forma, tamaño y superficie. El gránulo AN-CH tiene un tamaño menor a los 30 μm . Hernandez-Uribe, Agama-Acevedo, Gonzales-Soto, Bello-Pérez, & Vargas-Torres, (2011) reportó en el mismo tipo de gránulo un tamaño comprendido entre los 10 μm a 25 μm . De acuerdo con Jiménez-Hernández, Salazar-Montoya, & Ramos-Ramírez, (2007) reportan un tamaño similar que comprende de 7-50 μm . Respecto a los AH-24 y AH-48 muestran diferencias en cuanto a tamaños y formas (ver figura 1 B), la microfotografía AH-24 muestra almidones en forma de cúpula y con tamaños mayores, mientras que en la microfotografía AH-48 presenta gránulos de menor tamaño y con diferente forma.

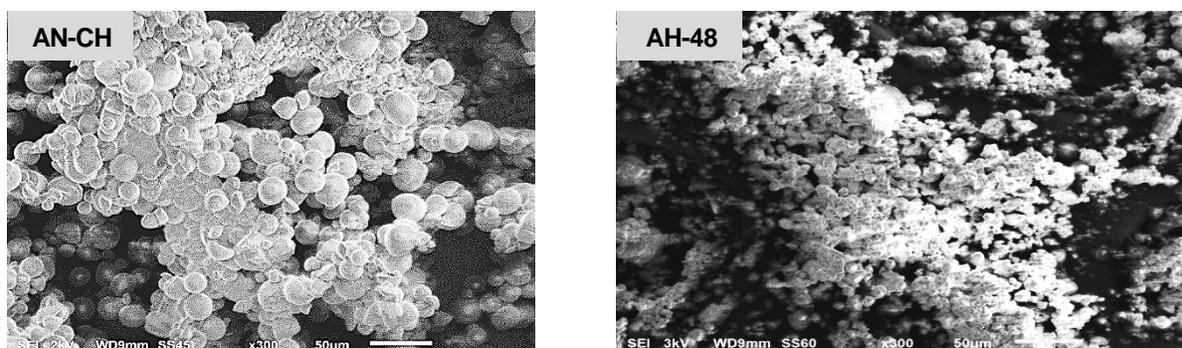


Figura 1 (A, B).- Micrografías de Almidón nativo de Chayotextle (AN-CH), Almidón hidrolizado 48 horas.

A través del estudio de microscopía electrónica de barrido se comprobaron los tamaños obtenidos en la distribución de tamaño de las microcápsulas en donde se aprecia un tamaño menor a los 20 μm . En la Figura 2 se presentan las microfotografías de las microcápsulas MAH-24 y MAH-48.

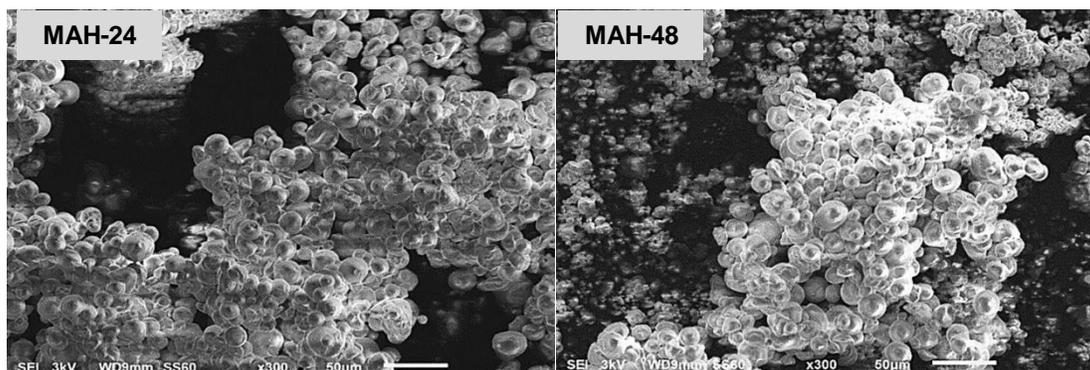


Figura 2.- A) Micrografías de las microcápsulas elaboradas con los almidones por hidrólisis acida por 24 (MAH-24); B) microcápsulas con almidones hidrolizados por 48 (MAH-48) horas

Estabilidad del ácido ascórbico

La estabilidad que tuvo el ácido ascórbico durante las 6 semanas de cuantificación se muestran en las Tablas 2 y 3, en donde la mayor estabilidad obtenida fue a temperatura ambiente de 25 °C respecto a las muestras que se dejaron en refrigeración, esto nos indica que a una temperatura de refrigeración de 4 °C las microcápsulas se degradan más rápido ya que la humedad del medio (refrigeración) es mayor que la temperatura ambiente lo que afecta de manera significativa la estabilidad del ácido ascórbico.

De acuerdo a los estudios realizados por Pulido & Beristain (2010), quienes llevaron a cabo un estudio similar, muestran al término de los 50 días de almacenamiento de las microcápsulas obtuvieron una estabilidad de retención del 100% al encapsular ácido ascórbico con quitosano como material pared a una temperatura de 35 °C, esto en comparación con el almidón de chayotextle que en seis semanas mantuvo una estabilidad mayor al 70 %, los resultados de su estudio comparados con el realizado pueden atribuirse a que probablemente en la encapsulación con quitosano no existe contenido de ácido ascórbico en la superficie de las microcápsulas, por lo tanto, el 100% del ácido ascórbico se encuentra en el ingrediente activo lo que justifica su estabilidad. En los estudios realizados por Palma-Rodriguez, Agama-Acevedo, Vernon-Carter, Alvarez-Ramírez, & Bello-Perez, (2013) se reporta que las microcápsulas de almidón de arroz modificado se encuentra con mayor contenido de ácido ascórbico en la superficie teniendo una menor estabilidad de retención durante las 6 semanas de almacenamiento.

(semanas)	% Ácido ascórbico			
	25 °C		4 °C	
	MAH-24	MAH-48	MAH-24	MAH-48
0	88.37±1.01	87.23± 0.36	88.37± 0.33	87.23± 0.49
1	87.04± 0.99	83.16± 0.44	83.16± 0.52	84.71± 0.7
2	83.67± 0.87	79.00± 0.82	80.57± 0.91	81.36± 0.38
3	81.60± 0.33	77.95± 0.65	79.79± 0.66	81.10± 0.37

4	77.97± 0.87	74.54± 0.11	77.46± 0.35	79.26± 0.18
5	72.83± 0.79	72.88± 0.32	76.98± 0.29	77.33± 0.98
6	69.98± 0.21	69.73± 0.19	75.16± 0.77	76.29± 0.82

* Promedio de tres repeticiones ± desviación estándar.

Conclusiones.

La hidrólisis ácida modificó las propiedades físicas y morfológicas del almidón nativo de chayotextle. Mediante las micrografías obtenidas del microscopio electrónico de barrido se observan los diferentes tamaños y formas de los gránulos hidrolizados y las microcápsulas. Los tiempos de modificación del almidón no afectaron la capacidad de estabilidad de la vitamina C. Sin embargo, la hidrólisis ácida de los almidones podría ser una buena alternativa para favorecer la estabilidad de la vitamina C con respecto al tiempo de almacenamiento y por efecto de la temperatura

Agradecimientos.

Se agradece el soporte económico otorgado por CONACyT México (167500) para la realización de este proyecto.

Referencias

1. L., Déborah; A.-C. Hélène. *Reactive & Functional Polymers*. 2014, 6, 2.
2. A. Gharsallaoui; G. Roudaut; O. Chambin; A. Voilley; R. Saurel. *Food Research International*. 2007, 40, 1107.
3. L. Kaur; J. Singh. *Encyclopedia of Food and Health*. 2016, 152.
4. R. Hoover. *Carbohydrate Polymers*. 2001, 45, 253.
5. P. V Finotelli; M.H.M. Rocha-Leão. 2005. Microencapsulation of ascorbic acid in maltodextrin and capsul using spray-drying. Paper presented at the Empromer/ 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering/4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering, Costa Verde, RJ.
6. E. Flores-Gorosquera; F García-Suárez; E. Flores-Huicochea; E. M. Núñez-Santiago; R. González-Soto; L. Bello-Pérez. *Acta Científica Venezolana*. 2004, 55, 86.
7. J. Lokuwan. *Food Hydrocolloids*. 2007, 21, 928.
8. Método 925 .10 descrito por la AOAC. 1999.
9. H. M. Palma-Rodríguez; E. Agama-Acevedo; G. Mendez-Montealvo; R. A Gonzalez-Soto; E.J. Vernon-Carter; L. A. Bello-Pérez. *Starch/Stärke*. 2012, 64, 115.

10. T. Tari; R. Singhal. *Carbohydrate Polymers*. 2002, 50, 417.
11. N. Dürüst; D. Sümengen; Y. Dürüst. *J. Agric. Food Chem.* 1997, 45, 2085.
12. J. Jimenéz-Hernández, J. Salazar-Montoya; E. Ramos-Ramírez. *Carbohydrate Polymers*. 2007, 68, 679.
13. J. Hernandez-Uribe; E. Agama-Acevedo; R. Gonzales-Soto; L. Bello-Pérez; A. Vargas-Torres. *Starch/Starke*. 2011, 63, 32.
14. A. Pulido; C. Beristain; *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 2010, 9, 189.
15. E. Da Rosa Zavareze; R. Diaz Alvaro. *Carbohydrate Polymers*. 2011, 83, 317.
16. H. M. Palma-Rodríguez; E. Agama-Acevedo; G. Mendez-Montealvo; R. A. Gonzalez-Soto; E.J. Vernon-Carter; L. A. Bello-Pérez. *Starch/Stärke*. 2012, 64, 115.
17. H. Palma-Rodríguez; E. Agama-Acevedo; E. Vernon-Carter; J. Alvarez-Ramírez; L. Bello-Perez. *Starch/Stärke*. 2013, 65, 584.

MODIFICACIÓN HIDROTÉRMICA DE HARINA DE OXALIS TUBEROSA: EFECTO EN EL INCREMENTO DE ALMIDÓN RESISTENTE Y SU APLICACIÓN

O. Alfaro-Galarza, A. Vargas-Torres^{*}, H.M. Palma-Rodríguez, J. P Hernández-Uribe y R. H. Alfaro-Rodríguez

Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Rancho Universitario, C.P., 43600 Tulancingo, Hidalgo, México – oefeliaalfaro38@gmail.com, palma.heidi@gmail.com, heurjupa@gmail.com, jud_292003@yahoo.com.mx, hayde_alfaro@uaeh.edu.mx, apolovt@hotmail.com

Área de participación: Ciencia de los Alimentos

Resumen: Actualmente existe un interés muy particular en los alimentos nutraceuticos, con lo cual se dá una nueva oportunidad a crear nuevos productos en la industria. Los consumidores piden alimentos que les proporcionen beneficios a la salud y que sean fáciles de transportar. En este sentido, el consumo de galletas en la dieta diaria de las personas es elevado, siendo esta una opción para la adición de AR. El uso de harina a partir de *Oxalis tuberosa*, presentó potencial en la elaboración de productos con un alto contenido de fibra. El objetivo de este trabajo fue desarrollar galletas con harina de *Oxalis tuberosa* modificada hidrotérmicamente. Los resultados mostraron que el tratamiento en horno, presentaba altos contenidos de AR y a su vez era el más estable. Con ese propósito se elaboraron galletas con concentraciones 10, 20 y 30% de harina de *Oxalis tuberosa*. La galleta con valor más alto de AR fue la de concentración del 30%. Los análisis proximales mostraron que existía diferencia en cuanto a fibra y proteína entre la muestra control y la de concentración del 30%. En cuanto a Análisis de Perfil de Textura (APT) la muestra control y las concentraciones del 10 y 20% mostraron un comportamiento semejante. En base a los resultados de APT las muestras que se decidieron utilizar para realizar el análisis sensorial fue la galleta que contenía una concentración del 10 y 30% de harina de oca modificada. La prueba de preferencia mostro que la galleta con una concentración del 10% fue más aceptada por los jueces.

INTRODUCCIÓN

Los cambios en el régimen alimenticio, como el consumo excesivo de productos industrializados con una alta densidad energética y la disminución de la ingesta de frutas, verduras, leguminosas, cereales integrales, los cuales son una fuente de carbohidratos no digeribles, son algunos factores que influyen en el incremento de la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con la alimentación tales como obesidad y diabetes (Acuerdo Nacional Para la Salud, 2015).

Por lo que, el consumo de alimentos con carbohidratos no digeribles (almidón resistente) puede ejercer efectos benéficos sobre la salud, ya que se digieren de una manera más lenta, provocando una sensación de saciedad prolongada, reduciendo la velocidad de absorción de glucosa, reduciendo el colesterol, promoviendo la motilidad y acelerando el tránsito intestinal, lo que favorece el desarrollo y mantenimiento de la flora bacteriana (Buttris *etal*, 2013).

El interés por el desarrollo de alimentos con estas características ha crecido en los últimos años como botanas y galletas, ya que pueden ser un vehículo adecuado

para fomentar el consumo de carbohidratos no digeribles por ser alimentos prácticos portables y de fácil disponibilidad, características que son adecuadas para el ritmo acelerado de la vida actual. Actualmente en México *Oxalis tuberosa*, presenta un alto potencial para su desarrollo en el país, principalmente en las áreas templadas, debido a que tiene similar o mayor rendimiento de tubérculos en comparación con la papa (*Solanum Tuberosom L.*), con mayor resistencia a las plagas y enfermedades: además su valor nutrimental y contenido de carbohidratos ubican a esta especie como el segundo cultivo andino más importante después de la papa. Con estas propiedades se planea que se desarrollen nuevos productos en la industria alimentaria a base de *Oxalis tuberosa*.

SECCIÓN EXPERIMENTAL:

Materia prima: Para la realización de este proyecto se utilizó Oca (*Oxalis tuberosa*), la cual se adquirió en el mercado local del municipio de Acaxochitlan, y harina de trigo Extra Fina de la marca San Antonio la cual se adquirió en un supermercado local.

Obtención de harina: Para la obtención de harina de oca se siguió el procedimiento que se describe a continuación: Se lavó perfectamente la oca, posteriormente se cortaron a lo largo con un espesor de 2 mm, se secaron a 50 ± 5 °C durante 24 h. Finalmente se molió y se tamizó en malla No 100, con una abertura de 0.0059 pulgadas. Al finalizar, la harina obtenida se almaceno en bolsas perfectamente selladas a temperatura ambiente.

Modificación de la harina: Se realizaron tres modificaciones hidrotérmicas con la finalidad de generar harinas con almidón resistente (AR).

Tratamiento de calor-humedad en horno

Se siguió método de Chung et al (2009) una muestra (30 g) se pesó y se introdujo en contenedores de vidrio de 125 mL. La humedad contenida de la harina se llevó a un 30% añadiendo apropiadamente la cantidad de agua destilada pertinente. La muestra se mezcló vigorosamente durante la adición del agua. El contenedor fue sellado, y almacenado durante 24 h a temperatura ambiente, posteriormente se colocó en un horno de convección a 120 °C por 24 h para realizar la modificación. Al finalizar la modificación el contenedor fue abierto y la muestra se dejó secar a temperatura ambiente hasta que su humedad fuera menor al 10%.

Tratamiento de calor-humedad en Autoclave

El tratamiento se realizó siguiendo la metodología propuesta por (Chung et al, 2009). A continuación, se describe brevemente la metodología. Se pesaron 5 g de harina y con agua se preparó una dispersión en una proporción 1:5 la cual se metió en autoclave a 121 °C por 1 h. La muestra se enfrió a temperatura ambiente y después se almacenó a 4°C por 24 h. Se repitió este procedimiento dos ciclos más. Posteriormente se añadieron 3 volúmenes de etanol (mínimo) y se centrifugó a 6000 rpm durante 10 min, la centrifugación se repitió la centrifugación dos veces más y al finalizar estos pasos la muestra se secó a 40 °C por 24 h.

Procedimiento de Annealing

La modificación por annealing se realizó siguiendo la metodología de (Chung *et al.* 2009) con ligeras modificaciones que a continuación se describen suspensión de harina (1:2 w/w) fue calentada durante 24 h en un contenedor sellado a temperatura constante. Las temperaturas de annealing fueron elegidas en función de las temperaturas de gelatinización de la harina nativa de 3-4% por debajo. Después de 24 h de periodo de incubación, la suspensión de harina fue filtrada, y el residuo fue secado durante toda la noche a temperatura ambiente.

Elaboración de las galletas: Para la obtención de las galletas se utilizó una mezcla de harina de trigo y harina de oca modificada, todo en base a una cantidad de 100 ver siguiente (Tabla 1).

Tabla 1.- Formulación de las galletas con diferentes proporciones de harina de oca modificada a través de tratamiento de calor-humedad en horno.

Ingredientes (g)	Harina de trigo Control (A)	Harina de Oca modificada con tratamiento de calor-humedad en horno		
		30:70 (B)	20:80 (C)	10:90 (D)
Margarina regular	30	30	30	30
Harina de trigo	50	35	40	45
Harina de Oca	0	15	10	5
Azúcar	15	15	15	15
Huevo completo	5	5	5	5

De manera general la elaboración de las galletas es la siguiente primeramente se mezclan todos los ingredientes sólido (harina, azúcar y margarina) posteriormente se agrega el huevo y se continua batiendo hasta obtener una mezcla homogénea; con ayuda de un rodillo se extendió la masa de tal forma que quedara con un espesor de 1 cm, en seguida se cortó con ayuda de un molde de 4x4 cm (para análisis de textura) y de 2X2 cm (para la prueba de análisis sensorial), en seguida se colocaron en charolas de aluminio y se sometieron a cocción en un horno (marca ALPHA SIMET) el cual se utilizó la programación de galletas con un tiempo de cocción de 15 min. Para la prueba de análisis sensorial a la masa control se le adicionó colorante vegetal en polvo color café (3,1 gr por cada 500 gr de masa) para evitar que el color influyera en la respuesta.

Análisis químico proximal: La composición química proporciona información detallada de la concentración de los nutrientes presentes en un alimento. Para conocer la composición química de las galletas se determinó el contenido de humedad (método 44-16), lípidos (método 30-25), proteínas (método 46-13) y cenizas (método 08-01) empleando los métodos oficiales de la AACC (2000)

Determinación de almidón resistente y disponible: El contenido de almidón disponible y almidón resistente tanto de harinas como de las galletas se determinó utilizando el kit enzimático para almidón resistente de Megazyme (Wickolw, Irlanda). El cual está basado en el método 32-40 de la AACC (2000).

Análisis de Perfil de Textura:

Prueba quiebre de tres puntos

Esta prueba corresponde a una prueba de flexión y es conocida también como puente de ruptura y consiste en evaluar la fuerza máxima necesaria para producir un quiebre total de la estructura del producto

El producto fue apoyado sobre dos soportes paralelos separados a una distancia conocida. Un tercer eje paralelo del mismo material de los soportes fue desplazado verticalmente ejerciendo una fuerza hasta producir un quiebre en la estructura del producto. La distancia entre los dos soportes y la velocidad de desplazamiento del equipo de determinación evaluando las características del producto. Los bordes de los tres ejes deben ser redondeados para minimizar las tensiones que pudieran provocar ángulos durante las pruebas. Los valores de fuerza máxima se relacionan con la dureza de las galletas.

Evaluación Sensorial: Se realizó una prueba afectiva de preferencia, donde participaron 113 jueces consumidores (70 mujeres y 43 hombres), todos ellos estudiantes y profesores del Instituto de Ciencias Agropecuarias UAEH, con un intervalo de edades de 18 a 47 años.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Análisis proximal

En la Tabla 2 se puede observar el resultado del análisis proximal (Humedad, Cenizas, Proteína y Lípidos) y el porcentaje que se obtuvo en cuanto a almidón resistente y almidón disponible en las galletas que se realizaron a diferentes concentraciones de harina de oca modificada.

Los valores de humedad en la muestra A (galleta control) fueron de 7.10%, mientras para las galletas adicionadas con harina modificada en horno a diferentes concentraciones presentaron valores de humedad de 6.65%, 6.34%, 6.01% para las concentraciones de D, C, Y B respectivamente. Observándose que conforme se incrementaba la concentración de harina modificada los valores de humedad disminuían. Este comportamiento puede ser debido a los valores de humedad que se obtuvieron en la caracterización proximal de la harina de oca modificada por tratamiento hidro-térmico en horno (4.61%), lo cual se puede observar que tiende a un valor intermedio entre la galleta control el cual fue de 7.10%, y el valor de la harina modificada. Estudios similares presentados Utrilla-Coello et al (2010), en la elaboración de barras de grano entero en mezcla con harina de plátano observaron valores de humedad en un intervalo de 0.92 a 1.28%. Otros autores presentaron valores de humedad en la elaboración de spaguettis a base de harinas de plátano verde, garbanzo y maíz en un intervalo de 8.87 y 15.12% (Flores P., 2011).

En los valores de cenizas se observó que conforme se incrementaba la concentración de la harina modificada por tratamiento hidrotérmico de calor-humedad en horno, estos aumentaban. Esto puede ser debido a la suma de vitaminas y minerales que presenta la harina modificada, similar comportamiento fue presentado por Aparicio-Saguilán et al (2006), en donde presentó valores de 0.37% para la harina control y 0.49% cuando le adiciono harina modificada.

En el caso del contenido de proteína se puede observar que la galleta control contiene un porcentaje de 9.18%, el cual fue mayor a las galletas elaboradas con harinas modificadas. Observándose que conforme se adicionaba la harina de trigo modificada disminuía el porcentaje de proteína en la galleta. Este comportamiento puede ser debido a la reducción de la harina de trigo la que contiene el gluten (proteína), por la adición de la harina modificada, similar comportamiento fue presentado por Aparicio-Saguilán et al (2006).

El contenido de lípidos es menor en la galleta control (18.75%), por el contrario, las galletas con las distintas concentraciones (D, C Y B) son muy similares de 22.5% no mostrando diferencias significativas ($\alpha=0.05$). Esa diferencia entre el contenido de lípidos en la galleta control y las que contienen la harina modificada puede ser debida a error durante la adición del contenido de margarina. Sin embargo, otros autores reportan en barras elaboradas a partir de maíz blanco, maíz azul y harina de plátano valores de 17, 21, y 15% de lípidos respectivamente, atribuyendo este comportamiento a la variedad de maíz utilizado (Utrilla-Coello et al, 2011).

El contenido de almidón resistente aumentó conforme se incrementaba la concentración de la harina modificada presentando un intervalo de 0.60 a 3.19%. Efecto contrario fue observado en el contenido de almidón disponible, el cual disminuyó los valores conforme aumentaba la concentración de harina modificada por tratamiento de horno en las galletas.

Tabla 2. - Análisis proximales base húmeda de las galletas a diferentes concentraciones

Análisis proximales base húmeda galletas a diferentes concentraciones						
	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Almidón resistente (%)	Almidón disponible (%)
Galleta control (A)	7.10 ± 0.065 ^a	0.48 ± 0.017 ^a	9.18 ± 0.098 ^a	18.75 ± 0.712 ^a	0.60 ± 0.015 ^a	43.39 ± 0.172 ^a
Galleta concentración 10% (D)	6.65 ± 0.019 ^a	0.62 ± 0.017 ^b	7.69 ± 0.097 ^b	22.50 ± 0.062 ^b	1.26 ± 0.115 ^b	41.16 ± 0.633 ^b
Galleta concentración 20% (C)	6.34 ± 0.018 ^{b, a}	0.80 ± 0.010 ^c	7.33 ± 0.091 ^b	22.5 ± 0.075 ^b	2.22 ± 0.212 ^c	38.88 ± 0.255 ^c
Galleta concentración 30% (B)	6.01 ± 0.032 ^{c, b}	1 ± 0.033 ^d	6.68 ± 0.010 ^c	22.73 ± 0.035 ^b	3.19 ± 0.321 ^d	35.83 ± 0.591 ^d

Promedio de tres repeticiones ± error estándar. Los superíndices con la misma letra entre muestras indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$).

Análisis de Perfil de Textura

La Figura 1 para fuerza máxima (A), muestra similares valores de fuerza máxima para las galletas A, D y C. Observándose una reducción drástica en los valores de fuerza en la galleta B. Barak *et al* (2013) presentaron un estudio de elaboración de pan disminuyendo la calidad proteica de la harina, en donde observaron una reducción en los valores de fuerza, firmeza y volumen, atribuyendo este comportamiento a la baja disponibilidad del gluten para formar una red proteica

disminuyendo así la estructura interna del pan, por ese mismo motivo la rigidez va disminuyendo conforme se va aumentando la concentración de harina de oca.

Los valores de rigidez (Figura 1B), muestra una reducción conforme se incrementa la concentración de harina de oca, mostrando un intervalo en los valores de ~18 a 12 N/mm, para la muestra A y B, respectivamente. Este comportamiento puede ser debido a lo reportado por Barak *et al* (2012), los cuales mencionan un debilitamiento en la estructura interna del gluten conforme se incrementa la concentración de otra harina en la elaboración de la masa.

Evaluación Sensorial

Los resultados obtenidos mediante el análisis de *Ji-cuadrada* $X^2_{0,001,2} < P(X^2 = 22.92)$, indican que las frecuencias observadas en la Figura 2A, difieren significativamente de las frecuencias esperadas, se observa una tendencia marcada de preferencia hacia la muestra A, aunque la muestra D tiende estar muy cercana a la frecuencia esperada, a diferencia de la muestra B ver Ilustración 2A.

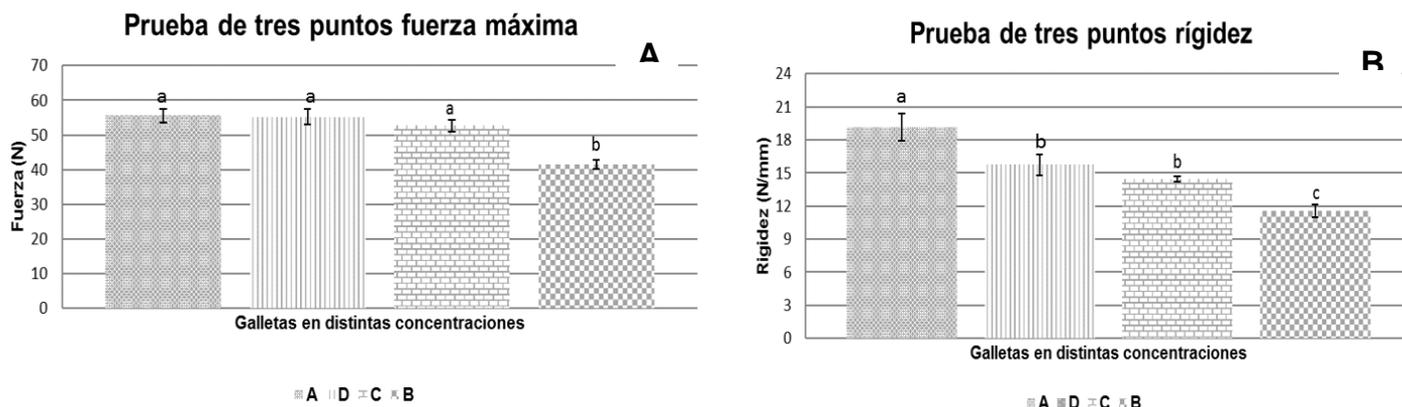


Figura 1.- A: Galleta control, D: Galleta 10%, C: Galleta 20% y B: Galleta 30%.

Si bien los resultados muestran una preferencia por la muestra testigo no se descarta que la muestra D pueda ser preferida por los consumidores a diferencia de la muestra B

La información proporcionada por los jueces consumidores referente a los atributos que influyeron en su preferencia se muestra en la Imagen 2B, se observa que la mayoría de los jueces, que prefirieron la muestra A fue por el sabor, seguido de la textura, olor y finalmente por el color, en cuanto a la muestra D, se prefirió mayormente por el sabor, seguido de textura, color y al último por el olor y con lo que respecta a la muestra B, fue preferida en su mayoría por el sabor.

Cabe señalar que la muestra A, presento valores altos en el atributo de olor, esto se debe a que en esta galleta predominaba el olor a mantequilla a diferencia de las galletas con harina de oca.

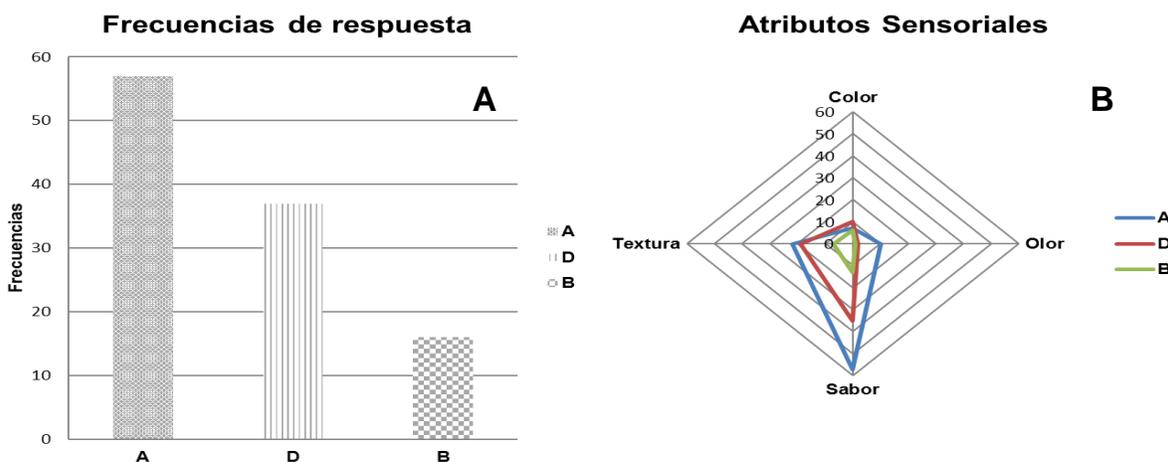


Figura 2.- A: Galleta control D: Galleta 10% y B: 30%

CONCLUSIONES

La harina con una mayor estabilidad térmica en el contenido de AR fue la tratada con tratamiento humedad en horno. Se observó un incremento en el contenido de AR y una disminución en cuanto a almidón disponible, con el aumento de la harina de oca en la formulación de la galleta. La adición de harina modificada, provocó una mayor dureza en el interior, lo cual es debido a la falta alveolos por la ausencia de gluten, provocando que su corteza sea más suave (APT). El análisis sensorial, mostró que los jueces tuvieron una preferencia similar entre la galleta control la cual contiene 0.26% de AR y la galleta con una concentración del 10% de harina de oca la cual presenta un contenido de AR de 1.26%, esta preferencia se debió al atributo del sabor. El consumo de esta galleta podría contribuir con un mejor estado de salud ya que se incrementa hasta en 1% el contenido de AR. El uso de la oca para la obtención de la harina y elaboración de una galleta sería una buena alternativa para este tubérculo, dándole un valor agregado, ya que solo es consumida a nivel local

Agradecimientos.

Se agradece el soporte económico otorgado por CONACyT México (167500) para la realización de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. AACC. Appoved methods of the American Association of Cereal Chemists. 2000. Vol. I y II.
2. Aparicio-Saguilán; S. G. Sáyago-Ayerdi; A. Vargas-Torres; T. E. Ascencio-Otero; L. A. Bello-Pérez. J. Food Comp. Anal. 2006, 20, 175.

3. Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. Secretaría de Salud, México. 2015.
4. H.J. Chung; R. Hoover; Q. Liu. Int. J. Biol. Macromolec, 2009, 44, 203
5. J.L. Buttris; C.S. Stokes, C. S. Nutrition Bulletin, 2008,186.
6. R. G. Utrilla-Coello; E. Agama-Acevedo; P. Osorio-Díaz; J. Tovar; L. A. Bello-Pérez. Starch/Starke. 2011, 63, 416
7. S. Barak; D. Mudgil; B.S. Khatkar. LWT Food Sci Technol. 2013, 51, 211.
8. P. Flores, tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, (2011)

CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PULIDURA DE ARROZ

J. Zúñiga-Díaz^{1, 2}, E. Reyes-Dorante^{1, 2}, A. Quinto-Hernández¹, J. Porcayo-Calderon^{2, 3},
y L. Martínez-Gomez^{2, 4}

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Zacatepec, Avenida Instituto Tecnológico 27, Zacatepec, Mor, 62780, México- jacque_zd@hotmail.com, ericka_rd@hotmail.com, aquintoh@yahoo.com ²Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad s/n, Cuernavaca, MOR, 62210, México. ³CIICAp, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Avenida Universidad 1001, Cuernavaca, Mor, 62209, México- jporcayoc@gmail.com. ⁴Corrosion y Protección (CyP), Buffon 46, México City, DF, 11590, México-lmg.icf.unam@gmail.com

Área de participación: *Bioprocesos y Desarrollo sustentable*

Resumen: En el presente trabajo de investigación se llevó a cabo un estudio sobre la cinética de extracción de aceite crudo de pulidura de arroz a 20, 40 y 60°C empleando hexano como disolvente. El proceso de extracción del aceite se puede describir por un modelo de dos etapas: lavado y difusión. Donde el aceite que se encuentra sobre la superficie de la hojuela de pulidura de arroz se eliminó rápidamente por lavado con el disolvente al inicio del proceso de extracción, seguido por un proceso de difusión. A partir del análisis cinético se demostró que el proceso predominante corresponde al lavado del material extraíble lo cual representa más del 92% del aceite recuperable, mientras que el proceso de difusión representa menos del 8% del aceite.

Introducción.

Un estudio de cinética de extracción tiene como principal objetivo modelar las curvas cinéticas a partir de las cuales se pueden definir los parámetros para el diseño del proceso y la estimación de la viabilidad en una escala industrial. Diversos modelos matemáticos han sido sugeridos para analizar la cinética de extracción de aceites vegetales a partir de diferentes matrices de aceite y disolventes, en la mayoría de los estudios publicados sobre cinética de extracción el objetivo es la determinación de la difusividad del material total extraído [1]. La difusión es el proceso por el cual la materia es transportada desde una parte de un sistema a otro, como resultado de los movimientos moleculares aleatorios causados por un gradiente de concentración. Las etapas del proceso que implican la difusión molecular, puede ser descrito por las leyes de Fick, lo que permite calcular el coeficiente de difusión [2]. La primera ley de Fick es útil bajo condiciones de estado estacionario y la segunda ley de Fick es aplicable en sistemas no estacionarios y con períodos cortos de tiempo, condiciones en las cuales los cambios en las concentraciones del soluto con respecto al tiempo y la posición se observan dentro de la matriz sólida [3]. En este trabajo se presenta el estudio de la cinética de extracción del aceite crudo de la pulidura de arroz como una fuente oleica importante para su posible aprovechamiento en la obtención de aceite comestible, síntesis de biodiesel o compuestos de mayor valor agregado como son los inhibidores de corrosión.

Sección Experimental.

La pulidura de arroz utilizada para esta investigación fue obtenida del molino de arroz de Puente de Ixtla, Morelos. La harina fue colectada pocas horas después de su producción y llevada a peso constante previo a las pruebas experimentales.

Su contenido de aceite crudo fue determinado por el método soxhlet de acuerdo al procedimiento sugerido en la literatura [4]. La determinación de la relación óptima harina-solvente (g/ml) para la extracción del aceite se realizó en un sistema de lote agitado a temperatura ambiente y 215 rpm durante 24 horas, utilizando las siguientes relaciones harina-solvente; 1:4, 1:7, 1:10, 1:13, 1:16 y 1:19. La determinación de los parámetros cinéticos de extracción fue realizada de manera similar a lo reportado en la literatura [5]. La extracción fue realizada en función de la temperatura (20, 40 y 60°C), y tiempo de extracción (0.25, 0.5, 0.75 y de 1 a 12 horas en pasos de 1 hora) con una agitación constante de 215 rpm, y empleando la relación óptima harina-solvente determinada previamente. En todos los casos el solvente empleado fue hexano.

Resultados y Discusión.

El contenido de humedad inicial de la harina fue de 6.77%, y su contenido de aceite de 21.44%. El contenido de aceite determinado es congruente con lo reportado en la literatura, donde se indica que dependiendo de la procedencia geográfica, variedad de grano, y método de molienda el contenido de aceite oscila entre 15-25% [6]. La Figura 1 muestra los resultados obtenidos a diferentes relaciones masa:volumen de la harina y disolvente respectivamente. Los resultados muestran que con una relación 1:10 es posible extraer casi el 99% del aceite, y emplear relaciones mayores no contribuye significativamente al rendimiento de extracción y por el contrario si en los costos del proceso de extracción. Con base en esta información, se procedió a la determinación de la cinética de extracción del aceite a diferentes temperaturas.

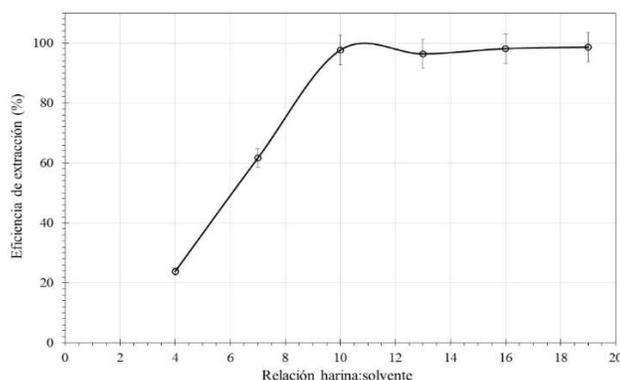


Figura 1.- Eficiencia de extracción en función de la relación harina:solvente a 20 °C.

La Figura 2 muestra la cinética de extracción del aceite crudo de pulidura de arroz a 20, 40 y 60°C. Los datos obtenidos muestran que independientemente de la temperatura, más del 90% del aceite es extraído en tiempos menores a 15 minutos, y a tiempos mayores la máxima eficiencia de extracción promedio es de 95.2, 96.4 y 98.6%, respectivamente. Esto sugiere que la pulidura de arroz experimentó una gran ruptura celular durante su proceso de molienda, y poco aceite quedó ocluido en las partículas de la harina. Por ello, se infiere que el proceso de extracción se llevó a cabo en dos etapas, donde la primera

corresponde al lavado del aceite contenido en la superficie de la harina, y posteriormente por difusión del aceite ocluido en las partículas.

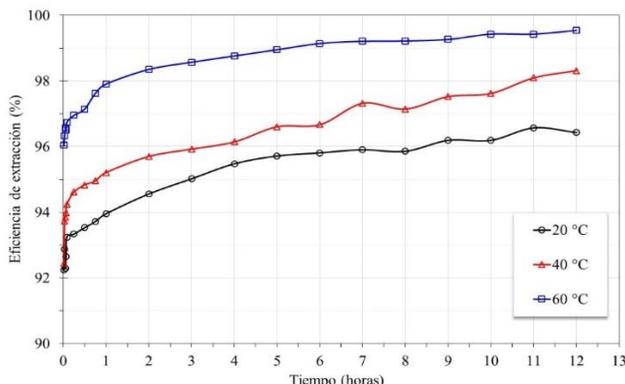


Figura 2.- Cinética de extracción del aceite crudo de pulidura de arroz en función de la temperatura.

Para el análisis del proceso de extracción donde la difusión es el factor determinante, se consideró que la concentración del aceite dentro de la partícula de la harina, se encontraba en equilibrio con la concentración de aceite en el disolvente de acuerdo a la siguiente expresión [5]:

$$C_s = K C_L$$

Donde C_s es la relación masa de aceite ocluido a masa inerte, K es la constante de equilibrio o constante de partición y C_L es la relación masa de aceite extraído a masa micela. El coeficiente de partición es usado para describir las condiciones de equilibrio de un soluto difundiendo desde un sólido hacia un disolvente, y representa la relación entre la concentración de soluto en el sólido y la concentración de soluto en el medio [7]. La Figura 3 muestra esta relación en función del tiempo de extracción y temperatura.

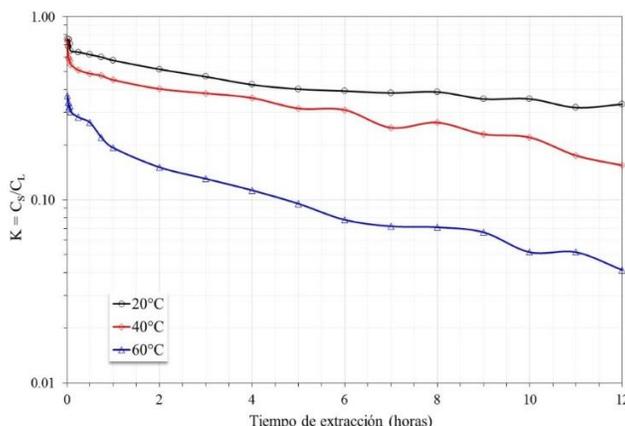


Figura 3.- Coeficiente de partición en función del tiempo de extracción y temperatura.

Dado que la constante de equilibrio está relacionada con el nivel de dificultad para extraer solutos de la matriz sólida, es evidente que incrementando la temperatura

de extracción disminuye el valor de esta constante como se aprecia en la figura. Además, los valores de K son muy bajos, lo cual indica la gran miscibilidad del aceite en el disolvente. Valores similar son reportados en otros estudios empleando hexano como disolvente para diversos aceites [5].

La transferencia de masa desde la fase sólida a la líquida se asume dominada por la resistencia interna y puede ser representada por la segunda ley de Fick para la difusión del estado inestable. La forma de la segunda ley de Fick, para la difusión unidireccional a través de las barreras geométricas aplicable a la difusión de un soluto en los alimentos sólidos es [7]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{1}{x^{v-1}} \frac{\partial}{\partial x} \left(x^{v-1} D_{ef} \frac{\partial c}{\partial x} \right)$$

Donde $v = 1$ para una placa, $v = 2$ para un cilindro, y $v = 3$ para una esfera, D_{ef} es el coeficiente de difusión efectivo o aparente. La ecuación es válida para un medio isotrópico cuya estructura y propiedades de difusión en la vecindad de cualquier punto son las mismas en todas las direcciones. Mediante microscopía electrónica de barrido se observó que la geometría de las partículas de pulidura de arroz correspondía a hojuelas con espesores de hasta 8 micras. En el caso de materiales con geometría de placa plana de longitud infinita como el área superficial de las dos caras es mucho mayor que el área a lo largo del borde, la transferencia de masa se lleva a cabo principalmente en dirección perpendicular a las caras. Por eso, se puede considerar sólo difusión unidireccional. Si estas condiciones son asumidas, entonces, la ecuación para difusión en una placa infinita con espesor $2L$, está dada por la ecuación de transferencia de masa unidireccional siguiente:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_{ef} \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$$

La solución de la ecuación puede ser obtenida con las siguientes condiciones iniciales y límites, para un volumen ilimitado y perfectamente agitado del líquido con una concentración inicial de soluto de 0 para $t = 0$, $c = c_0$, para $t > 0$, $c = 0$ en $x = -L$ y $x = L$. La solución de la ecuación es entonces:

$$\frac{c}{c_0} = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)} \exp \left[\frac{-D_{ef}(2n+1)^2 \pi^2 t}{4L^2} \right] \frac{\cos(2n+1)\pi t}{2L}$$

La cantidad de soluto que queda en el sólido en cualquier momento dado, tomando el tiempo constante, se puede determinar al integrar la relación de concentraciones c/c_0 sobre el semiespesor (L):

$$\frac{c}{c_0} = \frac{4}{\pi} \int_0^L \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)} \exp \left[\frac{-D_{ef}(2n+1)^2 \pi^2 t}{4L^2} \right] \frac{\cos(2n+1)\pi t}{2L}$$

Resolviendo la integral anterior se tiene:

$$O_R = \frac{c_t - c_{eq}}{c_0 - c_{eq}} = \frac{q}{q_0} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{2L^2}}$$

Donde O_R = relación de aceite, el cual es el cambio de aceite no realizado definido como la relación de aceite libre que todavía se ha de eliminar en el tiempo t con respecto al aceite libre total inicialmente disponible, q = cantidad de aceite por unidad de peso del sólido a t segundos luego de que la difusión se ha iniciado, q_0 = cantidad inicial de aceite en el sólido a $t = t_0$, $2L$ = espesor de la placa, D_{ef} = constante de difusión efectiva en m^2/s . Para tiempos largos la serie converge y, por lo tanto, pocos términos son suficientes para la mayoría de los cálculos prácticos, y todos los términos de la serie, excepto el primero, son despreciables [8]. Por tanto la ecuación se reduce a:

$$O_R = \frac{c_t - c_{eq}}{c_0 - c_{eq}} = \frac{q}{q_0} = \frac{8}{\pi^2} e^{-\frac{\pi^2 D_{ef} t}{(2L)^2}}$$

La ecuación es linealizada y graficada en función del tiempo t . La pendiente de esta recta puede usarse para evaluar la constante de difusión D_{ef} :

$$\ln \frac{q}{q_0} = -0.210023 - 9.86965 \frac{D_{ef} t}{(2L)^2}$$

Los datos experimentales fueron ajustados a la ecuación anterior, y en la Figura 4 se muestra el logaritmo del contenido residual de aceite como variable adimensional (q/q_0) versus el tiempo de extracción a las temperaturas de ensayo.

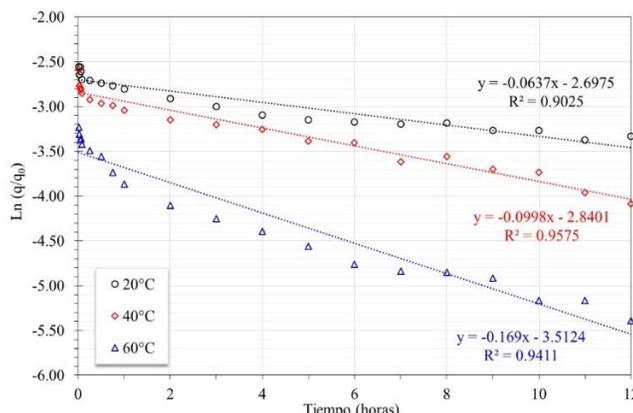


Figura 4.- Variación del contenido de aceite residual en función del tiempo de extracción y temperatura (líneas: ajuste al modelo; puntos: datos experimentales).

En todos los casos, se observa que las curvas experimentales son lineales después de los 5 minutos de extracción. Esto es debido a que a tiempos cortos la

serie no converge y se necesitan un alto número de términos para obtener la solución, sin embargo se observa que después de 5 minutos el proceso de difusión en el material celular puede representarse por el primer término de la serie [7]. Cabe aclarar que las líneas de ajuste presentadas están tomando en cuenta todos los datos experimentales mostrados, no obstante lo anterior, los coeficientes de correlación son mayores al 90%.

El coeficiente de difusión efectivo fue determinado a partir de la pendiente de las líneas de regresión de acuerdo a la siguiente expresión:

$$D_{ef} = \frac{slope(2L)^2}{-9.86965}$$

Donde el valor de L fue asumido con base al espesor promedio observado por microscopía electrónica e igual a $2 \cdot 10^{-6}$ m. La Tabla 1 muestran los valores calculados asumiendo ausencia de resistencia externa al transporte de masa y cuando el transporte interno es debido exclusivamente a procesos difusionales.

Tabla 1.- Coeficientes de difusión calculados para las temperaturas de ensayo.

Temperatura	D_{ef} (m ² /s)
20°C	1.03E-13
40°C	1.62E-13
60°C	2.74E-13

Se observa que el valor de los coeficientes de difusión incrementan con la temperatura de extracción, y que estos se encuentran dentro del mismo orden de magnitud; dicho incremento puede explicarse teniendo en cuenta la disminución de la resistencia viscosa a la difusión por disminución de la viscosidad del solvente con el aumento de la temperatura y el aumento de la energía térmica de las moléculas del aceite. Sin embargo, se esperaría que al incrementar la temperatura estos valores incrementasen al menos un orden de magnitud como ha sido reportado en otros estudios [5, 7]. Además, los valores de difusividad que han sido reportados en la literatura tienen un orden de 10^{-8} a 10^{-11} m²/s [5, 7, 8, 9]. Se ha demostrado que una velocidad de difusión rápida ocurre cuando las partículas presentan rotura completa de la pared celular dejando una capa de citoplasma expuesto directamente al disolvente, mientras que la velocidad de difusión más lenta ocurre cuando las células permanecen intactas [10]. Dado que el proceso de lixiviación solamente ocurre cuando el sólido ha absorbido el disolvente para poder disolver el soluto interno, es posible asumir que la estructura celular de las hojuelas de pulidura de arroz permanece intacta y ésta, a su vez, afecta fuertemente la velocidad de difusión. No obstante lo anterior, considerando difusión unidireccional y geometría de placa, la extracción del aceite con hexano se ajustó al modelo de difusión en estado no estacionario propuesto por la 2da ley de Fick. El coeficiente de difusión efectivo para la transferencia interna de masa es afectado por la estructura del sólido debido a que las hojuelas poseen sus estructuras celulares con mayor grado de integridad. Se ha observado que el coeficiente de difusión efectivo es mayor para los sólidos que han sido sometidos

a procesos de pretratamiento que provoquen estructuras celulares degradadas, lo cual incrementa su permeabilidad al solvente de extracción y el movimiento de las moléculas de aceite hacia el seno de la solución posee menos barreras físicas.

Frecuentemente, la relación entre la difusividad efectiva y la temperatura absoluta sigue un proceso de primer orden descrito por la relación de Arrhenius, donde A es el factor preexponencial:

$$D_{ef} = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$$

Donde E_a (J/mol) es la energía de activación, y R es la constante de los gases (8.314472 J/K-mol). La energía de activación del proceso difusivo puede determinarse linealizando la expresión y la pendiente de la recta permite su cálculo a partir de los datos experimentales.

$$\ln D_{ef} = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

La Figura 5 muestra la variación del coeficiente de difusión con la temperatura de acuerdo a la relación de Arrhenius. De acuerdo a la pendiente de la recta de ajuste, el valor de la energía de activación del proceso de difusión es de 20 kJ/mol. El valor calculado se encuentra dentro del orden de magnitud de energías de activación para procesos dominados por la difusión encontrados por otros autores [7, 11, 12].

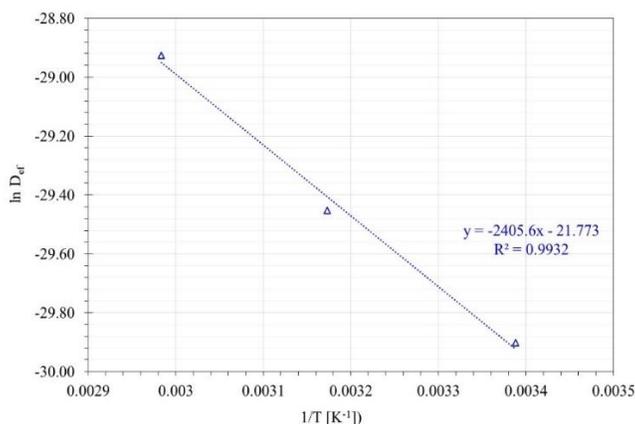


Figura 5.- Efecto de la temperatura sobre el coeficiente de difusión efectiva.

Conclusiones.

El análisis realizado permite confirmar que el proceso de extracción de aceite de pulidura de arroz se lleva a cabo a través de dos mecanismos principales, uno de lavado y el otro de difusión. Donde el proceso dominante es el lavado del material extraíble que se encuentra sobre la superficie de las hojuelas lo cual representa arriba del 92% del aceite recuperable, y el proceso de difusión representa menos del 8% del aceite recuperable, lo cual es función de la integridad celular de las

hojuelas debido a que los coeficientes de difusión efectiva determinados son muy bajos.

Agradecimientos.

Se agradece el apoyo al Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM para la realización de este proyecto de investigación.

Referencias.

1. Toda, T. A., Sawada, M. M., Rodrigues, C. E. C. Food and Bioproducts Processing Kinetics of soybean oil extraction using ethanol as solvent: Experimental data and modeling. *Food and Bioproducts Processing*, 2015, 98.
2. Perez, E.E., Carelli, A.A., Crapiste, G.H. Temperature dependent diffusion coefficient of oil from different sunflower seeds during extraction with hexane. *J. Food Eng.*, 2011, 105, 180–185.
3. Chan, C., Yusoff, R., Ngoh, G. Modeling and kinetics study of conventional an assisted batch solvent extraction. *Chem.Eng. Res. Des.*, 2014, 92, 1169–1186.
4. Proctor, A., Bowen, D. J. Ambient-temperature extraction of rice bran oil with hexane and isopropanol. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1996, 73(6), 811–813.
5. Bäumlér, E. R., Carrín, M. E., Carelli, A. A., Extraction of sunflower oil using ethanol as solvent, *J. Food Engineering*, 2016, 178, 190–19.
6. Rigo, L. A., Pohlmann, A. R., Guterres, S. S., Ruver Beck, R. C., Rice Bran Oil: Benefits to Health and Applications in Pharmaceutical Formulations. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*, 2014.
7. T.H. Varzakas, G.C. Leach, C.J. Israilides, D. Arapoglou, Theoretical and experimental approaches towards the determination of solute effective diffusivities in foods, *Enzyme and Microbial Technology*, 2005, 37, 29–41.
8. A. Ruiz Celma, S. Rojas, F. Lopez-Rodriguez, Mathematical modelling of thin-layer infrared drying of wet olive husk, *Chemical Engineering and Processing*, 2008, 47, 1810–1818.
9. M.E. Carrin, G.H. Crapiste, Mathematical modeling of vegetable oil–solvent extraction in a multistage horizontal extractor, *Journal of Food Engineering*, 2008, 85, 418–425.
10. Crossley, J.I., Aguilera, J.M., Modeling the effect of microstructure on food extraction. *J. Food Process Engineering*, 2001, 24, 161–177.
11. Doymaz, I., Convective air drying characteristics of thin layer carrots, *Food Engineering*, 2004, 61, 359–364.
12. Babalis, S. J., Belessiotis, V. G. Influence of the drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs, *J. Food Engineering*, 2004, 65, 449–458.

IMPACTO DEL MESTRANOL EN LA EXPRESIÓN GENÉTICA DEL PEZ *Danio rerio*

A. M. Sandoval-Villasana, Z. Carreño-Reyes, D. L. Aceves-Zamudio y R. Solano-Jiménez

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – amsandov@tlaloc.imta.mx, dlaz3088@gmail.com, sara_perez@tlaloc.imta.mx, ibq.rene.solano@hotmail.com, sgelover@tlaloc.imta.mx. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, 62550 Jiutepec, Mor. ²Instituto Tecnológico de Zacatepec – reyes.ibq@gmail.com. Tecnológico 27, Plan de Ayala, 62780 Zacatepec de Hidalgo, Mor.

Área de participación: *Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen: El pez *Danio rerio* es un sistema modelo en el campo de la ecotoxicogenómica debido a su alta similitud genética con el ser humano, siendo utilizado en estudios para analizar los efectos de contaminantes emergentes como el mestranol, el cual provoca diversas enfermedades. El objetivo de este estudio fue analizar los cambios en los niveles de expresión de algunos genes del pez *Danio rerio* expuestos a 125 ng/L de mestranol. Los resultados obtenidos mediante la técnica PCR tiempo real permitieron determinar la expresión diferencial de genes marcadores (*fzr1*, *hmx*, *hsp70*, *mafg1* y *nfe212*) en diferentes órganos del pez cebra. La expresión de este grupo de genes plantea la posibilidad de la activación de la vía del receptor aryl hidrocarburo (AhR), que entre otras funciones activa enzimas que metabolizan compuestos xenobióticos. También se activó la vía MAPS cinasas que es una ruta de transducción de señales modificando posiblemente la actividad de las proteínas en las células eucariotas.

Introducción.

Los contaminantes emergentes (CE) son compuestos de origen y naturaleza química distintos cuya presencia en el medio ambiente no se considera significativa en términos de distribución y/o concentración, por lo que pasan inadvertidos. Este grupo de contaminantes no necesita estar constantemente en el ambiente para causar efectos negativos, debido a que sus altas tasas de transformación y/o remoción se pueden compensar por su introducción continua en el ambiente (Gil *et al.*, 2012). Comprenden una amplia gama de compuestos químicos, productos farmacéuticos, productos de cuidado personal, agentes tensoactivos, plastificantes y aditivos industriales, que no están incluidos en las normas oficiales mexicanas para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales; incluyen también la síntesis de nuevos compuestos químicos o cambios en el uso y disposición de los productos químicos ya existentes, de los cuales existe una información limitada sobre el efecto que pueden causar en la salud humana y en la ecología.

Dentro de este grupo de contaminantes están incluidos aquellos que causan un desorden en el sistema endócrino, denominados disruptores endócrinos (DE), como es el caso de las hormonas sintéticas. Estos contaminantes tienen efectos en el sistema endócrino humano tales como diferenciación sexual, función ovárica, producción de esperma, y fecundación, además de cambios en el contenido hormonal de la tiroides (Guzmán y Zambrano, 2007; Anway *et al.*, 2006).

Tanto compuestos estrogénicos como androgénicos se introducen al medio ambiente a través de efluentes de aguas residuales de las plantas de tratamiento,

donde no son eliminados completamente (Kolpin *et al.*, 2002, Legler *et al.*, 2002, Snyder *et al.*, 2003); además, su presencia también ha sido reportada en aguas subterráneas. En ecosistemas acuáticos, los disruptores endócrinos están fácilmente disponibles para los peces a través de rutas como respiración, osmorregulación y transferencia materna de contaminantes al embrión mediante los lípidos del vitelo.

El mestranol (17 β) -17-etinil-3-metoxiestra-1,3,5 (10) -trien-17-ol) es un estrógeno farmacéutico empleado en los anticonceptivos orales. Su molécula es el 3-metil éter de etinilestradiol, un profármaco que se convierte en etinilestradiol en el hígado mediante desmetilación (Schmider *et al.*, 1997). Es empleado comúnmente como anticonceptivo oral y en el tratamiento de trastornos menstruales. Los efectos adversos más comunes relacionados con la administración de mestranol son náuseas, vómito, jaqueca y retención de líquidos; sin embargo, existen otros efectos más graves, los cuales son principalmente cáncer cérvicouterino, cáncer de mama, infertilidad, y trombosis venosa (Jaimez, 2005).

La salud humana depende del buen funcionamiento del sistema endócrino para regular la liberación de ciertas hormonas que son esenciales para funciones como el metabolismo, crecimiento y desarrollo, sueño y estado de ánimo. Los contaminantes disruptores endócrinos (EDCs) interfieren con la producción, liberación, transporte, metabolismo, unión, o eliminación de las hormonas naturales en el cuerpo, responsables del mantenimiento de la homeostasis y la regulación de procesos de desarrollo.

La exposición a EDCs en agua ha sido asociada con una serie de impactos reproductivos, particularmente en pez, incluyendo la inducción de intersexo (presencia de órganos sexuales masculinos y femeninos) (Jobling *et al.*, 2002), niveles de hormona reducidos (Folmar *et al.*, 1996), y producción de gameto y capacidad de fertilización reducidas (Jobling *et al.*, 2002).

Muechler y Kohler (1980) reportaron que los efectos del etinilestradiol en los receptores de estrógeno (ER) en el aparato reproductor humano fueron mayores que los efectos causados por mestranol. Sin embargo, en peces, los efectos del mestranol estrogénico han sido poco estudiados y deberían ser investigados. Un informe de Nimrod y Benson (1997) reportó que el mestranol tiene la capacidad de inducir niveles de ER en los tejidos hepáticos en el pez *Ictalurus punctatus*.

Los efectos adversos de EDCs se han convertido en un tema importante atrayendo la atención pública, especialmente desde que fue reportado el vínculo entre sustancias farmacéuticas sintéticas para control de nacimiento (p.e., etinilestradiol) y su impacto toxicológico en pez (Nash *et al.*, 2004). Estas inquietudes han sido relacionadas ante todo con efectos adversos observados en la fauna. Los EDCs en la fauna son sospechosos de la disminución de ciertas especies (por ejemplo, posible esterilidad incrementada en el caimán americano), cambio de sexo en pez y crustáceo (Vos *et al.*, 2000), adelgazamiento de cascarón en aves y reptiles, y otros problemas. Puesto que los sistemas de

receptor de hormona funcionan de manera similar en humanos y animales, estas observaciones han despertado preocupación sobre efectos potenciales para la salud humana.

El pez *Danio rerio* representa un sistema modelo en diversas líneas de investigación como la embriología, la toxicología y la endocrinología. Su genoma está totalmente secuenciado, lo cual permitió establecer que existe un 71% de genes ortólogos del humano, incluyendo 82% de genes asociados a enfermedades en la base de datos de Herencia Mendeliana en el hombre (OMIM), (Burgess, 2013). Entender la relación entre los genomas del pez cebra y el humano está permitiendo identificar genes identificados en enfermedades humanas (Barbazuk *et al.*, 2000). Esta especie tiene varias ventajas como organismo experimental: es fácil de mantener en un acuario, sus características sexuales secundarias son claras y sus órganos son sensibles en respuesta a hormonas sexuales exógenas.

Sección Experimental.

Cuidados y exposición del pez cebra.

Se colocaron 15 peces *Danio rerio* machos adultos en peceras de 8L conteniendo 125 ng/L de mestranol (SIGMA). Se expuso también un lote de peces control. La exposición se efectuó durante 19 días, en un ciclo 16 hr:10 hr luz:oscuridad, a 26 + 1°C, esta última fue monitoreada diariamente. Fueron alimentados dos veces al día con hojuelas comerciales, los detritus fueron extraídos diariamente. Durante este tiempo se hizo un monitoreo diario para observar si se presentaban cambios en su fenotipo, es decir, cambios físicos y de conducta. En caso de mortalidad, los peces muertos fueron retirados de inmediato para evitar contaminación por materia en descomposición.

Diseccción de los organismos.

Transcurrido el tiempo de exposición los peces fueron disectados realizando en primera instancia un corte en la parte superior de la columna vertebral. Se colocaron dos ejemplares en cajas Petri previamente esterilizadas, añadiendo una solución salina para mantenerlos húmedos. Los órganos extraídos fueron: hígado, intestino, músculo y cerebro. Las muestras fueron almacenadas en nitrógeno líquido para su uso posterior.

Extracción del ARN.

La extracción de ARN se llevó a cabo con TRIZOL (Reagent® InvitroGen TM Life Technologies) y de acuerdo con el protocolo de Chomczynski y Sacchi (1987).

Cuantificación del RNA.

La concentración y pureza del RNA total se determinaron mediante un espectrofotómetro de ácidos nucleicos (Epoch® Biotek).

Electroforesis en gel de agarosa.

Para determinar la integridad del ARN se empleó la electroforesis en gel de agarosa al 1% y buffer de corrida Tris-Acetato EDTA (TAE) 0.5X. Para el teñido del gel se utilizó bromuro de etidio (BrEt) y la visualización se realizó con luz ultravioleta.

Síntesis de ADNc.

La síntesis de ADNc se realizó empleando el kit “Maxima First Strand cDNA Synthesis for RT-qPCR”, de Thermo Scientific, de acuerdo con el protocolo del fabricante.

PCR en tiempo real.

Las reacciones de PCR tiempo real se realizaron utilizando un termociclador Applied Biosystems 7500. En cada pozo de la placa se trabajó con reacciones múltiplex, como blanco se utilizó ADNc de cada órgano de los peces control. Como gen endógeno o de referencia se utilizó el gen β -actina. Se seleccionaron los genes blanco *fzr1*, *hmoX*, *hsp70*, *mafg1* y *nfe212* por la función fisiológica que desempeñan en el pez. La evaluación de la expresión genética se realizó utilizando el método Qgene (Muller *et al.*, 2002). Este método calcula la abundancia de ARNm basado en la eficiencia de la reacción de amplificación de PCR específicamente para cada gen, relacionándolo con el gen de referencia o gen endógeno.

Resultados y Discusión.

Después del periodo de exposición sobrevivieron en promedio siete peces por lote de 15 peces expuestos a 125 ng/L de mestranol. Los sobrevivientes mostraron cambios fenotípicos como enrojecimiento a un costado de las branquias y el opérculo, abultamiento en el vientre y nado lento.

El comportamiento de los genes analizados en el órgano hígado de peces cebra expuestos a la muestra sintética de 125 ng/L de mestranol mostró que el gen *hsp70* fue el que se reprimió principalmente, con -14.3819 veces, mientras que el gen *hmoX* se reprimió -1.19 veces; finalmente, el gen *fzr1* se reprimió -0.1124 veces (Figura 1).

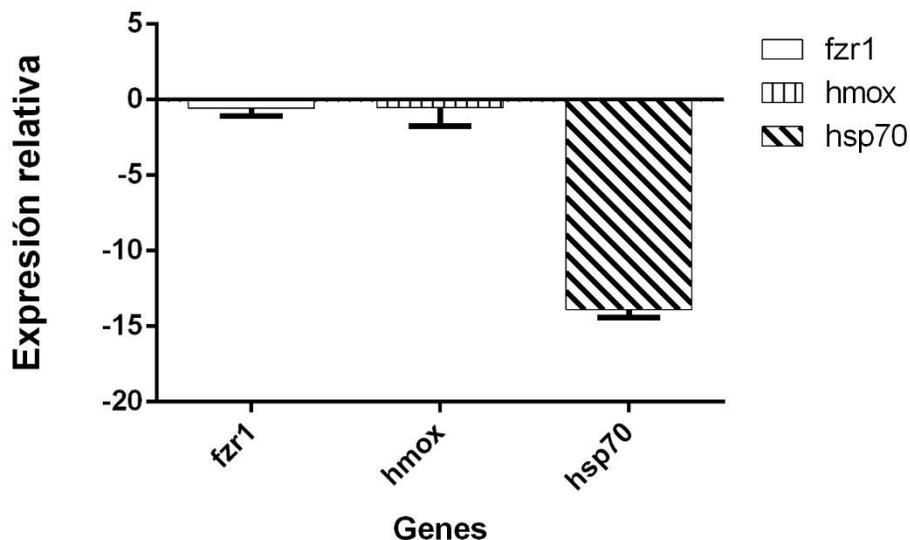


Figura 1.- Expresión relativa de los genes *fzf1*, *hmox* y *hsp70* en el órgano hígado de los peces expuestos a 125 ng/L de mestranol por 19 días.

El comportamiento de los genes analizados en órgano intestino de peces cebrá expuestos a la muestra sintética de mestranol mostró que el valor máximo de expresión se obtuvo con el gen *hmox* con 6.57 veces, y el valor mínimo se dio en el gen *hsp70* el cual se reprimió -8.53 veces (Figura 2).

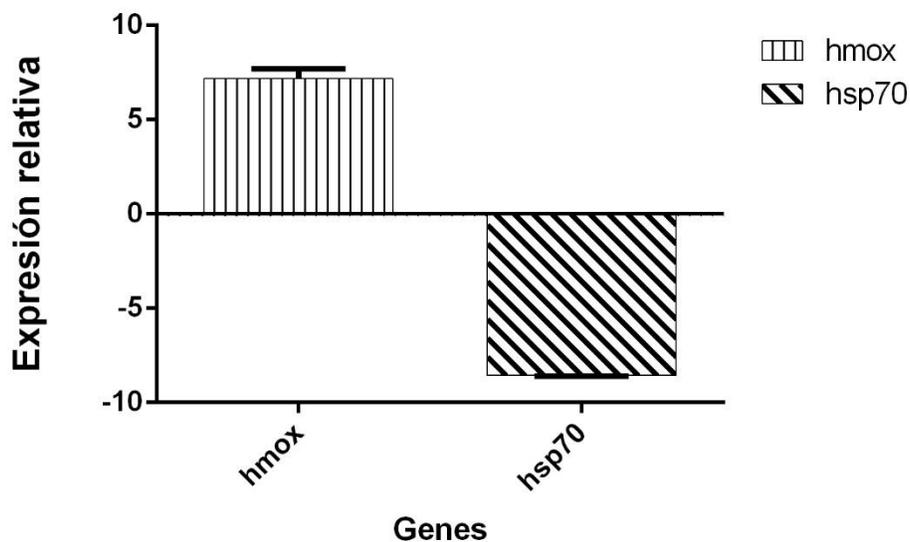


Figura 2.- Expresión relativa de los genes *hmox* y *hsp70* en el órgano intestino de los peces expuestos a 125 ng/L de mestranol por 19 días.

El comportamiento de los genes analizados en el órgano músculo de peces cebrá expuestos a la muestra sintética mestranol mostró que el valor máximo de expresión se obtuvo con el gen *nfe212* con 1.64 veces mientras que el valor mínimo de expresión se dio en el gen *hmox* con 0.68 veces. El gen que se reprimió fue *hsp70*, con -0.172 veces (Figura 3).

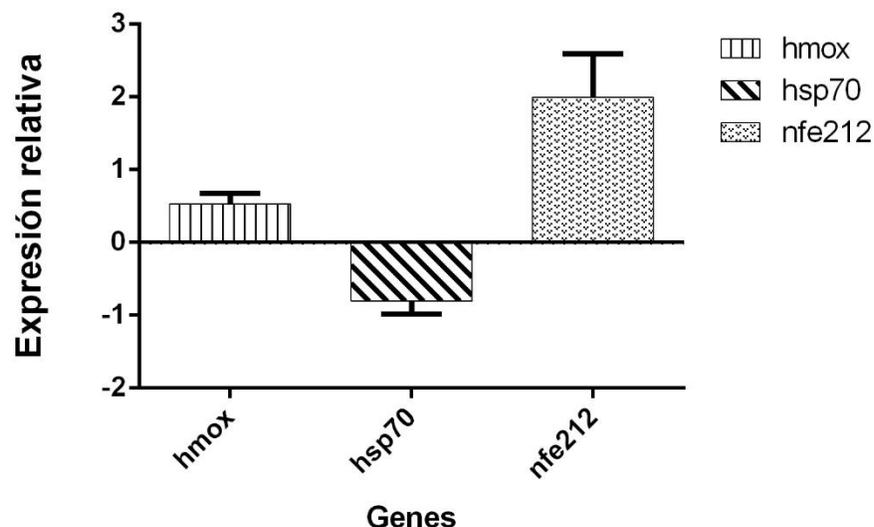


Figura 3.- Expresión relativa de los genes *hmx*, *hsp70* y *nfe212* en el órgano músculo de los peces expuestos a 125 ng/L de mestranol por 19 días.

El comportamiento de los genes analizados en el órgano cerebro de peces cebrá expuestos a la muestra sintética de 125 ng/L de mestranol mostró que el valor máximo de expresión fue con el gen *mafg1* con 1.96 veces, mientras que en el gen *hsp70* fue de 1.68 veces. Los genes que se reprimieron fueron *fzr1* y *hmx* con -0.33 y -0.172 veces, respectivamente (Figura 4).

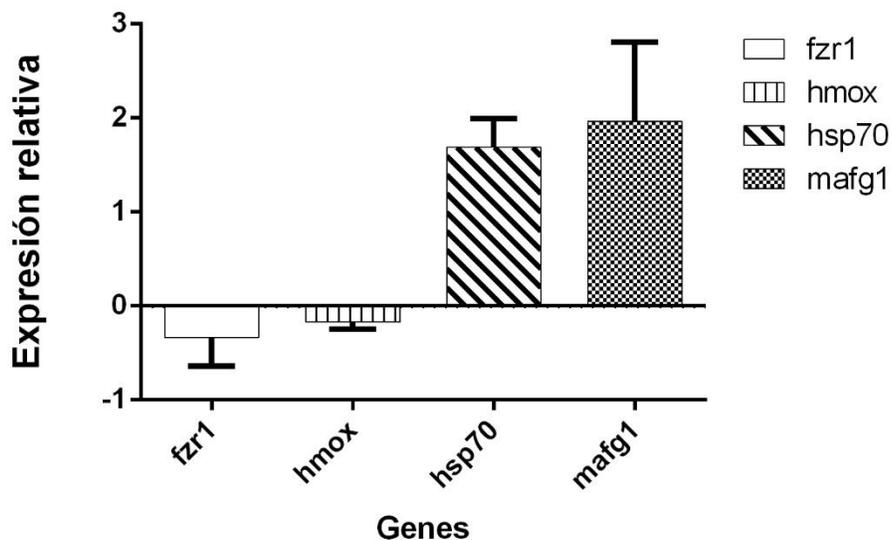


Figura 4.- Expresión relativa de los genes *fzr1*, *hmx*, *hsp70* y *mafg1* en el órgano cerebro de los peces expuestos a 125 ng/L de mestranol por 19 días.

Los genes analizados en el presente estudio incluyen genes que están involucrados en la respuesta a algún tipo de estrés (*hsp70* y *hmx1*), como factores transcripcionales (*mafg1* y *nfe212*) e involucrados en el control del ciclo celular. Como fue discutido por Voelker y colaboradores (2007). Algunos de los

genes de este estudio forman parte de vías de señalización, por ejemplo, la vía del receptor aryl hidrocarburo (AhR), encargada de la regulación de enzimas metabolizadoras de xenobióticos, y la vía MAPS cinasas (proteínas cinasas activadas por mitógenos), que es una ruta de transducción de señales en las células eucariotas.

La inducción de estos genes pudo haber desencadenado una función adaptativa en respuesta al estrés. Esto posiblemente causó cambios en la función celular como migración, proliferación, diferenciación y/o muerte celular. La vía MAPS cinasa es capaz de trasladarse al núcleo modificando las actividades de las proteínas, de manera de modular la expresión de distintos genes como el *hmox1*, que tiene una función citoprotectora, ya que la enzima hemo oxigenasa genera productos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antiapoptóticas. El gen *hsp70* forma parte de una familia génica que codifica para proteínas de choque térmico y de otros tipos de estrés. Éstas están implicadas en el plegamiento de proteínas para el correcto desarrollo de la fisiología celular. Por otro lado, los genes *mafg1* y *nfe212*, actúan como factores transcripcionales al regular la expresión de diversos genes involucrados en las vías de señalización antes mencionadas.

Conclusiones.

El compuesto químico mestranol causó cambios fenotípicos en los peces expuestos.

El análisis mediante PCR tiempo real permitió determinar la expresión diferencial de los genes *fzr1*, *hmox*, *hsp70*, *mafg1* y *nfe212* en diferentes órganos del pez cebra. Los genes *hmox* y *hsp70* se expresaron en todos los órganos analizados.

La expresión de este grupo de genes debido al estímulo del compuesto químico mestranol sugirió la posibilidad de la activación de la vía del receptor aryl hidrocarburo (AhR), que entre otras funciones activa enzimas que metabolizan compuestos xenobióticos. También activó la vía MAPS cinasas que regulan la transcripción modificando la actividad de las proteínas que modulan la expresión de algunos de los genes de estudio.

El análisis de la expresión de estos genes puede contribuir a proveer información sobre el impacto de este contaminante presente en los ecosistemas acuáticos.

Agradecimientos.

Al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) por el financiamiento para la realización de este proyecto de investigación. Proyecto TC1603.1

Referencias.

1. Anway. M.D.; Skinner, M.K. *Endocrinology*. 2006,147 (6 Suppl), S43-S49

2. Barbazuk, B.W.; Korf I., Kadavi, C; Heyen, J.; Tate, S.; Wun, E.; Bedell, A.J.; McPherson, D. J. and Johnson L. S. 10.1101/gr.144700 *Genome Res.* 2000. 10: 1351-1358
3. Burgess D.J. *Nature Reviews Genetics* | AOP, published online 30 April 2013; doi:10.1038/nrg3500
4. Butanda A, Guevara Flores A, Guevara Fonseca J, Matuz Mares D, Rendón E y Vázquez Meza H (eds.). En Mensaje Bioquímico. Jaimez M.R. 2005. Vol. XXXVII, 261 – 274 15
5. Chomczynski, P. y Sacchi, N. *Anal. Biochem.* 1987,162, 156-159.
6. Folmar, L.C.; Denslow, N.D.; Rao, V.; Chow, M.; Crain, D.A.; Enblom, J. *Environ Health Pespect.* 1996.104, 1096-1101.
7. Guzmán C. y Zambrano E. *Revista de Investigación Clínica.* 2007. Vol. 59, Núm. 1. Pp 73-81.
8. Jobling, S.; Coey, S.; Whitmore, J.G.; Kime, D.E.; Van Look, K.J.; McAllister, B.G., *Biol. Reprod.* 2002, 67, 5515-524.
9. Kolpin, D.W.; Furlong, E.T.; Meyer, M.T.; Thurman, E.M.; Zaugg, S.D.; Barber, L.B.; Buxton, H.T. *Environ. Sci. Technol.* 2002, 36(6), 1202-1211
10. Legler, J.; Zeinstra, L.M.; Schuitemaker, F.; Lanser, P.H.; Bogerd, J.; Brouwer, J. *Environ. Sci. Technol.* 2002, 36(20), 441-4415
11. Muechler, E. and Kohler, D. 1980. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 51(5):962-967
12. Muller P.Y., Janovjak H., Miserez A.R. Dobbie Z. *BioTechniques.* 2002, Vol. 32. No. 6.
13. Nash, J.P.; Kime, D.E.; Vander Ven, L.T.; Wester, P.W.; Brion, F.; Maccck, G.; Stahlschmidt-Allner, P. Tyler, C.R. *Environ Health Pespect.* 2004, 112(17), 1725-1733.
14. Nimrod, A.C. and Benson, W.H. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1997, 147(2):381-390.
15. Schmider, J.; Grenblatt, von Moltke, L.; Karsov, D.; Vena R.; Friedman H. and Schader R. *J. Clin. Pharmacol.* 1997, 37(3):193-200.
16. Snyder, S.A.; Westerhoff, P.; Yoon, Y.; Sedlak, D.L. *Environ. Eng. Sci.* 2003, 20, 449-469.
17. Voelker, D.; Vess, C.; Tillman, M.; Nagel, R.; Otto, G.W.; Geisler, R.; Schirmer K.; Scholz, S. *Aquatic Toxicology.* 2007, 81: 355-364
18. Vos, J.G.; Dybing, E.; Greim, H.A.; Ladefoged, O.; Lambre, C.; Tarazona, J.V.; Brandt, I.; Vethaak, A.D. *Crit. Rev. Toxicol.* 2000, 30; 71-133

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE CP/CBC/FO/S.

I. Rico-Rodríguez¹, Z. Vargas Galarza¹, E. García-Hernández¹, R. Salgado-Delgado¹, R.C. Cárdenas-Valdez¹, R. Campos-Amezcu²

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México-, israel_ricor@yahoo.com.mx, zullyvag@gmail.com, eddgarcia@hotmail.com, renesalgado@hotmail.com, rcardenas.valdez@gmail.com, ²Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM campus Morelos, Priv. Xochicalco s/n, Col. Centro, Temixco, Morelos, C.P. 62580, México- rca@ier.unam.mx.

Área de participación: *Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen: En la búsqueda de desarrollar materiales compuestos con características de baja conductividad térmica y/o aumento en la resistencia mecánica, se han incorporado elementos de residuos agroindustrial, fibras orgánicas (FO) y carboncillo de bagazo de caña (CBC) como refuerzo en una matriz cementante. En esta investigación se estudió el comportamiento de la modificación química del bagazo de caña de azúcar (FO) como material de refuerzo en una matriz de cemento portland. Las fibras fueron sometidas a un pretratamiento de blanqueo, mediante una solución oxidante a base de (NaClO₂) y (H₂O₂), dando lugar a una remoción de hemicelulosa y lignina, principalmente. Posteriormente se sometieron a un tratamiento alcalino con NaOH, permitiendo obtener un material celulósico a partir de FO. El material obtenido se sometió a un tratamiento de modificación superficial mediante un proceso de silanización, produciendo un carácter hidrofóbico del material. La fibra se analizó mediante FTIR, en el cual se identificaron los grupos funcionales originales de la fibra de bagazo de caña de azúcar, así como los grupos funcionales de la fibra tratada y modificada superficialmente. El análisis TGA mostró el comportamiento de la fibra con y sin tratamiento en base a la pérdida de masa y la presencia en mayor porcentaje de celulosa en la FO. A través de la prueba de propiedad hidrofóbica se verificó que la fibra tratada cumpliera con el objetivo de fibra con carácter de repelente al agua, se procedió a realizar una mezcla con la relación agua-cemento, con el fin de analizar el comportamiento químico y físico de la fibra sin y con tratamiento de silano.

Introducción.

Actualmente las fibras naturales, tales como bagazo de caña, sisal, fique y coco entre otras, se han utilizado como refuerzo para la obtención de materiales compuestos biodegradables, ya que ofrecen claros beneficios, como su baja densidad, módulos de elasticidad similares a los de las fibras sintéticas, bajos costo de producción, sobre todo por ser materiales abundantemente, disponibles y renovables. Su uso, está fuertemente respaldado por iniciativas de orden internacional como la de la Unión Europea en la que exige que el 95% de los materiales presentes en automóviles sean reciclables, debido a la estructura de la celulosa y su resistencia[1]. Se han realizado investigaciones en referencia a la incorporación de fibras en una matriz de cemento, aunque en su mayoría han sido enfocadas a fibras artificiales, son pocos los estudios enfocados a fibras orgánicas, una de las características importantes de análisis es el comportamiento de las FO en una matriz cementante, sobre todo en la etapa inicial del proceso, en la relación agua-cemento, en donde inicia, después de un tiempo de secado, el proceso de evaporación del agua, lo cual genera en el material obtenido una

porosidad, afectando de manera directa la durabilidad del material y permitiendo el acceso de agua o dióxido de carbono, generando en el material hidróxido de calcio[2], varios estudios han relacionado la existencia del hidróxido de calcio con la degradación de las fibras vegetales y por ende la pérdida de durabilidad y resistencia mecánica de la celulosa como refuerzo en una matriz de cemento.

La FO de bagazo de caña, posee altas propiedades de resistencia mecánica. En el desarrollo de nuevos materiales compuestos y el análisis de la interacción de los compuestos en una matriz de cemento, se ha determinado que los materiales compuestos no dependen solo de las características físicas y mecánicas de la FO/CBC/CP, sino también de las propiedades obtenidas de la interface, por una parte, la FO su característica importante es la longitud, el CBC su porosidad y granulometría, pero sobre todo la resistencia, se rige principalmente por la interacción de la fibra/matriz/CBC [2]. Sin embargo, se han realizado estudios referentes a los refuerzos mencionados en esta investigación, por una parte el CBC como refuerzo de agregado fino pero con características de baja conductividad térmica y FO como refuerzo mecánico, cabe destacar que en relación a la FO, se han desarrollado investigaciones con el fin de modificar químicamente la estructura de celulosa, la cual consiste en un tratamiento de blanqueo y alcalinidad [1] para generar un proceso de blanqueo removiendo los puentes de hidrógeno que enlazan la lignina y hemicelulosa con la celulosa, y de esta manera dejar más celulosa expuesta a la superficie, permitiendo desarrollar una compatibilidad con la estructura de materiales de acoplamiento de tipo silano. Este agente de acoplamiento permite mejorar el grado reticulado en la interface de la celulosa con silano, permitiendo generar una característica hidrofóbica en la celulosa. Esta modificación permitirá analizar el comportamiento de la FO tratada químicamente en una matriz de cemento portland para garantizar la durabilidad del material compuesto. Para el análisis químico de la interface, se utilizaron las técnicas de FTIR, TGA, así como ángulo de contacto para verificar que la FO sea hidrofóbica.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Material:

La FO y el CBC utilizados, fueron proporcionados por el Ingenio Emiliano Zapata, (Zacatepec, Mor.), el CBC utilizado fue de una granulometría M-100, se utilizó NaOH, Peróxido de Hidrogeno e Hipoclorito de sodio, silano de laboratorio Aldrich (isooctyltrimethoxysilane y trimethoxymethylsilano), cemento portland CPC-30R, etanol, H₂O, Ácido acético, Meyer, Potenciómetro marca (Orión STAR A211) y Estufa eléctrica.

Tratamiento FO:

Las fibras fueron tratadas siguiendo el tratamiento de blanqueo OX-B, establecido por *F. Luna Vera colaboradores*. Aproximadamente 50.0 g de bagazo limpio y seco fueron sumergidos en una solución oxidante constituida por 1000 mL de hipoclorito de sodio 0.5% P/V, el bagazo en la solución se mantuvo en agitación a temperatura ambiente durante 2 h, luego se filtró y lavó con agua destilada hasta pH neutro. Posteriormente se sumergió en una solución de 1000 mL de 0,34% V/V

de peróxido de hidrógeno y se mantuvo en agitación a temperatura ambiente durante 2 h, posteriormente se filtró y se lavó nuevamente con agua destilada hasta pH neutro. A continuación, el bagazo tratado por la solución oxidante se sumergió en una solución de NaOH al 0,6% y mantenido en agitación durante 1h, después se filtró y se llevó a un pH neutro y se secó a temperatura ambiente durante 24 h.

Modificación superficial:

Las fibras tratadas OX-B, fueron sometidas a un proceso de hidrólisis con Isooctylmetilsilano o Trimethoxymethilsilano, las soluciones se prepararon en una relación 50-50 V/V agua-etanol, modificando el pH hasta 3.5 con Ácido Acético. Las fibras fueron sumergidas en la solución, manteniéndose en agitación por 30 min, después se filtraron y lavaron con abundante agua. Las fibras se dejaron secar a temperatura ambiente y luego se sometieron a calentamiento de 60°C por 24 h.

Caracterización de bagazo por espectroscopia FTIR.

Se tomaron espectros infrarrojos con un espectrómetro marca PerkinElmer modelo Spectrum Two con punta de diamante, con rango de trabajo entre 4000 cm^{-1} a 400 cm^{-1} .

Caracterización de bagazo por espectroscopia TGA.

Los TGA de las muestras fueron realizados en un analizador termogravimétrico, marca TA Instruments modelo Q50. El rango de temperaturas estudiado fue de 30°C a 500 °C con una velocidad de calentamiento de 10°C min^{-1}

Análisis de carácter hidrófobo de la fibra en un sistema agua-tolueno.

Se realizó la prueba de afinidad al agua de las muestras de bagazo de caña y consistió en colocar 0.5 g de bagazo de caña natural o modificada entre una mezcla de agua/tolueno al 50%, para observar la afinidad de las fibras y determinar el carácter hidrófobo o hidrófilo de las fibras tratadas contra las que no recibieron tratamiento químico.

Elaboración del material compuesto:

Se elaboraron probetas con la relación de matriz (agua-cemento) y refuerzos agregados de CBC M-100 y FO/M-50 (modificada en su superficie y sin modificar).

Resultados y Discusión.

El objetivo del tratamiento OX-B en la FO es la eliminación de compuestos como lignina y hemicelulosa, cabe mencionar que la estructura principal de la FO está conformada por celulosa, hemicelulosa y lignina, la Figura 1, muestra los resultados obtenidos del análisis por FTIR de la FO luego del tratamiento OX-B, así como de la fibra sin tratamiento. Los resultados más significativos se observan en las señales alrededor de 1550 cm^{-1} y 1500 cm^{-1} , las cuales corresponden al estiramiento asimétrico de C-O-C, reduciendo su señal después del proceso de blanqueo, indicando un desprendimiento de lignina en la FO, el mismo comportamiento se presenta alrededor de las señales de 1450 cm^{-1} y 1400 cm^{-1} ,

correspondientes a la deformación de CH_2 de celulosa, indicando la presencia de celulosa en la FO, del mismo modo se presenta otra señal alrededor de 1250 cm^{-1} y 1200 cm^{-1} , correspondiente a la remoción de lignina y hemicelulosa, ya que desaparece la señal en las fibras con el tratamiento de blanqueo, por último tenemos la señal presente alrededor de 900 cm^{-1} y 850 cm^{-1} , indicando la presencia de celulosa en la FO tratada. Después del proceso de blanqueo de la FO y determinar la presencia de celulosa, se procedió a realizar la adición del silano, Figura 2, corresponde al análisis TGA, en ella corroboramos la presencia de celulosa, la cual se tienen datos de descomposición (pérdida de peso) alrededor de los $250 - 350^\circ\text{C}$ [3], la celulosa se descompone totalmente debido a la ruptura de su estructura molecular, lo cual nos indica que con el proceso de blanqueo se está obteniendo una remoción de lignina y hemicelulosa, sin embargo es de destacar que los rangos de temperatura de la fibra sin tratamiento (lignina, celulosa y hemicelulosa) alcanza una temperatura de degradación superior a los 420°C .

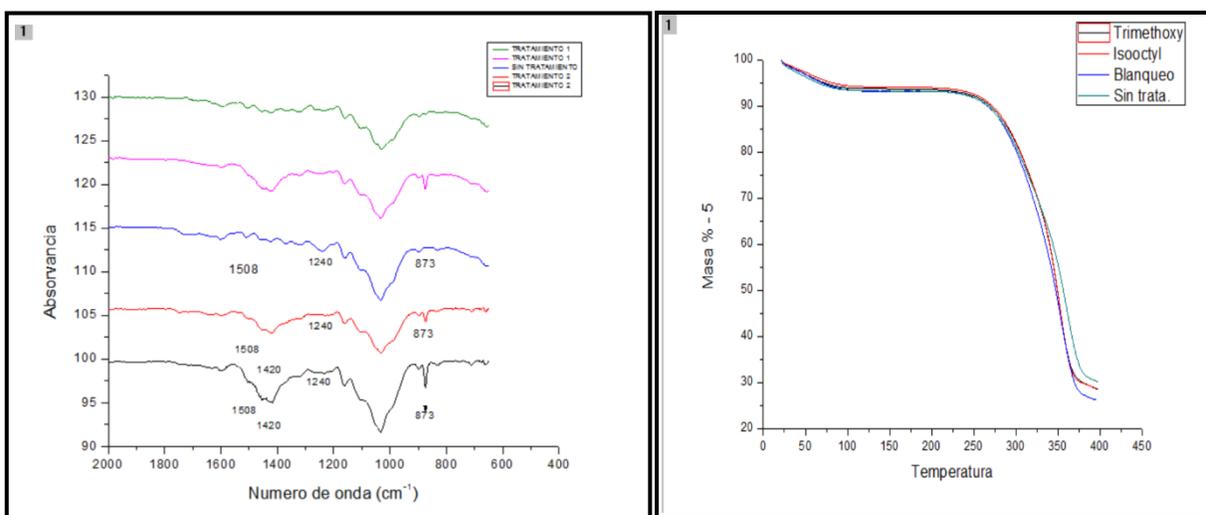


Figura 1.- Análisis FTIR con respecto al tratamiento de blanqueo de la FO

Figura 2.- Análisis TGA con respecto a los tratamientos de la FO

Para determinar la influencia de la interacción de la FO y silano en la fibra tratada se procedió al análisis los resultados obtenidos por FTIR, Figura 3, para identificar la interacción química entre silano y la FO. Los espectros muestran señales de absorción más significativas en el rango de 1150 cm^{-1} a 950 cm^{-1} , relacionadas con la presencia de polisiloxanos (Si-O-Si) y enlaces Si-O-C [4], que se atribuye a la interacción química entre el silano y la FO. Para verificar la propiedad hidrofóbica de la FO tratada, con base a la interacción química generada de la FO y silano, en la Figura 4 se observa el comportamiento de afinidad de la fibra en un medio a base de agua/tolueno en el cual se percibe que las FO tratadas con un proceso de blanqueo y silanizadas, tuvieron mayor afinidad con el tolueno, mientras que las fibras sin tratamiento o con solo el tratamiento de blanqueo sucedía todo lo contrario.

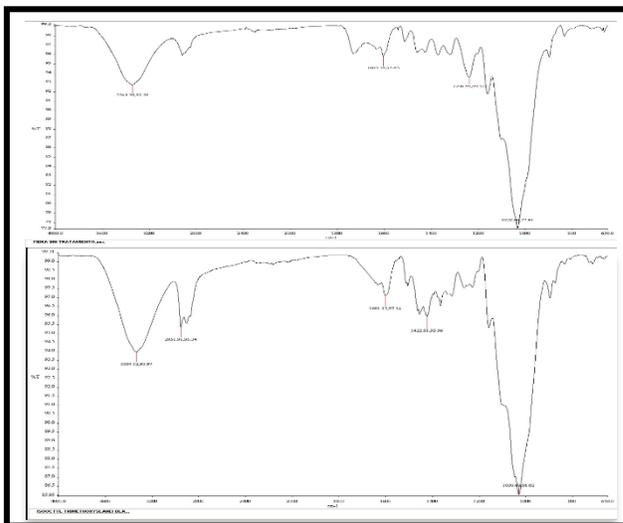


Figura 3.- Análisis FTIR con respecto a la interacción química de la FO y silano.



Figura 4.- Afinidad de la fibra en un medio líquido.

Conclusiones.

Con los resultados obtenidos con base en las técnicas de análisis de FTIR, TGA y característica hidrofóbica de la FO, se pudo corroborar que la modificación superficial de la FO, con base en el proceso de blanqueo sobre las FO, fue posible identificar una remoción de componentes principales de la estructura de la FO, en especial hemicelulosa y lignina, dejando expuesta en su totalidad la estructura de celulosa y en mayor cantidad grupos hidroxilos de la celulosa para una mejor interacción química con el material de acoplamiento y recubrimiento de tipo silano, además, el tratamiento con compuestos silánicos confiere un comportamiento hidrofóbico a la fibra, lo que permitió hacerlas compatibles con la matriz de cemento Portland logrando una mejor distribución de este refuerzo.

Lo anterior sienta las bases de que las fibras de bagazo de caña tratadas químicamente mediante blanqueo y silano, empleando los tratamientos superficiales planteados en la presente investigación, son susceptibles de ser utilizadas como refuerzo de matrices de cemento portland.

Referencias.

1. F. L. Vera, H. Arturo, M. Cortes, C. V. Murcia, and I. C. Galvis, "Modificación superficial de micro fibras de celulosa obtenidas a partir de bagazo de caña de azúcar usando silanización," *Dialnet*, 2014.
2. M. Ardanuy, J. Claramunt, and R. D. Toledo Filho, "Cellulosic fiber reinforced cement-based composites: A review of recent research," *Constr. Build. Mater.*,

- vol. 79, pp. 115–128, 2015.
3. M. M. Kabir, H. Wang, K. T. Lau, and F. Cardona, “Applied Surface Science Effects of chemical treatments on hemp fibre structure,” *Appl. Surf. Sci.*, vol. 276, pp. 13–23, 2013.
 4. R. D. E. P. Influencia and J. H. Mina-hermandez, “Fibras De Fique Una Alternativa Para El Fique Fiber An Alternative For Reinforced Plastics . Influence Of Surface Modification Fibras De Fique Uma Alternativa,” vol. 12, no. 2, pp. 60–70, 2014.
 5. I. C.-E. René Salgado-Delgado, Laura Coria-Cortés, Edgar García-Hernández, Zully Vargas Galarza, Efraín Rubio-Rosas, “Elaboración de Materiales Reforzados con Caracter Biodegradable a Partir De Polietileno De Baja Densidad Y,” *Rev. Iberoam. Polímeros*, vol. 11, no. 7, pp. 520–531, 2010.

COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES ASISTIDOS ELECTROQUÍMICAMENTE CON DOS ESPECIES VEGETALES DIFERENTES

M.G. Salina-Juárez¹, M.d.C. Durán-Domínguez-de-Bazúa²

¹Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México - gu.sajuma@gmail.com ²Facultad de Química de la UNAM- mcdura@unam.mx

Área de participación: *Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen: Los humedales artificiales asistidos electroquímicamente son dispositivos bio-electroquímicos en los que se genera electricidad y se trata agua residual simultáneamente. Un humedal artificial es un lecho sumergido con plantas que aprovecha la actividad biológica de las plantas y microorganismos presentes en las raíces para degradar la materia orgánica y nutrientes del agua residual que entra al humedal. La misma actividad biológica produce una corriente eléctrica al implementarse una celda electroquímica en el sistema. Al momento de realizar este estudio, las investigaciones reportadas no habían analizado la generación de electricidad con la especie vegetal *Typha latifolia* que es una de las especies vegetales más utilizadas en humedales artificiales. El objetivo de este experimento fue determinar qué especie vegetal, si *Phragmites australis* o *Typha latifolia*, proporciona los mejores resultados en cuanto a generación de electricidad y a tratamiento de agua. Se construyeron tres reactores que se alimentaron con agua residual sintética, uno contenía *Phragmites australis*, otro, *Typha latifolia*, el tercero no contenía planta y un cuarto reactor funcionó como reactor control, sin planta y sin agua residual sintética. Los reactores con planta produjeron una densidad de potencia menor que la celda sin planta, de modo que ésta última trabajó como CCM de sedimentos, teniendo como fuente de carbono al agua residual sintética. La especie vegetal *Typha latifolia* fue la que presentó mejores resultados tanto para generación de corriente eléctrica como para remoción de materia orgánica medida como la demanda química de oxígeno.

Introducción

Una celda de combustible microbiana vegetal (en adelante CCMV) es un dispositivo bio-electroquímico en el que se aprovecha el metabolismo de los microorganismos alojados en la raíz de una planta para producir una corriente eléctrica. Los microorganismos degradan la materia orgánica proveniente de los exudados de la planta y liberan electrones, protones y CO₂. Los electrones son capturados por un ánodo alojado en la raíz y conducidos por medio de un circuito eléctrico externo hasta el cátodo. Los protones se transportan por el interior del dispositivo hasta el cátodo. En el cátodo estas partículas reaccionan con el oxígeno para formar agua.

Un humedal artificial es un sistema de tratamiento de agua residual que consiste en un lecho sumergido con plantas. La actividad biológica de las plantas y microorganismos es la principal responsable de la degradación de contaminantes. Los humedales artificiales asistidos electroquímicamente aprovechan los mecanismos metabólicos de los microorganismos para que además de depurar agua residual se obtenga una corriente eléctrica utilizable.

En una CCMV la especie vegetal empleada tiene una función importante durante la generación de electricidad. La liberación de exudados así como el transporte de oxígeno hasta el rizoma depende en gran medida de la especie vegetal. La planta seleccionada debe ser una planta acuática o hidrófita, tolerante a un nivel elevado de humedad. Esta misma condición se considera al momento de elegir una especie vegetal para un humedal artificial, en donde la planta debe, además, ser tolerante a los contaminantes a los que se expone.

En estudios con CCMV se han incluido diversas especies vegetales acuáticas como *Glyceria máxima*, *Oryza sativa*, *Spartina anglica* o *Arundela anómala* [1-5]. La producción de electricidad obtenida varía desde los 5.75 mW/m² [3] hasta los 222 mW/m² [5]. Las variaciones se atribuyen principalmente a la diversidad en el diseño de las celdas bio-electroquímicas en cada investigación. Además de que la determinación de la potencia máxima alcanzada se ve influenciada por el método de cálculo, en el que no se mide la corriente generada sino que se calcula de acuerdo con Logan *et al.* [6].

Específicamente se realizó la comparación de tres especies vegetales diferentes en un mismo diseño de reactor, encontrando una amplia diferencia en la potencia producida: 222 mW/m² generados con *Spartina anglica* y 22 mW/m² obtenidos con *Arundinella anómala* [5]. Esto indica que la especie vegetal tiene un efecto sobre la producción de electricidad debido a la cantidad y el tipo de exudados liberados al medio, así como sobre la concentración de oxígeno excretado por la raíz durante la fotosíntesis [7]. También se realizaron estudios utilizando planta de arroz (*Oryza sativa*), obteniendo valores inferiores a los obtenidos con otras especies [3-4, 8]. La especie vegetal *Phragmites australis* es ampliamente utilizada en humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales y ya se usó en estudios de humedales artificiales acoplados con una celda electroquímica para la remoción de materia orgánica y la producción de electricidad [7, 9-10, 11].

Al momento de realizar este estudio, las investigaciones reportadas no habían analizado la generación de electricidad con *Typha latifolia* que es una de las especies más utilizadas en humedales artificiales, así como tampoco el uso de tezontle como medio de empaque con esta especie y con *Phragmites australis*. El objetivo de este experimento fue determinar qué especie vegetal, si *Phragmites australis* o *Typha latifolia*, proporciona los mejores resultados en tratamiento de agua (remoción de materia orgánica media como la demanda química de oxígeno, en adelante, DQO) y en generación de electricidad. Para ello se construyeron tres reactores que se alimentaron con agua residual sintética, uno contenía *Phragmites australis*, otro *Typha latifolia*, el tercero no contenía planta y un cuarto reactor funcionó como reactor control, sin planta y sin agua residual sintética.

Sección Experimental

Construcción del sistema experimental

Se construyeron 4 reactores a escala de laboratorio con recipientes cilíndricos de PVC de 16 cm de diámetro y 20 cm de altura. En el fondo de cada cilindro se colocó tezontle (0.5 cm de diámetro), seguido de una capa de grafito en polvo (0.2

cm de diámetro, Luken Tecnología Química, S.A. de C.V., México), sobre el grafito en polvo se colocó el ánodo (fieltro de carbón 0.6 cm de espesor y 20 cm de diámetro) y una barra de grafito (0.5 cm de diámetro por 5 cm de longitud) unida a un cable de cobre (calibre no. 12 AWG). El ánodo se inoculó estando ya en el recipiente; el inóculo consistió de lodo proveniente de un reactor anaerobio que trataba agua residual de una planta cervecera. Por lo tanto se agregaron 50 mL del lodo anaerobio y en seguida una capa de grafito en polvo (1 cm de espesor). Después se introdujo un ejemplar de la especie vegetal *Phragmites australis* o *Typha latifolia*, según fuera el caso, se agregó tezontle que sirvió como medio de soporte y encima se colocó una capa de grafito en polvo. El cátodo se construyó como el ánodo y se ubicó sobre la última capa de grafito en polvo.

Operación del sistema experimental y técnicas analíticas

Dos de los reactores contenían planta (uno *Phragmites australis* y el otro *Typha latifolia*) y dos no, su composición se detalla en la **Tabla 1**. Tres de los reactores se alimentaron con agua residual sintética preparada en el laboratorio. Los reactores instalados simulan un humedal del flujo vertical sub-superficial, operando de manera intermitente con un tiempo de residencia hidráulico de dos días. A partir de la segunda semana de operación se midió el voltaje de las celdas, la conductividad eléctrica, el pH, la temperatura, así como la determinación de la DQO en cada reactor. También se realizaron curvas de descarga para determinar la densidad de corriente eléctrica y de potencia máximas.

La medición de pH, conductividad eléctrica y temperatura en cada reactor se realizó con un equipo multiparámetro Conductronic modelo PC18 (México). La determinación de la DQO se llevó a cabo por el método titulométrico de los Métodos Estandarizados para el análisis de aguas potables y residuales [12]. La medición del voltaje se realizó con un multímetro digital Steren MUL-270. Este multímetro y otro con las mismas características se utilizaron para realizar las mediciones del voltaje y de intensidad de corriente eléctrica al cerrar el circuito aplicando una variación de resistencia eléctrica desde 1000 hasta 1 Ω .

Tabla 1.- Composición de los reactores construidos

Reactor	Especie vegetal	Alimentación
RALL	Ninguna	Agua de la llave
RA	Ninguna	
TA	<i>Typha latifolia</i>	Agua residual sintética
PA	<i>Phragmites australis</i>	

Resultados y Discusión

Desempeño eléctrico

El voltaje en circuito abierto muestra una tendencia inicial creciente para el reactor sin planta (RA) y para el reactor (TA), que contenía *Typha latifolia*. En estos reactores se alcanzaron valores de hasta 517 y 443 mV para RA y TA,

respectivamente (**Figura 1**). La celda PA llegó a generar 126.90 mV como voltaje máximo. El reactor control alimentado con agua de la llave (RALL) no contaba con suministro de materia orgánica ni se le adicionó ninguna comunidad microbiana. Los resultados de voltaje para esta celda fueron constantes y el voltaje en circuito abierto se mantuvo en -0.17 ± 1.62 mV. Del análisis estadístico se determinó que para los valores de VCA hay una diferencia significativa entre el reactor PA con respecto a los otros dos reactores RA y TA. El reactor con menor desempeño fue el que contenía la especie *Phragmites australis*.

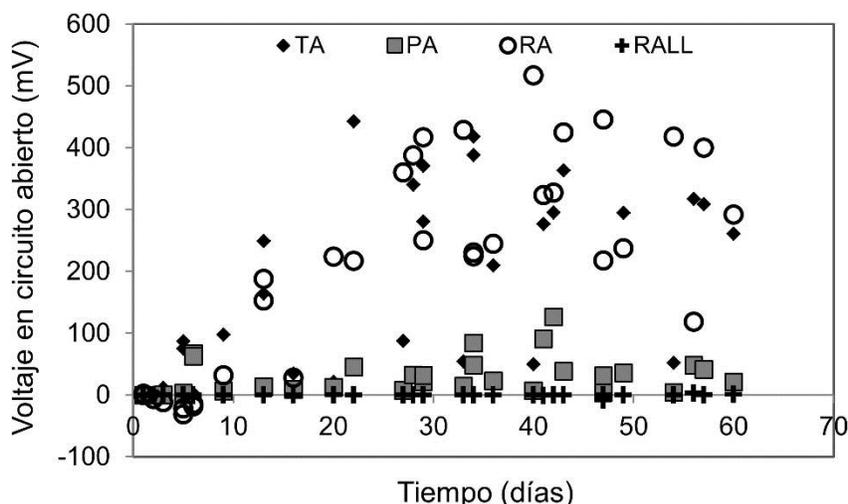


Figura 1.- Valores promedio de voltaje en circuito abierto para cada reactor (TA, PA, RA, RALL)

Los reactores produjeron electricidad durante la segunda mitad de la experimentación (30 días). El reactor que no tenía planta fue el que mayor corriente y potencia generó, alcanzando un máximo de 18.27 mW/m^2 . La máxima densidad de potencia con *Typha latifolia* fue de 13.20 mW/m^2 y el reactor con *Phragmites australis* alcanzó un máximo de 1.02 mW/m^2 , que es un valor mucho menor al producido en otros reactores con la misma especie vegetal (**Tabla 2**). Los tres reactores presentaron inestabilidad en la densidad de potencia, especialmente en las celdas RA y TA, en las que se tuvo una generación mayor (**Figura 2**).

En este experimento se esperaba que los reactores que contenían alguna especie vegetal proporcionaran una producción eléctrica mayor que el reactor sin planta, como se ha observado en estudios anteriores [1-4] y en los experimentos previos de este mismo proyecto [13]. Sin embargo los mejores resultados de VCA, densidad de potencia y de corriente eléctrica se observaron en el reactor RA, el cual no contenía especie vegetal. Se infiere que los microorganismos del reactor RA provenientes del inóculo, al no recibir oxígeno por ninguna vía, pudieran haber sido los responsables de la generación eléctrica, siendo diferentes de los que crecieron en los reactores PA y TA, en los que la planta aportaba oxígeno a las zonas cercanas a su raíz [5, 7].

La celda PA tuvo la producción eléctrica menor. A diferencia de experimentos anteriores con *Phragmites australis* la generación eléctrica en este ensayo fue

muy baja, obteniendo un máximo de 1.02 mW/m^2 comparado con 39.66 mW/m^2 , reportando en trabajos anteriores [14] Este bajo rendimiento se podría atribuir al diseño del reactor y a los componentes que variaron con respecto al resto de los experimentos en esta investigación. La celda TA tuvo un desempeño mayor que PA, esto implica que un reactor con *Typha latifolia*, con una configuración similar a la de los experimentos anteriores, podría generar una potencia más alta. Lo anterior se infiere porque se ha demostrado que la disposición física de los componentes en la celda influye en la producción eléctrica generada [8, 15].

A partir de los resultados obtenidos en el reactor RA, se considera que RA trabajó como CCM de sedimentos, teniendo como fuente de carbono al agua residual sintética [16]. Es posible que la planta de los otros dos reactores introdujera oxígeno al interior de las celdas y que el grafito agregado en la capa superior de cada celda haya propiciado una mezcla de reactantes al interior del reactor, disminuyendo la potencia y corriente producidas [2, 15].

Las densidades de potencia generadas en este estudio son comparables con las obtenidas en otras investigaciones, aunque con diferentes configuraciones de celda y diferente especie vegetal [11, 17-18]. Los resultados de reactores con planta de arroz (*Oryza sativa*) muestran valores menores y similares a los reportados en este trabajo [3-4].

Remoción de materia orgánica medida como DQO

La remoción de materia orgánica no sigue una tendencia constante y, a pesar de que hubo días en que se alcanzó casi el 100% en el reactor PA, en promedio alcanzó apenas el 58%, así como TA el 63% y RA el 56% (**Figura 3**). Del análisis estadístico realizado se determinó que no existe una diferencia significativa para los valores de remoción entre los reactores, aunque el reactor alimentado con AR sintética que no contiene planta presenta una remoción ligeramente menor (**Figura 3**).

El sistema experimental se operó bajo condiciones estables de temperatura, pH y conductividad eléctrica. El pH de las celdas se mantuvo en un rango entre 6.2 y 7.4. La conductividad eléctrica se detectó en $893.82 \pm 316.77 \text{ } \mu\text{S/cm}$ en el reactor RA, e $1121.37 \pm 493.15 \text{ } \mu\text{S/cm}$ en TA y, para el reactor PA en $1017.40 \pm 417.51 \text{ } \mu\text{S/cm}$. La temperatura se mantuvo entre los 13.9 y 22.6°C , siendo la temperatura ambiente, ésta variaba de acuerdo con el horario y el clima.

En una investigación futura se recomienda determinar la concentración de especies químicas que son consideradas aceptores alternos de electrones, como los nitratos, nitritos y sulfatos y observar si existe una relación entre estas sustancias y la presencia de las especies vegetales.

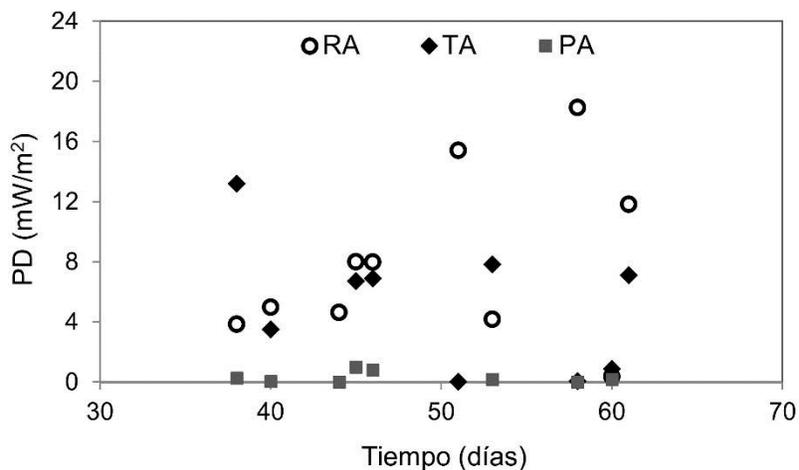


Figura 2.- Densidad de potencia en los tres reactores RA, TA y PA

Tabla 2.- Parámetros eléctricos máximos medidos en los reactores

Reactor	Día	VCA (mV)	VCC (mV)	PD (mW/m²)	j (mA/m²)
TA	38	418.00	264	13.20	38.25
	53	295.10	345	7.84	29.71
RA	51	446.00	370	15.41	41.65
	58	418.00	404	18.27	45.21
PA	45	91.20	95	1.02	10.75
	46	126.90	84	0.80	9.48

VCA: Voltaje en circuito abierto
 VCC: Voltaje en circuito cerrado
 j: Densidad de corriente
 DP: Densidad de potencia

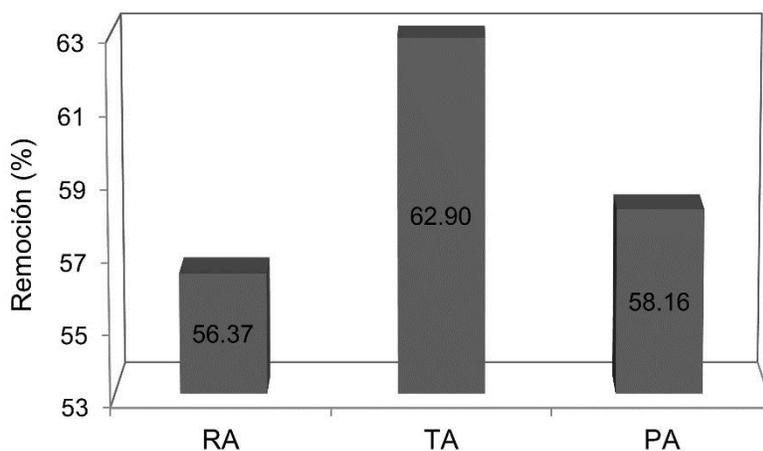


Figura 3.- Promedio de remoción de materia orgánica medida como DQO

Conclusiones

Los reactores con planta produjeron una densidad de potencia menor que la celda sin planta, de modo que la celda RA trabajó como CCM de sedimentos, teniendo como fuente de carbono al agua residual sintética.

La especie vegetal *Typha latifolia* fue la que presentó mejores resultados tanto para generación de corriente eléctrica como para remoción de materia orgánica medida como DQO. Dado que en experimentos anteriores empleando *Phragmites australis*, con configuraciones distintas, se obtuvieron densidades de potencia y de corriente mayores, la especie *Typha latifolia* podría incrementar la generación de electricidad con tales configuraciones, siendo éste un hallazgo que guiará a nueva investigación sobre el efecto de la planta acuática.

El arreglo físico de los componentes en la celda bio-electroquímica influye en la producción de electricidad y en la remoción de contaminantes disueltos.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a los Laboratorios de Ingeniería Química y Química Ambiental de la Facultad de Química por hacer posible la realización de este trabajo de investigación.

Se agradece al Ing. Alejandro Carmona Núñez y al Ing. Mateo Sixto Cortéz, catedráticos del departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Zacatepec, por su apoyo durante la culminación de este proyecto.

Referencias

1. D.P.B.T.B. Strik, H.V.M.H. Bert, J.F.H. Snerl, C.J.N. Buisman *Int. J. Energy Res.* 2008, January, 870.
2. R. Timmers, D. Strik, H. Hamelers, C. Buisman *Environ. Biotechnol.* 2010, 86, 973.
3. N. Kaku, N. Yonezawa, Y. Kodama, K. Watanabe *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2008, 79(1), 43.
4. L. De Schamphelaire, L.V.D. Bossche, H.S. Dang, M. Höfte, N. Boon, K. Rabaey, W. Verstraete *Environ. Sci. Technol.* 2008, 42(8), 3053.
5. M. Helder, D. Strik, H. Hamelers, J. Kuhn, C., Blok, C. Buisman *Bioresour. Technol.* 2010, 101(10), 3541.
6. B.E. Logan, B. Hamelers, R. Rozendal, U. Schröder, J. Keller, S. Freguia, P. Aelterman, W. Verstraete, K. Rabaey *Environ. Sci. Technol.* 2006, 40, 5181.
7. L. Doherty, X. Zhao, Y. Zhao, W. Wang *Ecol. Eng.* 2015, 79, 8.
8. K. Takanezawa, K. Nishio, K. Souichiro, K. Hashimoto, K. Watanabe *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2010, 74(6), 1271.
9. Z. Fang, H. Song, N. Cang, X. Li *Biosens. Bioelectron.* 2015, 68, 135.
10. S. Liu, H. Song, S. Wei, F. Yang, X. Li *Bioresour. Technol.* 2014, 166, 575.
11. J. Villaseñor, P. Capilla, M.A. Rodrigo, P. Cañizares, F.J. Fernández *Water Res.* 2013, 47(17), 6731.

12. APHA-AWWA-WPCF, Federation *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 16a. edición. Washington, D.C. EEUU, 1985.
13. M.G. Salinas-Juárez, P. Roquero, M.C. Durán-Domínguez-de-Bazúa, *Bioelectrochem.* 2016, 112, 145.
14. M.G. Salinas-Juárez, Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.
15. M. Helder, D.P.B.T.B. Strik, R.A. Timmers, S.M.T. Raes, H.V.M. Hamelers, C.J.N. Buisman *Biomass Bioenergy*. 2013, 51(0), 1.
16. J.B. Arends, E. Blondeel, S.R. Tennison, N. Boon, W. Verstraete *J. Soils Sediments*. 2012, 12(7), 1197.
17. S. Liu, H. Song, X. Li, F Yang *Int. J. Photoenergy*. 2013, Article ID 172010, 10 pages.
18. Z. Fang, H.L. Song, N. Cang, X.N. Li. *Bioresour. Technol.* 2013, 144, 165.

SINTESIS DE INHIBIDORES VERDES DE LA CORROSIÓN A PARTIR DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES

E. Reyes-Dorantes^{1,2}, J. Zúñiga-Díaz^{1,2}, A. Quinto-Hernández¹, J. Porcayo-Calderon^{2,3} y L. Martínez-Gomez^{2,4}

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec ericka_rd@hotmail.com, jacque_zd@hotmail.com, aquintoh@yahoo.com ²Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad s/n, Cuernavaca, MOR, 62210, México. ³CIICAp, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Avenida Universidad 1001, Cuernavaca, MOR, 62209, México. jporcayoc@gmail.com ⁴Corrosion y Protección (CyP) lorenzo.martinez@icf.unam.mx

Área de participación: Bioprocesos y Desarrollo Sustentable

Resumen: Debido a su alto contenido oleico, en esta investigación se propone el uso de un subproducto agroindustrial (pulidura de arroz) como una opción sustentable para la síntesis de inhibidores de la corrosión amigables con el medio ambiente. Se realizó la extracción y caracterización del aceite crudo de pulidura de arroz, y posteriormente la síntesis de amidas de ácidos grasos. La capacidad inhibitoria de la corrosión del producto obtenido se evaluó mediante técnicas electroquímicas de monitoreo en tiempo real sobre un acero API X-70 empleando como electrolito una solución (3.5% NaCl) saturada con CO₂. La evaluación fue realizada a 3 temperaturas (30, 50 y 70 °C) y diferentes concentraciones de inhibidor (0, 5, 10, 25, 50 y 100 ppm). Los resultados demuestran que el uso sustentable de desechos agroindustriales es una buena alternativa para la síntesis de inhibidores amigables con el medio ambiente con altas eficiencias de inhibición de la corrosión.

Introducción.

Un concepto emergente en el ámbito de una biorrefinería es la conversión del aceite crudo de origen vegetal (independientemente de su cultivo de origen), a diversos bio-productos [1]. La pulidura de arroz es un desecho agroindustrial que se ha limitado principalmente a la alimentación animal, por el alto contenido de ácidos grasos libres (FFA, por sus siglas en inglés) [2], que generan rancidez rápidamente después de la molienda. Es bien conocido que la rancidez es causada por la oxidación mediada por la lipasa de los lípidos de pulidura de arroz [3]. El aceite de pulidura de arroz (APA) contiene un 47 % de grasas monoinsaturadas, 33 % de poliinsaturadas, y 20 % de saturadas, además de una fracción importante de componentes insaponificables (4.3%); esta última fracción se caracteriza por contener tocotrienoles (una forma de vitamina E), γ -orizanol, y β -sitosterol.

Ha sido demostrado que muchas moléculas orgánicas pueden actuar como inhibidores de la corrosión debido a su afinidad con las superficies metálicas reemplazando a las moléculas de agua y formando una película molecular que impide la disolución metálica. Por lo anterior, el concepto del aprovechamiento de desechos agroindustriales con alto contenido oleico para la obtención de biocombustibles y subproductos de alto valor agregado, le confiere a todos estos bioproductos la distinción de baja huella de carbono. Siendo las amidas los productos potenciales de alto valor agregado de la biorrefinación del aceite de pulidura de arroz.

Sección Experimental.

El aceite empleado para la síntesis de las amidas de ácidos grasos fue extraído de pulidura de arroz obtenida de un molino de arroz de la localidad. Se realizó la extracción del aceite y su caracterización fisicoquímica. El método empleado para la síntesis de la amida (N-[2-[(2-hidroxietil)amino]etil]-amida) de ácidos grasos es una modificación al procedimiento sugerido por Kumar y colaboradores [4]. En general el procedimiento consistió en introducir un mol de aceite con 3 moles de N-(2-hidroxietil) aminoetilamina en el interior del reactor. La mezcla se lleva a 140°C con agitación a presión atmosférica. Alcanzada la temperatura, el curso de la reacción se monitorea por cromatografía de película fina (TLC), hasta la completa desaparición de los triglicéridos presentes. El proceso de amidación del aceite da como producto a la amida correspondiente y al glicerol como subproducto de acuerdo al esquema mostrado en la figura siguiente:

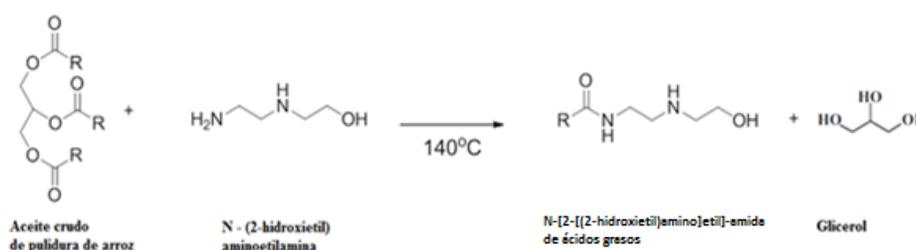


Figura 3- Amidación directa de aceites vegetales con N-(2-hidroxietil) aminoetilamina.

La evaluación electroquímica de los compuestos sintetizados fue realizada sobre un acero API X-70. Para ello, se emplearon muestras del acero de dimensiones 0.3*1.0*1.0 cm, y sobre una de sus caras fue soldado un alambre conductor. Se encapsularon en resina acrílica tres muestras al mismo tiempo con una separación entre ellas de 1 mm. Cada encapsulado fue desbastado con papel abrasivo hasta grado 600, posteriormente los encapsulados fueron lavados con alcohol y agua destilada, secadas y empleadas de manera inmediata en los ensayos electroquímicos. Como medio corrosivo se empleó una solución de NaCl (3.5% en peso) saturada con CO₂ dos horas antes de los ensayos, y manteniendo el burbujeo durante la duración de los ensayos de corrosión. La duración de los ensayos fue de 24 horas a 30, 50 y 70 °C, con agitación ligera. El encapsulado fue mantenido dentro del electrolito durante una hora antes de que se adicionará cualquier inhibidor. Las concentraciones de inhibidor evaluadas fueron de 0, 5, 10, 25, 50 y 100 ppm. Se realizaron mediciones de corrosión en tiempo real en un equipo de monitoreo electroquímico multi-técnica (SmartCET) el cual emplea una sonda de tres electrodos idénticos (encapsulado). Este sistema de medición está basado en una combinación de técnicas electroquímicas tales como; ruido electroquímico (RE), resistencia a la polarización lineal (RPL) y análisis de distorsión de armónicos (ADH), y como resultado de esta interrelación entrega una salida de velocidad de corrosión del material bajo estudio.

Resultados y Discusión.

Síntesis de amidas de ácidos grasos

El contenido de aceite de la pulidura de arroz fue 21% en base seca, lo cual concuerda con datos reportados en la literatura [5]. El contenido de aceite de este subproducto agroindustrial es importante y hace atractivo su aprovechamiento como una fuente oleica no convencional para la producción de otros productos como el biodiesel e inhibidores de corrosión, entre otros. En la tabla 1 se reportan los parámetros fisicoquímicos del aceite obtenido. En general se puede decir que el valor de índice y porcentaje de acidez es demasiado alto pero congruente, ya que una de las características que identifican a este subproducto agrícola es su alta inestabilidad debido a la acción de las lipasas liberadas durante el proceso de pulido del arroz. Las lipasas liberadas actúan sobre los triglicéridos presentes favoreciendo la liberación de ácidos grasos [2,3]. Este dato es importante para el proceso de producción de inhibidores, si el valor es alto puede influir en requerir mayor energía y tiempo para llevar a cabo la sustitución nucleofílica en los ácidos grasos a diferencia de los triglicéridos. La caracterización química del aceite indicó un contenido de ácido oleico del 48.48 %, ácido linoleico del 35.26 % y ácido palmítico del 14.54 % en peso. Valores similares a lo reportado en la literatura para este tipo de aceite [5].

Tabla 1.- Parámetros fisicoquímicos del aceite crudo de pulidura de arroz.

Densidad (25 °C)	0.9132	g/ml
Índice de acidez	16	mgKOH/g _{aceite}
% acidez	8.56	
Índice de saponificación	182.03	mgKOH/g _{aceite}
Índice de yodo	91.38	g _{I₂} /100 g _{aceite}
Índice de peróxido	1.40	mEqO ₂ /kg _{aceite}
Peso molecular	923.36	g/mol

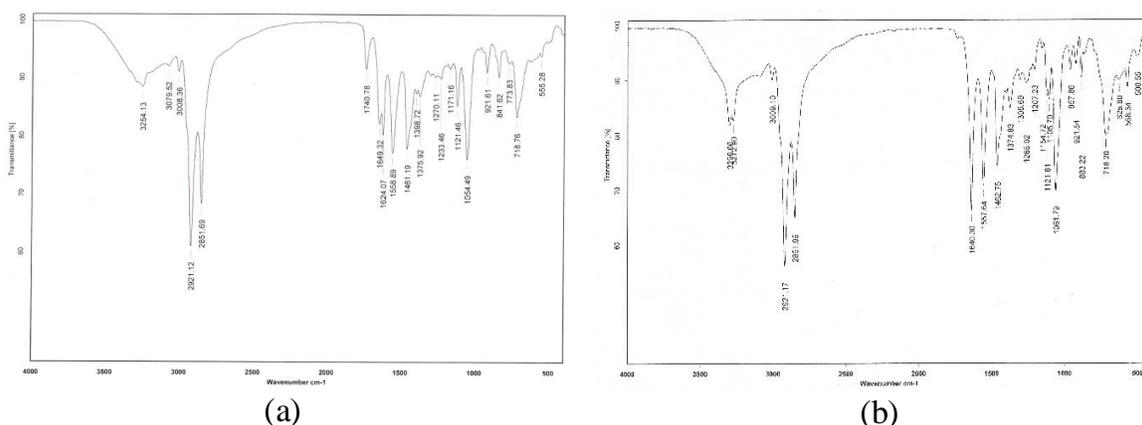


Figura 2.- Espectros FT-IR de la síntesis de la amida de ácidos grasos del aceite crudo de pulidura de arroz; (a) mezcla inicial, (b) mezcla final (80 minutos de reacción).

El aceite obtenido fue sometido al proceso de amidación mostrado en la figura 1 para la síntesis de la amida (N-[2-[(2-hidroxi)etil]amino]etil)-amida) de ácidos

grasos. La figura 2 muestra los espectros FT-IR inicial y final del proceso de síntesis. De acuerdo a los espectros, la banda en 1740 cm^{-1} correspondiente al estiramiento C=O de los triglicéridos desaparece, y aparece una fuerte banda en 1640 cm^{-1} , la presencia de esta señal es característica de los picos correspondientes al producto de amidación [4, 6]. La evolución de los espectros FT-IR a diferentes tiempos (resultados no mostrados) indican que la presencia de la amida de ácidos grasos es apreciable desde los 20 minutos de reacción, y que la completa desaparición de los triglicéridos ocurre a los 80 minutos.

Desempeño electroquímico de las amidas como inhibidores de corrosión

La figura 3 muestra el efecto de la adición del inhibidor base amida sobre la velocidad de corrosión, basado en las mediciones de RPL, del acero API X-70 expuesto a la solución salina saturada con CO_2 a las diferentes temperaturas de ensayo. En todos los casos, el inhibidor fue adicionado 60 minutos después de iniciadas las mediciones. El monitoreo de la RPL implica la medición de la resistencia a la polarización (R_p) usando una polarización sinusoidal de pequeña amplitud ($\pm 20\text{ mV}$) del electrodo de trabajo (acero bajo estudio). En este caso la pendiente del barrido potencial-corriente es la R_p , la cual es inversamente proporcional a la densidad de corriente de corrosión y posteriormente es transformada a velocidad de corrosión.

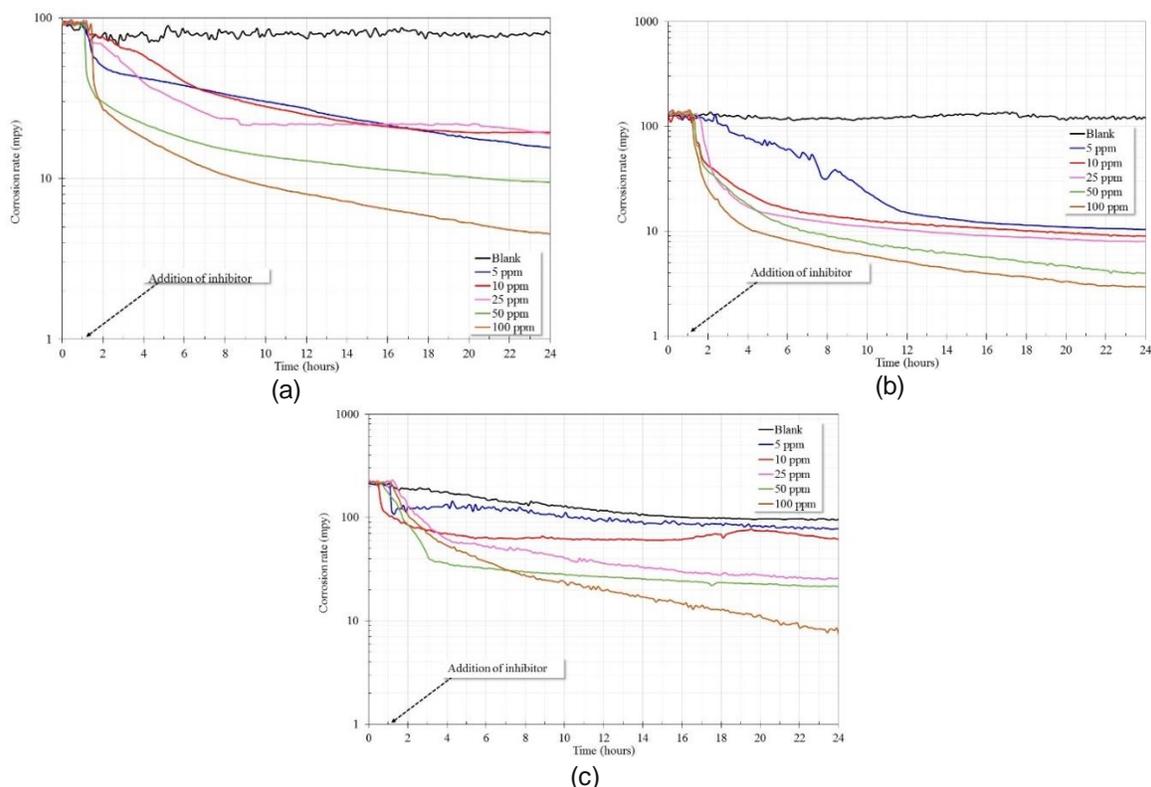


Figura 3.- Variación de la velocidad de corrosión determinada por RPL (monitoreo en tiempo real) respecto al tiempo para el acero API X70 expuesto en una solución 3.5 NaCl saturada con CO_2 a diferentes concentraciones de amida de ácidos grasos; a) 30°C , b) 50°C , c) 70°C .

Se observa que en ausencia de inhibidor la velocidad de corrosión del acero API X-70 es mayor independientemente de la temperatura. Solo a 70°C se observa que ésta tiende a disminuir en función del tiempo. Esto puede ser debido a la precipitación de cristales de $FeCO_3$ sobre la superficie del acero. En general este comportamiento es debido a la naturaleza electroquímica del proceso de corrosión, donde ocurre la disolución anódica del hierro y evolución catódica de hidrógeno [7]. Donde el proceso de corrosión es debido a la hidratación del CO_2 que origina la formación de ácido carbónico:



Ya que el electrolito es deaereado, las posibles reacciones catódicas dominantes pueden ser la reducción de iones H^+ , la reducción del agua, y la disociación del ácido carbónico:



La reacción anódica primaria es la disolución del hierro:



En su conjunto, durante el proceso de corrosión del acero, es posible la precipitación sobre la superficie del acero de una costra de productos de corrosión de carbonato de hierro, $FeCO_3$, de acuerdo a:



La precipitación del $FeCO_3$ modifica la cinética del proceso de corrosión formando una barrera física porosa entre el electrolito y la superficie metálica. Debido a la naturaleza imperfecta de esta costra protectora (presencia de grietas, porosidad), el electrolito puede penetrar hasta la superficie metálica y corroer al acero provocando el desprendimiento de la costra protectora [8]. Por ello, la protección brindada por la precipitación del carbonato de hierro es limitada.

Por otro lado, en presencia de inhibidor, se observa que la velocidad de corrosión disminuye al incrementar su concentración independientemente de la temperatura de ensayo. A la máxima concentración de inhibidor se observa una reducción en la velocidad de corrosión de un orden de magnitud. En todos los casos se observa una drástica caída en los valores de velocidad de corrosión en las primeras 3-4 horas después de haberse adicionado el inhibidor, posteriormente la velocidad de corrosión tiende a disminuir lentamente sin llegar a un estado estacionario definido en el periodo de ensayo evaluado. Esta reducción en la velocidad de corrosión es consecuencia de la adsorción de una película de inhibidor sobre la superficie del

acero la cual forma una barrera más efectiva contra el ingreso del electrolito hacia la superficie metálica. Se ha reportado que la efectividad de un inhibidor de naturaleza orgánica es función de las propiedades fisicoquímicas de la molécula, la naturaleza de sus grupos funcionales, posibles efectos estéricos, y de la densidad electrónica de los átomos donantes [9]. La adsorción del inhibidor depende de la interacción de los orbitales π de la molécula del inhibidor con los orbitales de los átomos de la superficie metálica [10].

En la figura 4 se observa la variación en la eficiencia de inhibición de las amidas en función del tiempo (a partir de las mediciones de RPL de la figura 3). La eficiencia de inhibición fue determinada a partir de los valores de velocidad de corrosión de acuerdo a la siguiente relación:

$$E(\%) = \frac{CR_i - CR_b}{CR_i} * 100 \quad (8)$$

Donde CR_b es la velocidad de corrosión en ausencia de inhibidor, y CR_i es la velocidad de corrosión en presencia de inhibidor. En todos los casos la eficiencia de inhibición incrementó con la concentración de inhibidor adicionado sin importar la temperatura de ensayo. La eficiencia de inhibición fue mayor al 95% a la máxima concentración evaluada y en todos los casos no se alcanzó el estado estacionario, esto implica que en periodos más largos de exposición, la eficiencia de inhibición tendería a incrementar.

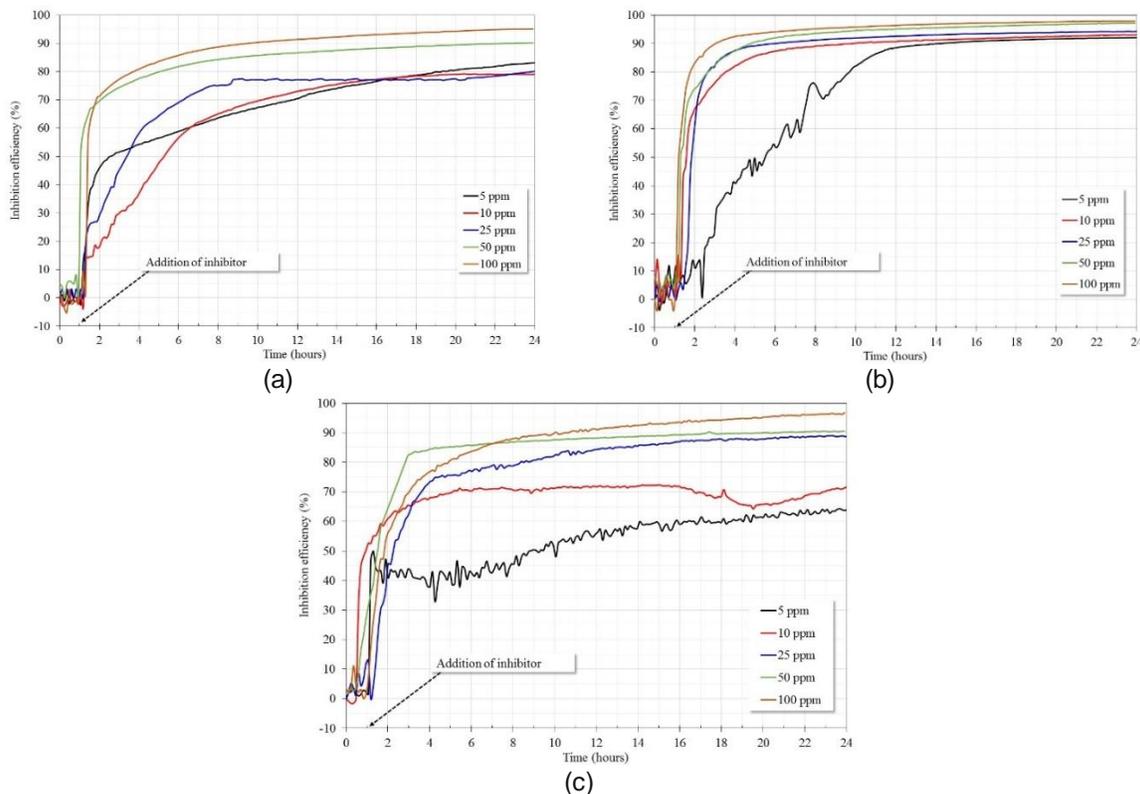


Figura 4.- Variación de la eficiencia de inhibición determinada a partir de las mediciones de RPL (monitoreo en tiempo real); a) 30°C, b) 50°C, c) 70°C.

Conclusiones.

Los resultados anteriores demuestran que el aceite de pulidura de arroz, es una materia prima adecuada para la extracción de su aceite, su contenido oleico de ~21%, le confiere una ventaja al ser un desecho agroindustrial. Así también al poseer características fisicoquímicas aceptables para la obtención de amidas como inhibidores orgánicos de corrosión, con un desempeño eficiente debido a su alto contenido de insaturaciones en sus cadenas alquílicas, que permiten la adsorción del inhibidor a la superficie metálica disminuyendo la velocidad de corrosión independientemente de la temperatura de ensayo y con una eficiencia mayor al 95%.

Agradecimientos.

E. Reyes-Dorantes y J. Zúñiga-Díaz agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) el apoyo otorgado para la realización de sus estudios de maestría. Agradecimiento especial al Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM por las facilidades otorgadas para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Referencias.

1. M. F. Demirbas. Biorefineries for biofuel upgrading: A critical review. *Applied Energy*. 2009, 86, S151–S161.
2. P.A. Hicks. The potential for rice products and by-products in Asia. FAO Regional office for Asia and the Pacific, Bangkok, Tailandia, 1999.
3. B.O. Juliano; C.P. Villereal. Grain Quality Evaluation of world Rices. IRRI, Manila, Philippines, 1993.
4. D. Kumar; S. M. Kim; A. Ali. One step synthesis of fatty acid diethanolamides and methyl esters from triglycerides using sodium heterogeneous catalyst. *New Journal of Chemistry*. 2015, 39, 7097–7104.
5. L. A. Rigo; A. R Pohlmann; S. Stanisçuaski; R. Carlos; R. Beck. Rice Bran Oil: Benefits to Health and Applications in Pharmaceutical Formulations. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health: Benefits, Risks and Mechanisms of Whole Grains in Health Promotion*. Elsevier, 2014.
6. S. Yoo; Y. Kim; K. Chung; S. Baik; J. Kim. Synthesis and corrosion inhibition behavior of imidazoline derivatives based on vegetable oil. *Corrosion Science*. 2012, 59, 42–54.
7. X. Liu; Y. G. Zheng; P.C. Okafor. Carbon dioxide corrosion inhibition of N80 carbon steel in single liquid phase and liquid/particle two-phase flow by hydroxyethyl imidazoline derivatives. *Materials and Corrosion*. 2009, 60, 507–513.
8. S. L. Wu; Z. D. Cui; F. He; Z. Q. Bai; S. L. Zhu; X. J. Yang. Characterization of the surface film formed from carbon dioxide corrosion on N80 steel. *Materials Letters*. 2004, 58, 1076–1081.
9. S. Godavarthi; J. Porcayo-Calderon; M. Casales-Diaz; E. Vazquez-Velez; A. Neri; L. Martinez-Gomez. *Electrochemical Analysis and Quantum Chemistry of*

- Castor Oil-Based Corrosion Inhibitors. *Current Analytical Chemistry*. 2016, 12, 476-488.
- 10.F. Bentiss; M. Traisnel; M. Lagrenee. Effects of the diffusion layer characteristics on the performance of polymer electrolyte fuel cell electrodes. *Journal of Applied Electrochemistry*. 2001, 31, 449–454.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR A TRAVÉS DE CELDAS SOLARES EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA

S. Castrejón-Pérez¹, F. Juárez-Herrera¹, A. Acevedo-Figueroa¹, F. Ramos-Landa² y D. I. Torres-Lázaro³

¹Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto tecnológico de Iguala, sofia.castrejon@itiguala.edu.mx, francisco.juarez@itiguala.edu.mx, agustin.acevedo@itiguala.edu.mx, ²Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Iguala, felipe.ramos@itiguala.edu.mx, ³Carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala (alumna), Carretera Nacional Iguala-Taxco esq. Periférico Norte Colonia Adolfo López Mateos, Infonavit, C.P. 40030, Iguala Guerrero, México-deisy.tl@hotmail.com

Área de participación: *Bioprocesos y Desarrollo Sustentable*

Resumen: Actualmente la energía eléctrica se ha convertido en una necesidad de la que no podemos desprendernos fácilmente, además de que su consumo va en aumento día con día, por lo que deben buscarse alternativas para generar energía sustentable y amable con el medio ambiente. La energía sostenible es aquella capaz de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer los recursos futuros. Para llevar a cabo esta energía se utilizan energías renovables. Los paneles solares son una de las mejores alternativas para sustituir la energía eléctrica, actualmente existen distintas compañías que se dedican a su fabricación, distribución e instalación. La ventaja que ofrecen es que son muy sencillos de instalar, no requieren de mucha infraestructura y pueden utilizarse en hogares, hoteles, espacios deportivos, industrias, escuelas, etc. Las instituciones tienen la obligación como centros educativos, de impulsar la formación de una cultura de ahorro de energía eléctrica entre la comunidad estudiantil, así como del personal que labora en ellas, buscando estrategias que permitan un crecimiento sostenible, sin perder su capacidad de crecimiento y competitividad.

Introducción.

La tecnología fotovoltaica desempeña un papel importante en el desarrollo de la sociedad, ya que es una energía renovable y respetuosa con el medio ambiente, a diferencia de la energía producida de los combustibles fósiles.

La energía solar dentro de una de sus múltiples aplicaciones implica la iluminación con ahorro de energía. Los sistemas de ahorro de energía son sistemas que bien diseñados y con el adecuado mantenimiento proveen iluminación confiable y gratuita por muchos años, pero a pesar de los avances tecnológicos en las últimas décadas, su aprovechamiento ha sido muy insignificante en comparación con el consumo global de energía en el mundo.

En el presente documento presenta el análisis del sistema de iluminación exterior del Instituto Tecnológico de Iguala con el fin de actualizar y optimizar el uso de la red eléctrica, mediante la inclusión de una alternativa viable para la obtención de energía eléctrica que abastezca al Plantel.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

La naturaleza ofrece diversos recursos y formas distintas de obtener energía eléctrica, sin embargo; una de las principales causas del cambio climático es la emisión de gases que provienen de la combustión de fuentes de energía fósil. Esta forma de generar energía eléctrica produce gran cantidad de gases de efecto invernadero, que retiene la radiación térmica solar reflejada en la Tierra. El uso racional de la energía eléctrica es un acto de responsabilidad que todos debemos asumir, especialmente en instituciones educativas en donde la enseñanza debe incluir una concientización del uso racional de los recursos que se dispone, y que la adquisición de nuevos conocimientos se enfoque a la generación de alternativas que contribuyan a la conservación y preservación del medio ambiente.

La tabla siguiente contiene información que permitirá analizar el sistema de iluminación actual del Instituto (Tabla 1).

Tabla 1.- Requerimientos de iluminación del Instituto Tecnológico de Iguala.

EMPRESA	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA
Áreas	Oficinas Administrativas, Biblioteca, Aulas, Laboratorios, Cubículos para maestros, Aulas de Proyección, cafetería, Almacenes y estacionamiento.
Utilización de energía eléctrica.	Aire acondicionado, iluminación, equipo de cómputo, equipo de oficina, herramientas de mantenimiento
Horario de operación	De 7:00 a 21:00 hrs.
Tipo de servicio	Media tensión
Tipo de tarifa	Horaria media tensión, Región Sur

Además se ha considerado el desglose del consumo de energía de energía eléctrica en los años 2011, 2012 y 2013 en Kwh, los importes por energía consumida y el costo promedio por Kwh consumido (debido a que en los años siguientes no se podría observar el comportamiento habitual, por la construcción de nuevos edificios lo que produce gran variación). Información que se muestra en la Tabla 2. El consumo promedio total anual es de 435,714 Kwh.

Tabla 2.- Consumo en Kwh

Consumo (Kwh)			
Mês	2011	2012	2013
ENE	21,564	24,378	24,306
FEB	38,922	36,414	37,524
MAR	53,478	44,730	30,834
ABR	34,872	28,854	42,732
MAY	56,094	49,872	46,980
JUN	44,094	40,500	33,660
JUL	24,084	26,568	22,752
AGO	38,634	34,842	29,340
SEP	45,930	42,666	39,708
OCT	41,658	47,676	44,658
NOV	35,748	34,170	39,216
DIC	22,410	23,046	24,228
TOTAL	457,488	433,716	415,938

En ella se aprecia un patrón de consumo similar, excepto en verano donde es mayor, disminuyendo en los meses donde hay recesos vacacionales y en invierno. El importe mensual de energía eléctrica se presenta en la Tabla 3 y anualmente el promedio es de \$953,691.53.

Tabla 3.- Importe (\$)

Importe (\$)			
	2011	2012	2013
ENE	\$55,864.90	\$66,244.21	\$64,687.70
FEB	\$84,465.82	\$89,639.38	\$86,798.87
MAR	\$108,388.52	\$99,892.71	\$79,435.91
ABR	\$79,362.84	\$70,485.35	\$82,796.76
MAY	\$104,297.20	\$97,622.06	\$98,611.96
JUN	\$87,195.91	\$84,850.57	\$73,315.92
JUL	\$54,488.63	\$57,310.41	\$48,092.09
AGO	\$76,897.45	\$73,806.15	\$61,428.69
SEP	\$90,723.21	\$82,117.47	\$77,990.96
OCT	\$83,185.07	\$86,795.94	\$90,900.95
NOV	\$88,349.59	\$81,038.26	\$93,383.02
DIC	\$65,210.80	\$66,734.49	\$68,664.86
TOTAL	\$978,429.94	\$956,536.99	\$926,107.67

Para reflejar dichos consumos se ha analizado el costo mensual por cada Kwh de energía eléctrica consumida (Tabla 4).

Tabla 4.- Costo promedio (\$/Kwh)

Costo promedio (\$/kwh)			
	2011	2012	2013
ENE	2.5907	2.7174	2.6614
FEB	2.1701	2.4617	2.3132
MAR	2.0268	2.2332	2.5762
ABR	2.2758	2.4428	1.9376
MAY	1.8593	1.9575	2.0990
JUN	1.9775	2.0951	2.1781
JUL	2.2624	2.1571	2.1138
AGO	1.9904	2.1183	2.0937
SEP	1.9752	1.9247	1.9641
OCT	1.9969	1.8205	2.0355
NOV	2.4715	2.3716	2.3812
DIC	2.9099	2.8957	2.8341

La energía solar es una energía renovable y no contaminante, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética mediante la captación de la luz y el calor procedente del Sol. La energía solar fotovoltaica consiste en la obtención de electricidad directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina, basándose en los efectos fotoeléctrico y fotovoltaico. Actualmente existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos:

- Sistema aislado a base de baterías.
- Sistema interconectado a la red eléctrica.

Para este proyecto se ha considerado un sistema aislado a base de batería, debido a que es el que más ajusta a las características y necesidades de la Institución.

Los sistemas fotovoltaicos autónomos están formados principalmente, por paneles fotovoltaicos que constituyen el generador de energía eléctrica, baterías para almacenar la energía que se utiliza en los momentos de ausencia de la radiación solar y la carga eléctrica que se va a consumir mediante equipos eléctricos; estos sistemas en su forma más simple usan electricidad en forma de corriente continua y la energía es producida donde y cuando se requiere, sin necesidad de complejos sistemas de control y transmisión de energía, estos son sistemas de alrededor de 500 W y pesan menos de 70 kg, lo que permite su transportación e instalación.

Diseño y distribución de la red de celdas solares

El siguiente plano elaborado para el Plantel (Figura 1), muestra la distribución de las luminarias fotovoltaicas que se proponen instalar para aumentar y mejorar el sistema de iluminación.

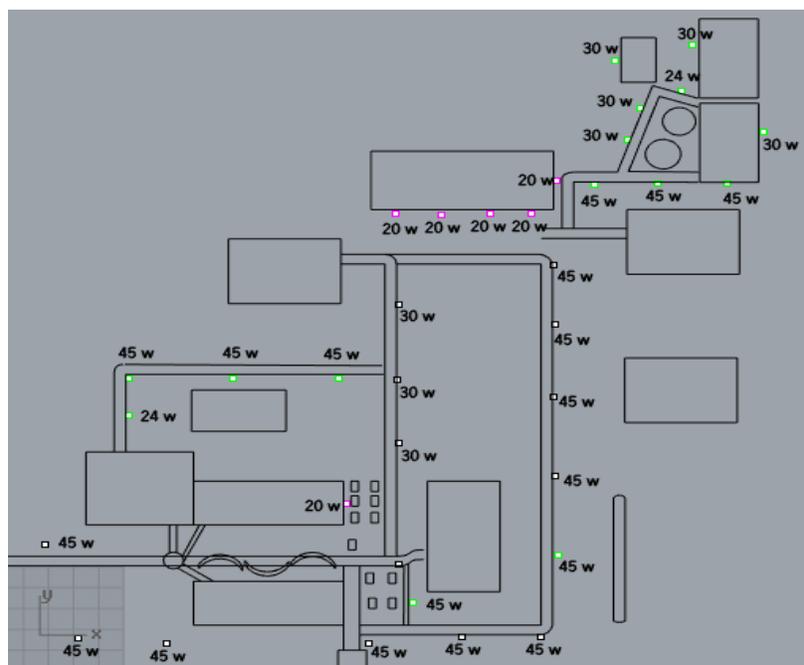


Figura 1.- Plano de distribución de luminarias.

Los colores representan el tipo de luminaria que se requiere en cada área (Tabla 5). La ventaja es que algunos elementos cumplen con características para soportar las luminarias que se van a colocar, reduciendo costos hasta en un 10%.

Tabla 5.- Representación de colores de luminarias

COLOR	SÍMBOLO	SIGNIFICADO	OBSERVACIONES
		Luminaria incorporada a la pared.	Este color representa las luminarias que están equipadas de forma "todo en uno". Para este proyecto se utiliza: smart streetlight 20 w
		Luminaria en poste metálico	Este color representan luminarias que requieren postes metálicos. Los modelos que se han cotizado son solar BRET-LSL-24-100, BRET-LSL-30150 y BRET-LSL-45-200, de Bredcon Ingeniería Solar. (Propuestas)
		Luminaria en poste metálico	Este color representa luminarias que requieren postes metálicos. los modelos cotizados son solar BRET-LSL-24-100, BRET-LSL-30150 y BRET-LSL-45-200, de Bredcon Ingeniería Solar. (Existentes)

Los equipos considerados en el presupuesto para la adquisición y recuperación son artículos de Bredcon Ingeniería Solar, empresa dedicada a tecnologías renovables. (Tabla 6). Se observa que el costo de inversión total con respecto a la adquisición de luminarias fotovoltaicas es de \$678,717.24.

Tabla 6.- Presupuesto de luminarias

MODELO	TIPO DE SISTEMA	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
BRET-LSL-45-200	Sistema autónomo con sistema de montaje.	18	\$ 25,203.42	\$453,661.56
BRET-LSL-30-150	Sistema autónomo con sistema de montaje	8	\$ 19,825.04	\$158,600.32
BRET-LSL-24-100	Sistema autónomo con sistema de montaje	2	\$ 18,530.68	\$37,061.36
SMART SOLAR STREETLIGHT 20 W	Sistema autónomo todo en uno	6	\$ 4,899	\$29,394.00
			TOTAL	\$678,717.24

Resultados y Discusión.

La tabla 7 muestra el costo total del sistema de iluminación actual anual, con un pago anual aproximado de \$40,000, además del costo de mantenimiento del sistema.

Tabla 7.- Costo del sistema de iluminación actual.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	POTENCIA (W)	CANTIDAD TOTAL	USO (HORAS X DIA AL AÑO)	CONSUMO TOTAL DE KWH AL AÑO	IMPORTE TOTAL AL AÑO (**)
.Lámpara fluorescente	85	17	12*365	6329.1	14,240.47
Lámpara de vapor de sodio	250	4	12*365	4380	9,855.00
Aditivo metálico	400	4	12x365	7008	15,7668
TOTAL					39,863.47
COSTO PROMEDIO (\$/KWH)					\$ 2.2

** Considerando el consumo promedio de los años 2011 al 2013.

Evaluando la implementación y considerando las siguientes condiciones, se tiene:

Costo de inversión: \$ 678,717.24

Vida útil: 25 años

Pérdida del valor adquisitivo en México (promedio): 4.5%

A/P \square A=P (A/P, 5%,25)

A= 678,717.24 x (0.0674) = \$48,188.92

Se concluye que el costo anual es mayor al que se paga actualmente, sin embargo, con la implementación del proyecto, se incluyen otras áreas para su iluminación, incrementando la cantidad de luminarias para el alumbrado exterior.

Conclusiones.

Acorde a las condiciones existentes de la Institución y a la información disponible, se considera que el consumo energético del alumbrado exterior es adecuado al tipo de equipos que dispone, que son de muy baja eficiencia, es decir; por su diseño desperdician gran cantidad de energía eléctrica. Por lo que la mejor opción es sustituir las luminarias permitiendo un ahorro notable con equipos de moderna tecnología, aumentar la eficiencia y por ende reducir el consumo energético, cabe señalar que la implantación de sensores de movimiento permite la reducción del mismo, obteniendo ahorros adicionales tanto en energía como en mantenimiento.

La propuesta incluye Sistemas Autónomos con Sistema de Montaje y de Iluminación Autónomo sin Estructura (equipo “todo incluido”), ya que se ha considerado la mejor opción en comparación con la de Sistemas Interconectado a la Red y el de Sistema Autónomo (elementos por separado), con lo que se tendría que invertir en cableado nuevo, que implica una inversión de tiempo, recursos económicos y de mano de obra, incrementando los costos de mantenimiento e inversión, porque el cableado actual presenta desgastes muy significativos que han reducido su vida útil.

Agradecimientos.

Es importante agradecer al Instituto Tecnológico de Iguala por brindar el apoyo necesario, en especial al personal que labora en las áreas correspondientes por compartir la información, conocimientos y experiencia requerida para la realización de este proyecto.

Referencias.

1. L., Diego Onésimo Becerril. *Instalaciones Eléctricas Prácticas*. 12a Ed. México : ING. DIEGO O. BECERRIL L., 2005.
2. Newnan, Donald G. *Análisis Económico en Ingeniería*. México : McGraw-Hill, 1985.
3. Harper, Gilberto Enríquez. *El ABC de las instalaciones eléctricas industriales*. México : Limusa, 2005.
4. G. Sullivan William, M. Wicks Elin, T. Luxho James, *Ingeniería Económica de DeGarmo*. 12a Ed. México: Pearson 2004

OBTENCIÓN DE PELÍCULAS HÍBRIDAS DE NANOARCILLA Y QUITOSANO DE BAJO PESO MOLECULAR COMO MATRIZ POLIMÉRICA

K. A. Castillo-Rosales¹, E. García-Hernández^{1, 2}, Z. Vargas-Galarza^{1, 2},
C. D. Arrieta-González^{1, 2} y R. Salgado-Delgado^{1, 2}

¹Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Zacatepec - katia_alexia93@hotmail.com ²División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México - edgar.gh@itzacatepec.edu.mx, zully.vg@itzacatepec.edu.mx, cdaglez@gmail.com, renesalgado@hotmail.com.

Área de participación: *Polímeros y biopolímeros*

Resumen: Se obtuvieron biopelículas híbridas a partir de quitosano y nanoarcilla, con y sin glicerol como agente plastificante, utilizando una solución de ácido acético 0.5 M, mediante el método de *casting*. Se realizó un diseño estadístico para la obtención de las películas, tomando como variables independientes: La concentración de nanoarcilla y presencia de plastificante. Las películas obtenidas se caracterizaron por espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR-ATR), microscopía electrónica de barrido (SEM), resistencia a la tensión (ASTM D882-02), elongación, módulo de Young, % de solubilidad (ASTM D570-98) y permeabilidad al vapor de agua (ASTM E96-00). De acuerdo a los resultados obtenidos, las películas híbridas poseen mejores propiedades mecánicas a las que se han obtenido a partir de otras fuentes naturales al contar con nanopartículas inorgánicas como agentes reforzantes.

Introducción.

En la última década del siglo XX, uno de los sectores económicos que se desarrolló rápidamente, fue el área de materiales plásticos para empaque, se estima que actualmente el 40% de la producción total de plásticos (250x10⁶ Ton/año) es utilizada en la industria de empaquetamiento, utilizando polímeros producidos principalmente de combustibles fósiles, generalmente poliolefinas [polipropileno (PP), polietilenos (PE), poliestireno (PS), policloruro de vinilo (PVC), etc.] los cuales después de su uso son desechados al medio ambiente^[1, 2].

Para rebatir esta problemática, se han desarrollado diversas alternativas en la elaboración de envases a base de biopolímeros para no contribuir con la contaminación ambiental, utilizando fuentes renovables que sean completamente biodegradables^[3]. Los cuales se ha demostrado tener la mismas propiedades en la industria del almacenamiento pero contribuyendo al medio ambiente. El creciente interés en la calidad y preservación de los alimentos, además de reducir el impacto ambiental, ha llevado a la industria de alimentos a buscar alternativas para satisfacer la demanda del consumidor, se han comenzado a desarrollar películas y recubrimientos comestibles a partir de biopolímeros naturales tales como proteínas (colágeno, gelatina, gluten), polisacáridos (almidón, pectina, quitosano) y lípidos^[4], principalmente en la prolongación en la conservación de frutas y hortalizas.

Entre el desarrollo de biopelículas comestibles en base a polisacáridos, se ha demostrado que el quitosano ofrece ventajas como las propiedades barrera, biocompatibilidad y mejor apariencia estética, además, la importancia de este biopolímero está en sus propiedades antimicrobianas en conjunto con sus propiedades para formar películas^[5], asimismo de demostrar que las frutas y hortalizas con un recubrimiento o película a base de quitosano mejoran su calidad, retardan su maduración y tiempo de deterioro, resaltando las características naturales del vegetal y preservando sus atributos comerciales y alimenticios^[6]. Sin embargo aún falta por mejorar la elaboración de biopelículas de quitosano y otros biopolímeros naturales, tomando en cuenta las propiedades óptimas para la industria de empaquetamiento.

Por otra parte, recientemente se han producido avances científicos en el campo de los materiales, especialmente en el desarrollo de nanomateriales, la adición de nanorellenos en la formulación de materiales compuestos ha destacado en el desarrollo de nuevos eco-materiales utilizados en diversas aplicaciones, en el caso de nanomateriales compuestos, varios autores han reportado recientemente el uso de nanoarcillas por diversos métodos (polimerización in situ, mezclado en fundido, casting) encontrando que la adición de estos nanorellenos mejoran notablemente las propiedades térmicas, de aislamiento, barrera y mecánicas de los materiales^[7].

Dado lo anterior, en este proyecto se desarrollaron biopelículas híbridas utilizando quitosano de peso molecular bajo y alto como matriz biopolimérica y nanoarcilla como nanorelleno, para estudiar las propiedades de las biopelículas con base al tipo de biopolímero utilizado como matriz y el tipo de nanorelleno utilizado con y sin glicerol como agente plastificante.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Preparación de la solución formadora de películas.

Se realizó una mezcla de 1.5 g de quitosano de bajo peso molecular y diferentes concentraciones de plastificante y nanoarcilla la cual se disolvió en 70 mL de una solución de ácido acético 0.5 M a una temperatura de 23°C y con agitación constante.

Elaboración de películas por el método de casting.

Para la obtención de las películas híbridas, se disolvieron 1.5 g de quitosano en 70 mL de ácido acético 0.5 M durante 3 horas en una parrilla de agitación magnética, posteriormente se adicionó la nanoarcilla a cada una de las muestras y se mantuvo durante 1 hora más en agitación, luego se agregó la cantidad de glicerol y se mantuvo 30 minutos más en agitación, después se puso en un baño ultrasónico durante 2 horas, con el propósito de que la nanoarcilla se disperse, finalmente las soluciones se vertieron en moldes de vidrio de 12 x 16 cm, se dejaron reposar durante 72 horas a 23°C. Cada mezcla se hizo por triplicado, una vez formadas las películas híbridas, se retiraron del molde con ayuda de unas

pinzas y se almacenaron en bolsas herméticas de polietileno a 23°C para su posterior caracterización.

Medición del espesor de las películas.

Una vez obtenidas las películas híbridas, se midió el espesor de cada una con ayuda de un Micrómetro Digimatic IP65 MITUTOYO, modelo MDC-1" MJ, con un error permisible de ± 0.00005 " y se registraron 10 mediciones aleatorias para cada biopelícula, para verificar que el espesor promedio no supera 1mm de espesor, como lo marca la Norma ASTM D 882-02^[8].

Determinación de propiedades mecánicas de las películas.

La resistencia a la tensión de las películas híbridas se realizó de acuerdo a la Norma ASTM D882-02^[8] en el equipo BlueHill Lite de INSTRON Modelo 2519-107. Las pruebas mecánicas se llevaron a cabo por medio de ensayos de tensión para determinar el esfuerzo máximo de tensión a la fractura (TF) y porcentaje de elongación.

Para llevar a cabo esta prueba, se cortaron muestras de las biopelículas en rectángulos de 1 x 10 cm, las cuales se mantuvieron durante 48 horas a una humedad relativa de 50 ± 5 en un desecador que contenía una solución salina saturada de NaCl. Se midió el espesor de cada una de las muestras con ayuda del micrómetro digital en 10 diferentes puntos para obtener el promedio de éste.

Determinación de la solubilidad en agua de las películas híbridas.

Para determinar el % de solubilidad en agua de las películas híbridas, se utilizó el procedimiento marcado en la norma ASTM D 570-98, para lo cual se cortaron muestras de 2x2 cm de dimensión. Éstas se colocaron en viales de plástico de 50 mL, posteriormente se adicionaron 30 mL de agua desionizada en cada vial y se dejaron en reposo durante 24 horas a 23 °C. Transcurrido el tiempo, se decantó el agua de los viales y los residuos de las películas híbridas se colocaron en una celda de aluminio. Se retiró el exceso de agua que contenía y se colocaron en una estufa para su secado durante 24 horas a 100 °C.

Microscopía electrónica de barrido (SEM).

Se observó la morfología de las películas en un Microscopio Electrónico de Barrido marca JEOL Modelo JSM-6010A, utilizando 3 kV y magnificaciones de 50X, 100X, 200X, 500X y 1000X.

Resultados y Discusión.

Propiedades mecánicas.

En la Tabla 1, se muestran los resultados obtenidos en las pruebas mecánicas referente al esfuerzo a la tensión, deformación y Módulo de Young.

Tabla 1.- Resultados de las pruebas mecánicas.

Película	Esfuerzo a la tensión (MPa)		% Elongación		Módulo de Young (MPa)	
P00	78.1105	± 6.677	10.36637667	± 4.743	7.534986027	± 6.364
P03	37.3666	± 10.991	10.49970667	± 6.092	3.558824183	± 2.650
P05	51.4311	± 3.568	56.86661	± 3.118	0.904417021	± 0.085
P01	11.2869	± 1.997	59.06660333	± 0.874	0.191088241	± 0.033
P10	62.3662	± 8.148	6.000253333	± 2.563	10.39393337	± 7.219
P13	28.1932	± 5.744	17.23329	± 9.654	1.635974133	± 0.757
P15	31.6650	± 5.618	40.13332	± 2.013	0.788996192	± 0.169
P11	10.4569	± 3.352	64.33378333	± 1.517	0.162540832	± 0.048
P30	53.5110	± 8.138	19.83346	± 7.366	2.698015038	± 0.819
P33	11.0314	± 4.223	38.33305667	± 3.190	0.287778599	± 0.094
P35	12.9264	± 1.271	17.13302333	± 6.971	0.754474935	± 0.510
P31	4.6599	± 1.771	17.39977667	± 3.143	0.267814165	± 0.069
P50	74.5455	± 5.787	4.199543333	± 0.557	17.75084672	± 1.278
P53	18.2582	± 3.204	27.00019667	± 5.828	0.676222852	± 0.093
P55	10.4094	± 3.368	21.29985667	± 3.913	0.488707827	± 0.220
P51	4.4953	± 1.055	75.69971	± 8.335	0.059382922	± 0.009

Las biopelículas con mayor esfuerzo a la tensión son P00 y P50 mientras que las películas que presentan menor esfuerzo a la tensión son P01, P11, P31 y P51 con mayor porcentaje de plastificante.

En cuanto al resultado del Módulo de Young, la película que presentó una mayor cantidad de módulo de Young fue la biopelícula P50, con mayor concentración de nanoarcilla y sin plastificante, por lo tanto es la película con mayor rigidez, notando que la nanoarcilla beneficia a las propiedades mecánicas de las películas.

Determinación de la solubilidad en agua de las películas híbridas.

En la Figura 1, se puede observar de forma gráfica el comportamiento que presentó el % de solubilidad en agua de cada una de las muestras de biopelículas,

en base a los resultados podemos deducir que a mayor cantidad de glicerol y nanoarcilla menos solubles son en agua, por lo contrario que en ausencia de plastificante y nanoarcilla las películas son 100% solubles en agua.

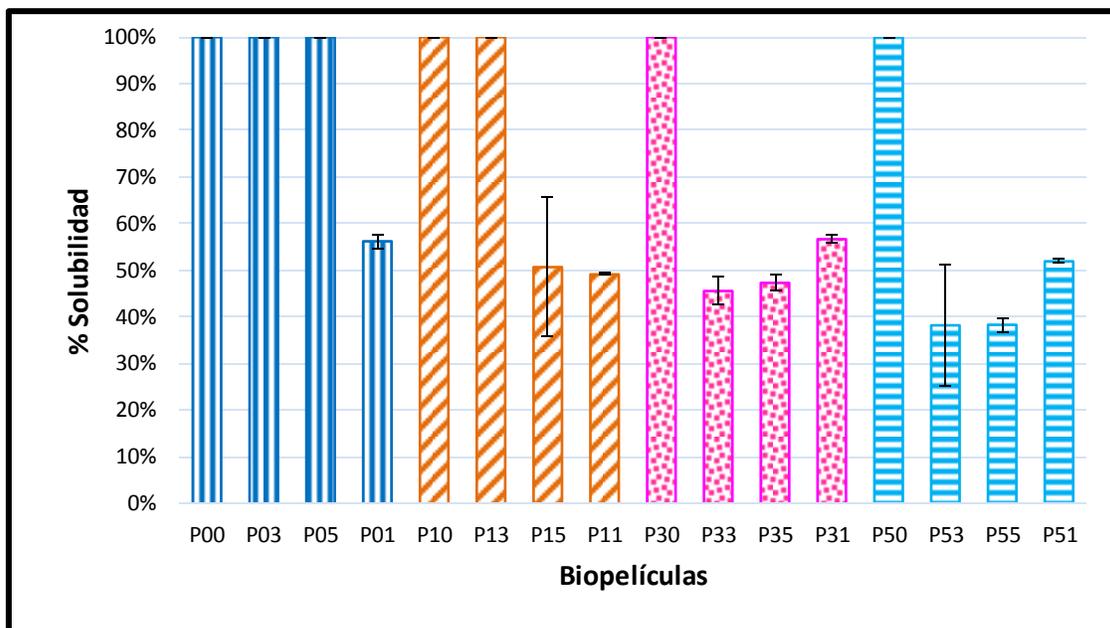


Figura 1.- Gráfica de porcentaje de solubilidad de las películas de P00 a P51.

Microscopía electrónica de barrido (SEM).

En la Figura 2 se observa el SEM de las biopelículas P05, P15 y P35, podemos notar que las biopelículas con nanoarcilla presentan su dispersión en un patrón de cúmulos, mientras que las que carecen de nanoarcilla presentan una superficie más lisa a medida que se incrementa el plastificante.

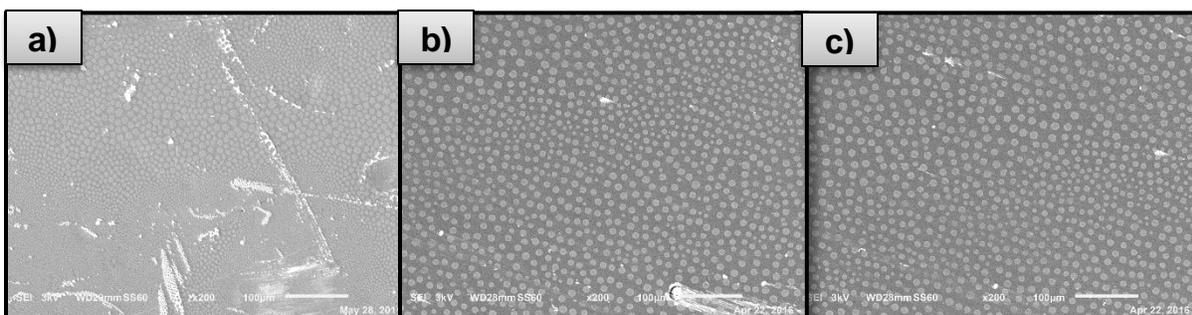


Figura 2.- SEM de biopelículas a) P05, b)P15 y c)P35.

Conclusiones.

Se elaboraron biopelículas con quitosano y diferentes concentraciones de nanoarcilla y plastificante, se realizó la matriz de trabajo, por lo cual se determinó

trabajar con quitosano de peso molecular bajo, debido a que ese solubilizo en menor tiempo que otros con peso moleculares mayores.

En la prueba de microscopía electrónica de barrido, se observó que la nanoarcilla no se dispersó muy bien, ya que las películas presentaron aglomeraciones, pero se pudo notar que en presencia de plastificante se formó un patrón de círculos, esto debido que puede haber una mayor interacción con mayor cantidad de nanoarcilla en la matriz polimérica.

Las películas fueron 100% solubles en presencia de quitosano y glicerol, pero al agregarle nanoarcilla las películas tuvieron un porcentaje menor de solubilidad, la película menos soluble fue P53 mientras que las que fueron completamente solubles son las películas sin concentración de glicerol.

En las pruebas mecánicas las películas más resistentes fueron las películas con mayor concentración de nanoarcilla como P50, sin embargo el glicerol las hizo más flexibles y las que contenían más glicerol eran menos rígidas.

Agradecimientos.

Se agradece el apoyo económico de la subsecretaría de la educación superior (SUBES) y la coordinación nacional de becas de educación superior (CNBES). Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto “Estudio de las propiedades de películas híbridas de nanopartículas inorgánicas/matriz polimérica”. Clave: 5672.15-P

Referencias.

1. Raimond B. Seymour, C. E. (1995). *Introducción a la química de los polímeros*. REVERTÉ, S.A., 1995.
2. L. Pardo, J. Menéndez y M. Giraud, «Envases biodegradables: una necesidad de compromiso,» *La Alimentación Latinoamericana*, nº 292, pp. 42-44, 2011.
3. M. Rubio Anaya; J.A. Guerrero Beltrán, *Polímeros utilizados para la elaboración de películas biodegradables*, Temas selectos de ingeniería de alimentos 6-2, (2012).
4. R. S. Garciglia, «¿Biopelículas comestibles?,» *Saber más. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, nº 6, pp. 4-5, 2012.
5. ARCE, C. C. (2011). *Caracterización de películas comestibles de quitosano y la afectación de las propiedades por aplicación de aceites esenciales*.
6. M. A. García, «Películas y cubiertas de quitosana en la conservación de vegetales,» *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 18, nº 1, pp. 71-76, 2008
7. Rodríguez, V. M. (Junio de 2012). *Síntesis y caracterización de nanopigmentos basados en nanoarcillas. Aplicación en polímeros, termoplásticos y evaluación de propiedades fisicoquímicas*.
8. D. M. L.-N. D.-C. Mohamed Cisse´, «Influence of the Concentrations of Chitosan and Glycerol on Edible Film Properties Showed by Response Surface Methodology», *J Polym Environ*, vol. 20, p. 830–837, 24 Abril 2012.

FORMULACIÓN DE PELÍCULAS HÍBRIDAS DE GRENETINA-NANOARCILLA UTILIZANDO ALTAS FRECUENCIAS

E. Urueta-Herrera¹, E. García-Hernández^{1, 2}, Z. Vargas-Galarza^{1, 2}, C. D. Arrieta-González^{1, 2}, E. Flores-Bahena¹ y A. Salgado-Rodríguez³

¹Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Zacatepec - eduardo_u_h_b@hotmail.com ²División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México - edgar.gh@itzacatepec.edu.mx, zully.vg@itzacatepec.edu.mx, cdaglez@gmail.com, IQEduardo_FB@hotmail.com, ³Preparatoria No. 4, Universidad Autónoma del Estado de Morelos - araceli.salgado@uaem.mx.

Área de participación: *Polímeros y biopolímeros*

Resumen: Se obtuvieron y caracterizaron 42 formulaciones diferentes de películas híbridas de grenetina-nanorcilla utilizando glicerol como agente plastificante y aplicando diferentes frecuencias sonoras en el método casting o vaciado en placa. Las caracterizaciones realizadas a las películas obtenidas fueron: solubilidad en agua, Espectroscopia de Infrarrojo con Transformada de Fourier con ATR (ATR-FTIR), morfología por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), esfuerzo a la tensión. Se observó como la variación de frecuencias y cantidad de glicerol afectan significativamente la distribución de la nanoarcilla en las películas obtenidas.

Introducción.

Con el paso del tiempo se han creado nuevos empaques, surgiendo los plásticos biodegradables de primera generación, que están constituidos por pequeñas modificaciones químicas en los polímeros o mezclas de polímeros sintéticos (plásticos) con biopolímeros, hasta llegar a los plásticos biodegradables de segunda generación, constituidos por macromoléculas biodegradables en su totalidad⁽¹⁾. Los biopolímeros naturales provienen de cuatro grandes fuentes: origen animal (colágeno/gelatina), origen marino (quitina/quitosano), origen vegetal (lípidos y grasas e hidrocoloides: proteínas y polisacáridos) y origen microbiano (ácido poliláctico (APL) y polihidroxialcanoatos (PHAs))⁽²⁾. A partir del uso de macromoléculas y mediante un proceso de disolución y secado, el resultado es una hoja con la consistencia de un plástico (película) y que puede usarse como un material de empaque con la propiedad de ser biodegradable^(1, 2, 3). Recientemente se han incorporado partículas inorgánicas en las biopelículas, tales como nanosílica, nanoarcilla, tubos de carbono, etc, sin embargo, el problema en la formulación de películas que contienen diferentes nanopartículas es que no hay un control al momento de querer distribuir las nanopartículas homogéneamente, suele utilizarse el ultrasonido para ayudar a la distribución de las nanopartículas pero no se puede lograr el ordenamiento controlado. Debido a lo anterior, en este trabajo se realizaron diferentes pruebas para estudiar el ordenamiento que se podía obtener al someter a las soluciones formadoras de películas a diferentes frecuencias de sonido, basados en un dispositivo basado en las placas de Chladni⁽⁴⁾.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Elaboración de películas.

Se realizó una solución de 3 g de grenetina con 50 ml de etanol y 50 ml de agua destilada, con diferente concentración de glicerol de 1, 2 y 3 ml a una temperatura de 45°C manteniéndose en agitación constante para posteriormente añadir la nanoarcilla. La solución fue vertida en cajas cuadradas de plástico de 21x21cm, posteriormente se colocaron sobre una bocina y se aplicó una determinada frecuencia por 2 minutos, se retiró el molde de la bocina una vez que la película se formara y se secó a 23°C por 24 horas. Para su extracción del molde se utilizó una espátula de metal y se almacenaron en bolsas de polietileno a temperatura ambiente para su posterior análisis.

Medición del espesor de las películas.

Una vez obtenidas las películas híbridas, se midió el espesor de cada una con ayuda de un Micrómetro Digimatic IP65 MITUTOYO, modelo MDC-1" MJ, con un error permisible de ± 0.00005 " y se registraron 10 mediciones aleatorias para cada biopelícula, para verificar que el espesor promedio no supera 1mm de espesor, como lo marca la Norma ASTM D 882-02.

Caracterización por FTIR-ATR

Se caracterizaron las biopelículas en un espectrofotómetro de FTIR marca PerkinElmer Spectrum Two con software Spectrum®, las muestras se analizaron en el modo de transmitancia en el intervalo de 650 a 4000cm⁻¹, con una resolución de 4cm⁻¹ y 16 barridos, utilizando el accesorio de ATR (Reflectancia Total Atenuada).

Determinación de propiedades mecánicas de las películas.

La resistencia a la tensión de las películas híbridas se realizó de acuerdo a la Norma ASTM D882-02 [8] en el equipo BlueHill Lite de INSTRON Modelo 2519-107. Las pruebas mecánicas se llevaron a cabo por medio de ensayos de tensión para determinar el esfuerzo máximo de tensión a la fractura (TF) y porcentaje de elongación.

Para llevar a cabo esta prueba, se cortaron muestras de las biopelículas en rectángulos de 1 x 10 cm, las cuales se mantuvieron durante 48 horas a una humedad relativa de 50±5 en un desecador que contenía una solución salina saturada de NaCl. Se midió el espesor de cada una de las muestras con ayuda del micrómetro digital en 10 diferentes puntos para obtener el promedio de éste.

Determinación de la solubilidad en agua de las películas híbridas.

Para determinar el % de solubilidad en agua de las películas híbridas, se utilizó el procedimiento marcado en la norma ASTM D 570-98 [11], para lo cual se cortaron muestras de 2x2 cm de dimensión. Éstas se colocaron en viales de plástico de 50 mL, posteriormente se adicionaron 30 mL de agua desionizada en cada vial y se dejaron en reposo durante 24 horas a 23 °C. Transcurrido el tiempo, se decantó el agua de los viales y los residuos de las películas híbridas se colocaron en una celda de aluminio. Se retiró el exceso de agua que contenía y se colocaron en una estufa para su secado durante 24 horas a 100 °C.

Microscopía electrónica de barrido (SEM).

Se observó la morfología de las películas en un Microscopio Electrónico de Barrido marca JEOL Modelo JSM-6010A, utilizando 3 kV.

Resultados y Discusión.

Obtención de las películas.

La Figura 1 muestra las películas obtenidas a diferentes concentraciones de frecuencia y de concentración de glicerol siendo la fila A de 3 ml, la fila B de 2 ml y la fila F de 1 ml. Se puede observar que ambas variables afectan el ordenamiento de la nanoarcilla en las películas.

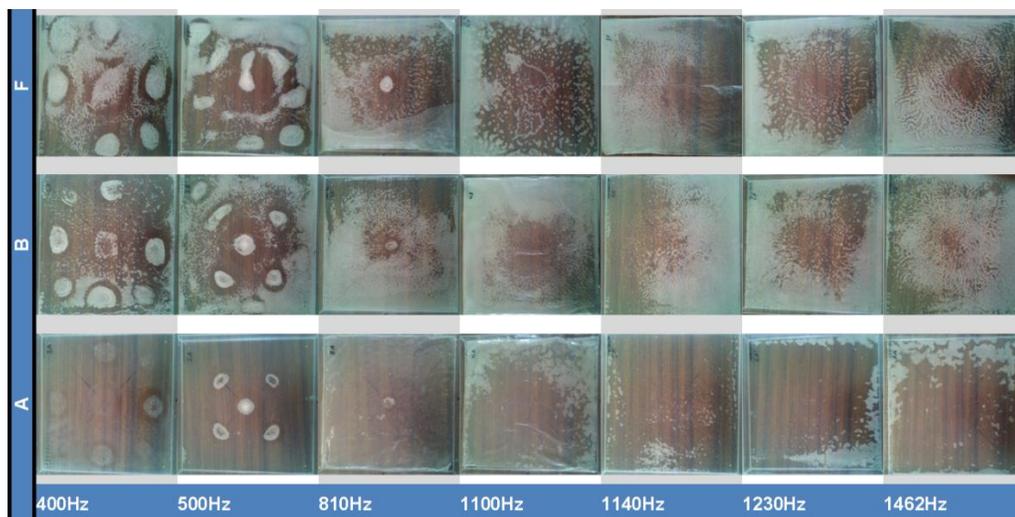


Figura 1.- Biopelículas con 0.5 g de nanoarcilla y concentraciones de 3, 2 y 1 ml de glicerol

Caracterización por FTIR-ATR

En la Figura 2 se muestran los espectros de FTIR de las biopelículas con 0.05 g de nanoarcilla y 3 ml de glicerol a diferentes frecuencias, se puede observar que no hay diferencias entre los espectros, lo cual indica que las interacciones de los componentes son solamente de tipo físico.

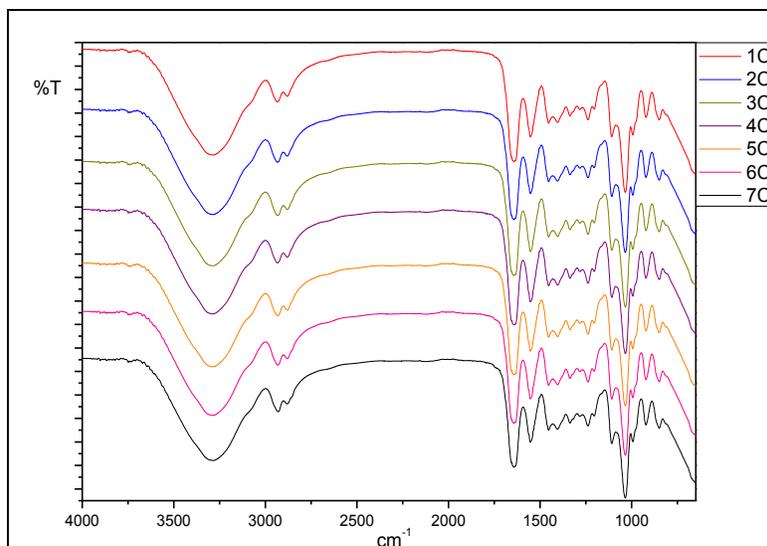


Figura 2.- Espectros FTIR de biopelículas con 0.05 g de nanoarcilla y 3 ml de glicerol

Propiedades mecánicas de las películas.

En la figura 3 se observa que las películas E, con una composición de 0.05 g de nanoarcilla y 1 ml de glicerol, presentaron los mejores valores de esfuerzo a la tensión, dando valores de entre los 9 a los 27 MPa, para todas las frecuencias utilizadas.

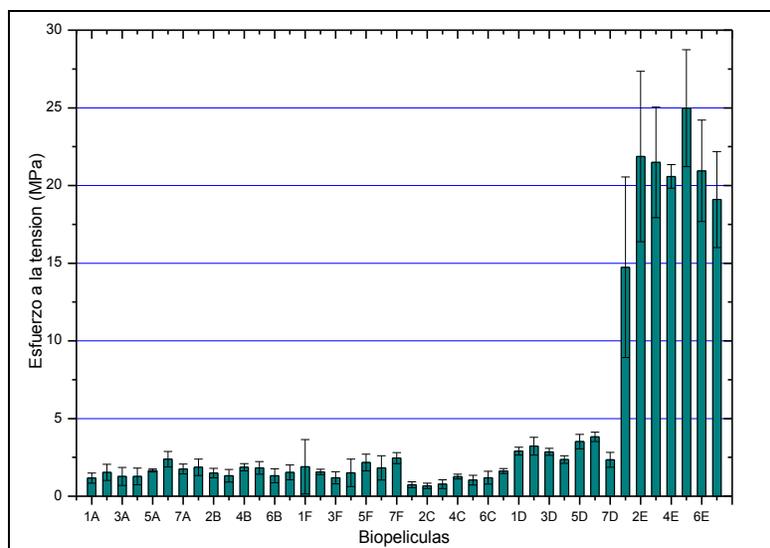


Figura 3.- Esfuerzo a la tensión de las biopelículas

Solubilidad en agua de las películas híbridas.

En la figura 4 se observa que el porcentaje de solubilidad decrece a menor concentración de glicerol y nanoarcilla siendo las biopelículas con 3 ml de glicerol más solubles que las de 1 ml, y las biopelículas con 0.05 g de nanoarcilla son más solubles que las de 0.5 g.

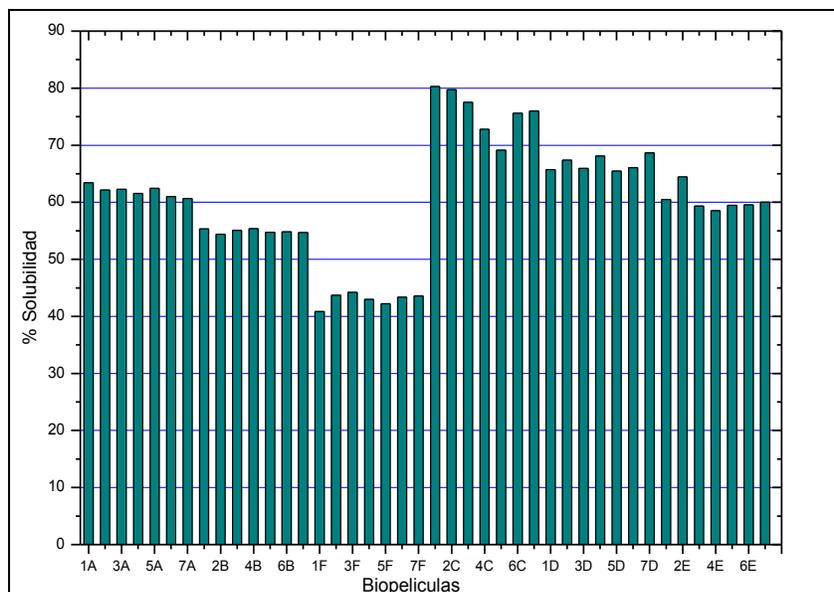


Figura 4.- Porcentaje de solubilidad de las biopelículas

Microscopía electrónica de barrido (SEM).

En la figura 5 se muestran 4 secciones diferentes de la biopelícula las cuales fueron dos secciones de la parte superior y dos de la parte inferior de la biopelícula, observando un aglomeramiento de la nanoarcilla en las partes superiores y una capa fina de la nanoarcilla en la parte inferior de la biopelícula.

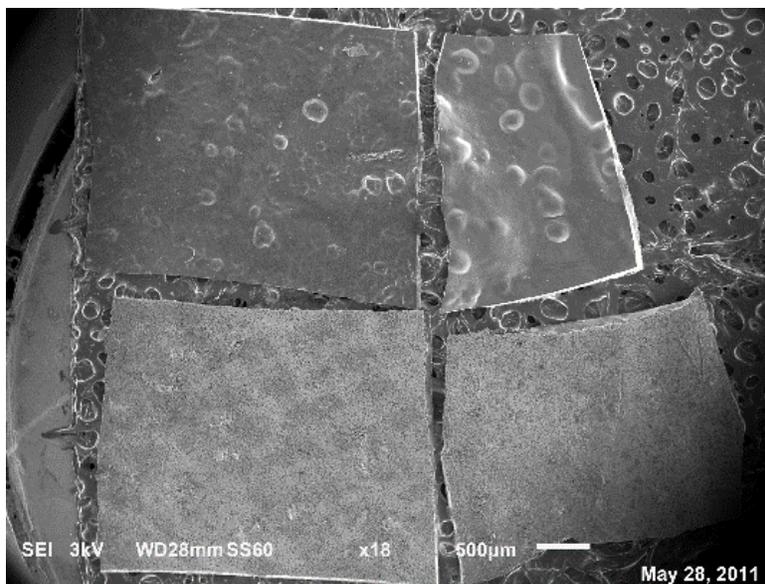


Figura 5.- Biopelícula 3B con 0.5 g de nanoarcilla, 2 ml de glicerol y 810Hz

Conclusiones.

Se obtuvieron películas en las que pueden apreciarse los ordenamientos de la nanoarcilla generado por las frecuencias utilizadas en 400 y 500Hz.

Los espectros infrarrojos del glicerol, la grenetina y la nanoarcilla indican los grupos funcionales presentes en estos, verificando así la presencia de estos compuestos en los espectros de las biopelículas, variando su intensidad en las diferentes mezclas.

Se obtuvieron películas con un porcentaje de solubilidad desde el 40 al 80% a una temperatura de 23°C.

El porcentaje de deformación tuvo una variación desde 10 hasta 151%.

Las películas A, B, C, D y F presentaron un esfuerzo a la tensión por debajo de los 4 MPa, mientras que las películas E estuvieron entre los 9 a los 27 MPa.

Para el módulo de Young las películas A, B, C, D y F presentaron un módulo de Young por debajo del 0.15 MPa, y las películas E estuvieron entre 1.3 a 6.8 MPa.

Referencias.

1. Flores, H.E. y Romero B.C. 2003. Hacia los plásticos biodegradables. *Conversus*. 21: 52-55.
2. Tharanathan, R. 2002. Food derived carbohydrates-structural complexity and functional diversity. *Critical Review Biotechnology*. 22: 65-84.
3. I.B.Q. Sifuentes I. (Diciembre de 2011) “*Elaboración y caracterización de películas conformadas por biomoléculas y nanopartículas*” (Tesis de maestría) Instituto Politécnico Nacional. Yautepec, Mor.
4. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID. (Abril 25, 2016). *Placa de Chladni*. Agosto 17,2016, de UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID Sitio web: https://www.ucm.es/data/cont/docs/76-2013-11-08-10_01_Chladni_plate.pdf

ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE NANOPARTÍCULAS DEL POLÍMERO P3HT PARA SU APLICACIÓN EN LA DEGRADACION DEL COLORANTE AZUL DE METILENO MEDIANTE UN PROCESO FOTOCATALÍTICO

E. González Juárez¹, E. García-Hernández¹, C.D. Arrieta-González¹, R. Salgado-Delgado¹, Z. Vargas-Galarza¹, M. Güizado-Rodríguez², V. Barba-López³ y S. Alcala-Alcala⁴

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos, 62780, México- edgar.gonzalez@uaem.mx, edgar.gh@itzacatepec.edu.mx, cdaglez@gmail.com, renesalgado@hotmail.com, lullyvag@hotmail.com.

²Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp), Universidad Autónoma del Estado de Morelos(UAEM)- marisolguizado@uaem.mx. ³ Centro de Investigaciones Químicas (CIQ) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)- vbarba@uaem.mx. ⁴Facultad de Farmacia (Universidad Autónoma del Estado de Morelos(UAEM))- sergio.alcala@uaem.mx

Área de participación: Polímeros y Biopolímeros

Resumen: En aplicaciones catalíticas los polímeros conductores se emplean normalmente como una matriz de soporte para incorporar nanopartículas metálicas y mejorar los procesos de fotogeneración de cargas y suprimir la recombinación. En nuestro caso, la actividad catalítica de las nanopartículas del polímero P3HT fue eficiente para degradar el colorante azul de metileno en un 70.5 %. La estabilidad de las nanopartículas y los estudios de la degradación del colorante se realizó con base en los espectros de absorción. Las nanopartículas fueron sintetizadas por el método de mini-emulsión y se determinó su tamaño por La técnica de Dispersión Dinámica de la Luz (DLS).

Introducción.

En particular los nanocompuestos poliméricos han atraído el interés debido a sus propiedades fisicoquímicas únicas que no se pueden obtener con los componentes individuales y a su potencial aplicación en remediación ambiental, almacenamiento de energía, nuevos catalizadores y aplicaciones biomédicas, etc [1-3]. En aplicaciones catalíticas los polímeros conductores se emplean normalmente como una matriz de soporte para incorporar nanopartículas metálicas [4-7] y mejorar los procesos fotogeneración cargas, transporte y suprimir la recombinación [8]. La optimización en los procesos de transferencia de carga, permiten realizar estudios para degradar compuestos tóxicos presentes en el agua. La descarga de compuestos coloridos en los cuerpos receptores de agua es indeseable, no sólo por que reducen la transparencia del agua, sino que afectan drásticamente la fotosíntesis de las plantas acuáticas. Sin un adecuado tratamiento estos colorantes pueden persistir en el medio ambiente por un periodo de tiempo muy largo [9]. En particular el azul de metileno es un colorante que se utiliza como indicador colorimétrico y es uno de los más difícil de degradar por métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales [10,11]. La búsqueda de nuevos sistemas de tratamientos para este tipo de contaminantes ha impulsado a investigadores de todo el mundo a explorar nuevas rutas de energías limpias a través de la fotocatalisis.

Jana *et al.* (2015)[8] llevaron a cabo la degradación de azul de metileno vía radicales libres empleando un composito de nanopartículas de Oro y nanopartículas de P3HT. Los resultados mostraron que cuando el sistema híbrido se irradia bajo luz visible, la eficiencia de degradación del azul de Metileno fue del 90.6% debido a la optimización en los procesos en la transferencia del electrón fotoinducido desde las nanopartículas del P3HT a las nanopartículas de Oro. Por otro lado Zhang *et al.* (2015)[12], evaluaron la estabilidad del composito de NPs P3HT/NPs TiO₂ bajo radiación para la degradación de naranja de metilo. El composito fue estable durante 10 h y fue una material eficiente para degradar el colorante.

Bajo estos antecedentes en este trabajo de investigación se realizaron pruebas para evaluar la estabilidad de nanopartículas del polímero P3HT (NP's-P3HT), bajo radiación ultravioleta (UV). Además se realizaron pruebas para la aplicación de las NP's-P3HT y se evaluó como material fotocatalizador para la degradación del colorante azul de metileno mediante la formación de radicales libres.

Sección Experimental.

Síntesis del polímero P3HT

La síntesis del polímero se realizó mediante una polimerización oxidativa con cloruro férrico [13]. La película del P3HT se fabricó mediante la técnica de centrifugación de spin-coating, a 2000 rpm durante un minuto, usando como disolvente cloroformo.

Síntesis de las Nanopartículas

La síntesis de la nanopartículas se realizó mediante la técnica de mini-emulsión propuesta por sathapathi (2010) [14], utilizando el surfactante SDS (Dodecil Sulfato de Sodio). Se prepararon tres suspensiones con diferente porcentaje en peso volumen de polímero: 0.2 %, 0.05 % y 0.025 %. El tamaño se determinó en un equipo Zetasizer nano series Z-590, marca Malvern.

Pruebas de la degradación del colorante azul de metileno

Para las pruebas de degradación del azul de metileno se utilizó una lámpara ultravioleta (UV) modelo UV GT6T5 6W de la marca Philips. Los espectros de absorción se realizaron en un espectrofotómetro Genesys 10S. Los porcentajes de degradación se calcularon mediante la ecuación 1 y se empleó la ecuación 2 para determinar la constante de velocidad de cada una de las variables.

$$\% \text{ Degradación} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

$$\ln\left(\frac{C_0}{C}\right) = kt \quad (2)$$

Donde C₀= Concentración inicial
C₁= Concentración final

Resultados y Discusión.

Degradación de la película del polímero P3HT bajo radiación UV.

La figura 1 muestra el espectro de absorción del P3HT durante la exposición a la radiación ultravioleta (UV). El espectro del polímero inicialmente absorbe a una

longitud de onda máxima de 498 nm debido a un mejor acomodo de las moléculas en estado sólido que en solución ($\lambda_{\max}=440$ nm). Durante la radiación se observa una disminución continua en la intensidad del espectro acompañado de un corrimiento hacia el azul a una $\lambda_{\max}=422$ nm. Este comportamiento es atribuido al rompimiento del sistema π -conjugado del polímero por efecto de la radiación UV, provocando el fotoblanqueado de la película [15,16]. La película del polímero P3HT fue estable a la radiación UV solo por 24 h. En este trabajo se propuso la síntesis de nanopartículas del P3HT (NP's-P3HT) con el propósito de extender el tiempo de vida media del polímero cuando es sometido a la radiación UV.

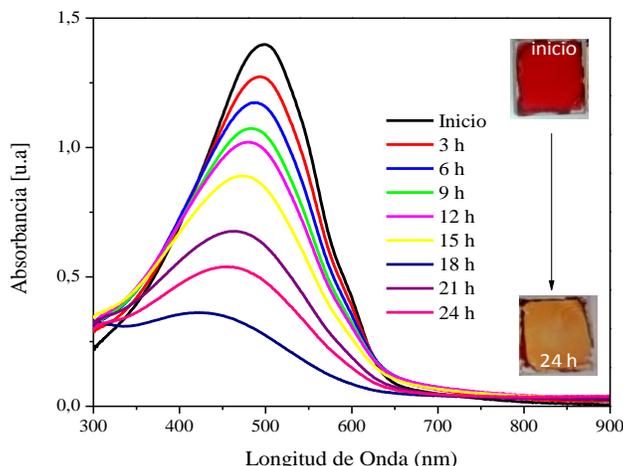
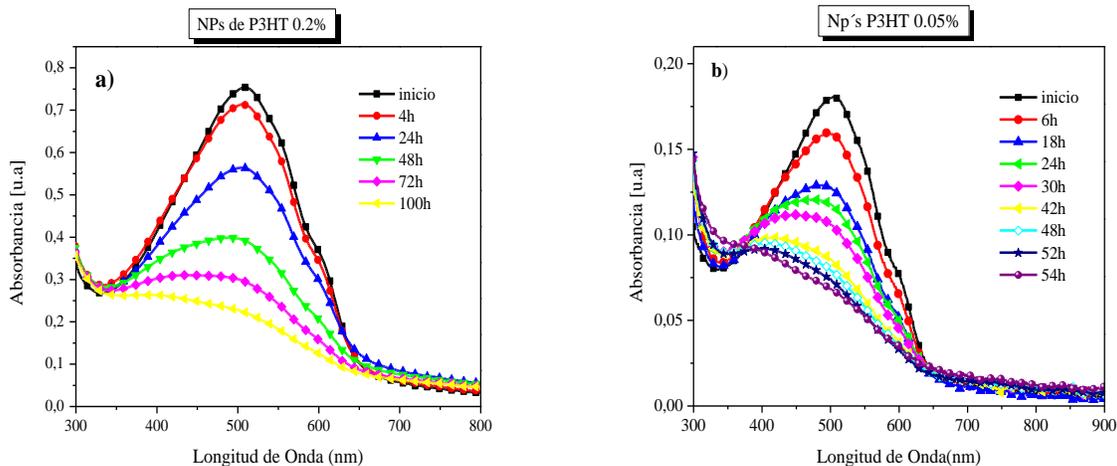


Figura 1.- Degradación de la película del polímero P3HT bajo radiación UV.

Estabilidad de las nanopartículas bajo radiación UV.

Las nanopartículas se guardaron bajo refrigeración y fueron estables durante un periodo aproximado de 4 meses. Sin embargo cuando se sometieron a la radiación UV presentaron diferentes tiempos de estabilidad (Figura 2). Las nanopartículas que presentaron mayor estabilidad fueron las que se sintetizaron con un porcentaje de polímero más alto, es decir 0.2 % p/v. Las menos estables fueron las de menor porcentaje 0.025 % p/v.



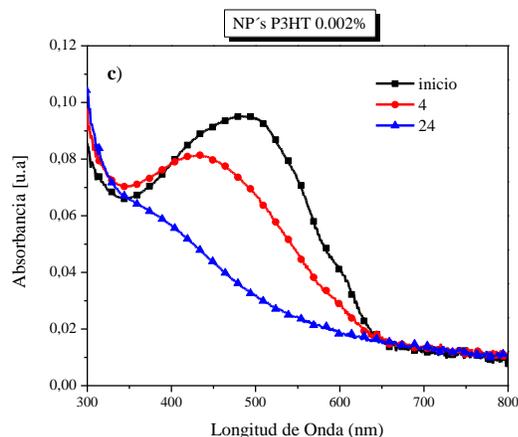


Figura 2.- Espectros de absorción de las nanopartículas a) 0.2 %, b) 0.5 %, c) 0.025 %

Se determinó el porcentaje de degradación utilizando la ecuación 1 y para calcular la constante de velocidad de degradación (k) se utilizó la ecuación 2. La tabla 1 resume los porcentajes y tiempos de degradación.

Tabla 1.- Porcentajes de degradación y constante de velocidad

NP's- P3HT % (p/v)	Tiempo (h)	Degradación (%)	Constante de degradación (k , h^{-1})
0.2	120	65	0.383×10^{-4}
0.05	52	100	3.84×10^{-4}
0.025	24	100	9.16×10^{-4}
P3HT película	24	80	13.0×10^{-4}

Determinación del tamaño de Nanopartículas.

En la búsqueda de una explicación de la estabilidad de las nanopartículas se formuló la hipótesis que probablemente el tamaño de las nanopartículas podría estar relacionado con la estabilidad de cada una de las suspensiones. La tabla 2 resume el tamaño promedio de cada una de ellas.

Tabla 2.- Tamaño promedio de las NP's-P3HT.

Porcentaje en peso, % (p/v)	Tamaño (nm)
0.2	167
0.05	136
0.025	142

Inicialmente se esperaría que las nanopartículas de la suspensión al 0.025 % presentaran una distribución de tamaños más pequeña, sin embargo estas no fueron estables desde un principio lo que provocó una rápida aglomeración en el sistema. Por otro lado, las suspensiones al 0.2 % y 0.05 %, se observa que las que presentaron mayor estabilidad son las nanopartículas que tienen un mayor

tamaño, es decir a 167 nm. Es posible que la interacción entre las nanopartículas adyacentes sea más fuerte y que el surfactante desempeñe un papel importante y actúe como escudo o filtro de la radiación UV, teniendo como consecuencia la estabilización de la estructura y las propiedades ópticas de las nanopartículas. Este razonamiento se fundamenta con el trabajo realizado por De Antoni *et al.* (2016) [17]. En este trabajo mezclaron nanopartículas de Oro con P3HT en diferentes porcentajes y encontraron que el efecto de acoplamiento en la superficie de plasmón con las nanopartículas de Oro adyacentes se comporta como un filtro de radiación UV, mejorando la estabilidad del P3HT (Figura 3).

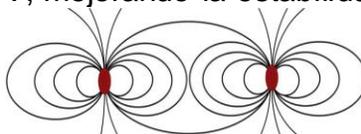


Figura 3.- Esquema representativo de acoplamiento de plasmón entre nanopartículas.

Aplicación de las Nanopartículas como material catalítico

Una vez que se logró extender el tiempo de vida del P3HT vía síntesis de nanopartículas, el trabajo de investigación se enfocó en la aplicación como material catalítico para degradar el colorante azul de metileno. Inicialmente se estudió la estabilidad del azul de metileno bajo radiación UV. En la figura 4 se observa que es muy estable hasta las 341h de exposición. El azul de metileno presenta dos bandas de absorción una 612 nm y 664 nm. Para el estudio de la degradación catalítica se tomó el pico correspondiente a 664 nm, este pico ha sido ampliamente estudiado [18].

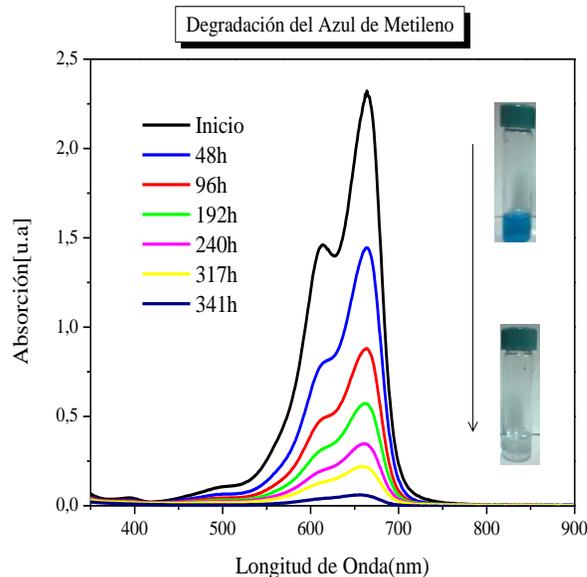


Figura 4.- Espectro de absorción del azul de metileno bajo radiación UV.

Para evaluar la actividad fotocatalítica de las NP's-P3HT, se usó la solución de NP's-P3HT 0.2 % p/v debido a que presentó mayor estabilidad. Se mezcló 1 ml de NP's-P3HT con 50 μ L de azul de metileno 0.02 mM. La mezcla se dejó 2 horas

en agitación en obscuridad para evaluar su estabilidad. Después de este tiempo, no se observó cambio en el espectro de absorción por lo tanto cualquier cambio en las propiedades ópticas será por efecto de la radiación UV. La figura 5 muestra el espectro de absorción de la mezcla NP's -P3HT y azul de metileno.

La mezcla se colocó bajo radiación y se tomaron los espectros de absorción en intervalos de aproximadamente cada 12 h. En el espectro de absorción se observan las bandas correspondientes a las nanopartículas (512 nm) y la banda de interés del azul de metileno a (662 nm). En este estudio la degradación del azul de metileno se observó en un tiempo aproximado de 190 h con una porcentaje de degradación de 70.5 %. Este porcentaje es más alto con respecto al reportado por Jana *et al.* (2015)[8] del 55 %. Es importante mencionar que el estudio se extendió a un tiempo mayor (321h), sin embargo se tomó un punto de equilibrio que permitiera establecer la presencia de las NP's-P3HT estables para la degradación del azul de metileno.

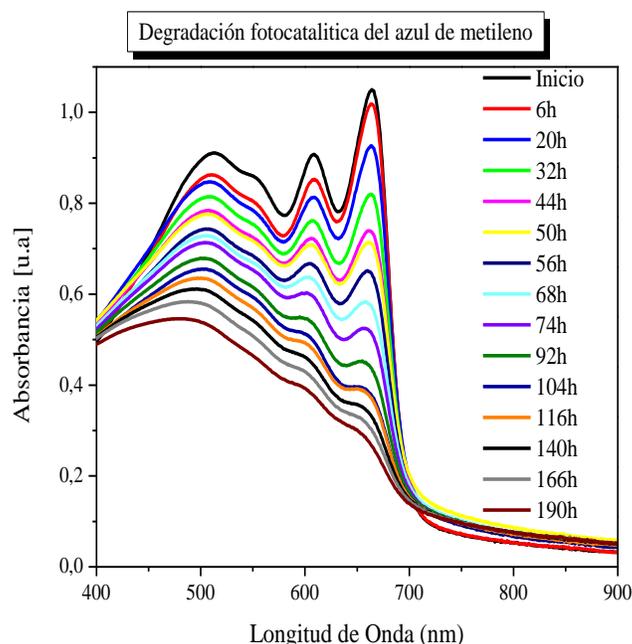


Figura 5.- Espectro de la degradación del azul de metileno bajo radiación UV.

Por otro lado el mecanismo que se propone para la degradación del azul de metileno es a través de la formación de radicales libres [11]. Inicialmente la radiación UV es lo suficiente energética para promover el electrón de la banda de valencia (HOMO) a la banda de conducción (HUMO) de las NP's-P3HT, para generar el par electrón-hueco (excitón). El electrón (e^-) se estabiliza con el oxígeno disuelto en el agua para formar el radical peróxido ($\cdot O^-$), mientras que el hueco (h^+) se estabiliza con el agua para formar el radical $\cdot OH$ (figura 6). Estos radicales libres degradan el azul de metileno, formando compuestos de menor peso molecular y con menor grado de toxicidad.

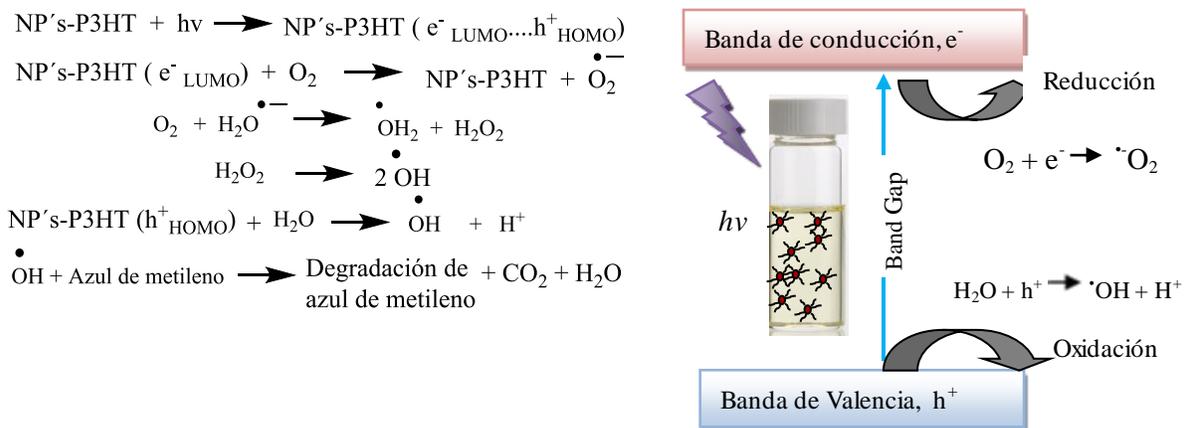


Figura 6.- Mecanismo de reacción propuesto para la degradación del azul de metileno.

Conclusiones.

La película del polímero P3HT fue estable hasta 24 h de exposición a la radiación UV. Se observó una disminución en la intensidad del espectro y un corrimiento hacia el azul, debido a la pérdida de la conjugación en la cadena principal del polímero.

Se determinó el tamaño de las nanopartículas mediante la técnica de Dispersión de luz dinámica y se observó que el tamaño de las nanopartículas no influye en la estabilidad cuando se sometidas a la radiación UV. Las nanopartículas que presentaron mayor estabilidad fueron las que sintetizaron con un porcentaje en peso del polímero del 0.2 % p/v.

Las NP's-P3HT fueron un excelente material fotocatalítico para degradar el colorante azul de metileno. No fue necesario utilizar nanopartículas de otro material, por lo que el método es más sencillo y económico,

Las NP's-P3HT lograron degradar el azul de metileno más del 70 % mediante la formación de radicales libre por efecto de la radiación ultravioleta.

Agradecimientos.

Fue posible realizar este trabajo de investigación gracias a la beca otorgada por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP), en la sección de apoyos posdoctorales en cuerpos consolidados y en consolidación.

Referencias.

1. C. Yang; H. Wei; L. Guan; J. Guo; Y. Wang; X. Yan; X. Zhang; S. Wei; Z. Guo. *J. Mater. Chem. A*, 2015, 3, 14929–14941.
2. S. Ghosh; A. Hussein Khan; S. Acharya; *J. Phys. Chem. C*. 2012, 116, 6022–6033.

3. S. Ghosh; D. Ghosh; P. Kumar Bag; S. C. Bhattacharya; A. Saha. *Nanoscale*, 2011, 3, 1139–1148.
4. R. J. Tseng; J. Huang; J. Ouyang; R. B. Kaner; Y. Yang; *Nano Lett.*, 2005, 5, 1077–1080.
5. L. Yang; Z. Zhang; G. Nie; C. Wang; X. Lu. *J. Mater. Chem. A*, 2015, 3, 83–86.
6. Y. Liu; N. Lu; S. Poyraz; X. Wang; Y. Yu; J. Scott; J. Smith; M. J. Kim; X. Zhang. *Nanoscale*, 2013, 5, 3872–3879.
7. J.H. Choi; K. W. Park; H.K. Lee; Y. M. Kim; J.S. Lee; Y.E. Sung. *Electrochim. Acta*, 2003, 48, 2781–2789.
8. B. Jana; B. Bhattacharyya; A. Patra, Amit, *Phys. Chem. Chem. Phys*, 2015, 17, 15392-15399.
9. O.J. Hao; H. Kim; P.C. Chang. *Crit. Rev. Env. Sci. Technol.* 2000 30, 449–505.
10. A. Mills, D. Hazafy. *Sens. Act. B* 2009, 136, 344-349.
11. K. Lawrie; A. Mills; D. Hazafy. *Sens. Act. B*. 2013, 176, 1154-1159.
12. J. Zhang; S. Cao; S. Xu; H. Yang; L. Yang; Y. Song; L. Jiang; Y. Dan. *Applied Surface Science*, 2015, 349, 650-656.
13. R.D. McCullough, *Adv. Mater.*, 1998, 10, 93.
14. S. Satapathi; H. S. Gilla; L. Li; L. Samuelson; J. Kumara; R. Mosurkal. *Applied Surface Science*, 2014
15. M. Manceau; A. Rivaton; J.L. Gardette; S. Guillerez; N. Lemaitre. *Polym. Degrad. Stab.* 2009, 94, 898–907.
16. N. Sai; K. Leung; J. Zadord; G. Henkelmana; *Phys.Chem.Chem.Phys.*, 2014, 16, 8092.
17. L.O De Antoni; L. F. Loguercio; M.R.F. Rodriguez; J.A. Fernandes; J. Ferreira; M.J. L. Santos. *Polym. Degrad. and Stab.* 2016, 123, 62-68.
18. J.S Lee; K. H. You; C.B. Park. *Adv. Mater.* 2012, 24, 1084-1088.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN CON REALIDAD VIRTUAL PARA PROMOVER LA OFERTA EDUCATIVA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA

L. Cuevas-Bracamontes¹, S. Valle-Bahena¹, S. R. Zagal-Barrera¹, E. Mena-Salgado¹, Y. Galán-Casiano²

¹Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala-
lydia.cuevas@itiguala.edu.mx, silvia.valle@itiguala.edu.mx, sergio.zagal@itiguala.edu.mx,
Carretera Nacional Iguala-Taxco esq. Periférico Norte Colonia Adolfo López Mateos, Infonavit,
Iguala, Guerrero. ²Coderyx, yaris3t@gmail.com, Montecito 38 Colonia Nápoles, Delegación Benito
Juárez, Ciudad de México.

Área de participación: *Desarrollo Web y Móvil*

Resumen: El Instituto Tecnológico de Iguala, es una Institución de Educación Superior que da a conocer la oferta educativa que ofrece, visitando las escuelas de bachillerato que se encuentran en los municipios de la zona norte del Estado de Guerrero. La visita consiste en dar pláticas a grupos de alumnos y participando en ferias vocacionales. Este tipo de promoción no impacta en comparación a otras instituciones de nivel superior. Es por ello que se desea realizar la promoción de una forma más atractiva, desarrollando una aplicación con realidad virtual, donde el alumno de bachillerato o cualquier otra persona, pueda vivir la experiencia de realizar un recorrido virtual por las instalaciones del Tecnológico de Iguala, sin necesidad de trasladarse físicamente a éstas, para conocer las áreas que lo conforman. De esta forma podrá conocer virtualmente sus laboratorios, aulas y departamentos, y al mismo tiempo brindarles información sobre las diferentes carreras que se ofrecen. Esta aplicación permitirá la difusión del instituto, no solo en periodos de promoción, sino que ésta sería permanente y podría ser accesada por cualquier persona que estuviera interesada en conocer el Tecnológico de Iguala en cualquier momento y desde cualquier lugar que se tenga una conexión a internet.

Introducción.

Actualmente, las aplicaciones de RV consisten en la inmersión del usuario en un ambiente generado por computadora, dando lugar a una idea natural para mejorar la impresión de vivir en una realidad simulada¹.

El departamento de Desarrollo Académico del Instituto Tecnológico de Iguala se rige por los lineamientos enmarcados existentes en el manual de organización del Tecnológico Nacional de México, tratando de dar cumplimiento a cada una de las funciones correspondientes, y a los procesos que deben realizar las oficinas anexas a este departamento, estos tienen cierto grado de libertad para elegir el método de cómo llevarlos a cabo. En el planteamiento de este proyecto, se hace la referencia a un proceso que realiza la Oficina de Orientación educativa: “*Elaborar y aplicar programas de orientación educativa para aspirantes y alumnos del Instituto Tecnológico*”, consistiendo en visitar a las Instituciones de nivel medio superior para difundir y promover las carreras que se imparten en la Institución, realizando esta actividad por medio de visitas a las Escuelas en las cuales se imparten pláticas y al mismo tiempo se les proporcionan trípticos con información de los perfiles de las carreras, además de que esta información se encuentra publicada en la página oficial del Tecnológico de Iguala, también se realizan spots

de radio y ocasionalmente se publica en los periódicos locales, siendo estas las formas más usuales de promoción, las cuales no permiten a los aspirantes conocer de forma real, las instalaciones e infraestructura con la que se cuenta.

Por lo que se desarrolló una aplicación de realidad virtual que permite a los aspirantes no solo obtener información de las carreras que se ofrecen, sino también que conozcan las instalaciones e infraestructuras que se tienen realizando un recorrido virtual de las mismas, proporcionándoles una mejor idea de cómo es la Institución, con la implementación de esta aplicación se apoyará de una forma más interactiva y amigable la promoción de la institución, a través del uso de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación como lo es el uso de la Realidad Virtual.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

La Realidad Virtual (RV) es un término compuesto por dos conceptos que se pueden considerar opuestos “*realidad*” y “*virtual*”. Con estos términos se suele referir a conceptos relacionados con ambientes no reales, creados de manera virtual, los científicos suelen utilizar otro tipo de definiciones para referirse a lo mismo como; ciberespacio, la realidad artificial, ambientes sintéticos, etc.

Definiciones de RV existen muchas, tratando en general aspectos como la simulación interactiva y dinámica en tiempo real a través de computadoras, la inmersión en la tridimensionalidad, ambientes artificiales y mundos virtuales. En todo esto, los participantes pueden percibir una serie de sensaciones a través de los estímulos de sus órganos sensoriales, a través de los sentidos: la vista, el oído o el tacto, de acuerdo a lo que comentan los autores Gallego y Folgado⁴.

En un sistema virtual deben darse tres características: la simulación, que muestra aspectos casi reales de un objeto; la interacción, que permite controlar un sistema; y la percepción, que interactúa con los sentidos. Algunos científicos hablan de las “3i”: Interacción, Inmersión e Imaginación.

Para sumergirse en la RV es necesario utilizar una serie de dispositivos que faciliten al usuario la interacción (dispositivos de entrada), la simulación y la percepción (dispositivo de salida). Y naturalmente, con la creciente evolución de la RV, también están evolucionando este tipo de dispositivos.

Los elementos de entrada suelen ser los menos numerosos, pero no por ello los menos importantes. Entre ellos se pueden encontrar elementos de interacción como joysticks o trackballs, y complejos como los guantes y los trajes de datos, además de rastreadores que permiten detectar la posición y el movimiento de usuario que interactúa con el sistema.

Tanto los guantes como los trajes de datos permiten capturar el movimiento que realiza un usuario con la mano, o el cuerpo. Disponen de fibras ópticas flexibles que recorren las articulaciones de la mano o del cuerpo, y de numerosos sensores además que transmiten los movimientos al equipo para su tratamiento posterior, o incluso en tiempo real. De esta forma se pueden tomar objetos de la pantalla, realizar operaciones médicas a pequeña escala, telemanipular robots, generar animaciones, etc.

Esta ropa cibernética nos permite crear realidades al otro lado de la pantalla, vistiendo directamente esta interfaz: guantes cibernéticos, traje cibernético, casco cibernético, etc. Todos los movimientos que se realizan crean imágenes en la pantalla; caminar, hablar, bailar, flotar, etc.

Además, estos dispositivos de entrada también pueden ser dispositivos de salida, permitiendo tener sensaciones: frío, calor, caricias, golpes, etc.

La realidad virtual permite dar rienda suelta a nuestro cerebro, pudiendo transportarnos donde queramos sin movernos de casa, y percibiendo sensaciones que jamás creíamos ser capaces de percibir.

Muchos autores como Peñasco, Guzmán, Agudo⁶ coinciden en conceptos de RV como el entorno real generada por ordenador en la que, a través de una interfaz hombre-máquina, se va a permitir al usuario interactuar con ciertos elementos dentro del escenario simulado⁶.

Resultados y Discusión.

El modelado del diseño de la aplicación se realizó en Sketchup, programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D) basado en caras, para entornos de arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. Se utilizaron las respectivas medidas, mediante un plano y con ayuda de google maps (Figura 1).



Figura 1.- Diseño de la entrada principal del Instituto Tecnológico de Iguala

Se diseñó cada trazado en 3D para después exportarlo en un archivo .obj, utilizando UNITY, desde este software se manipuló y se programó para distintas vistas.

El diseño que se realizó de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Iguala tiene las medidas a escala. En la figura 2 se muestra el croquis general.

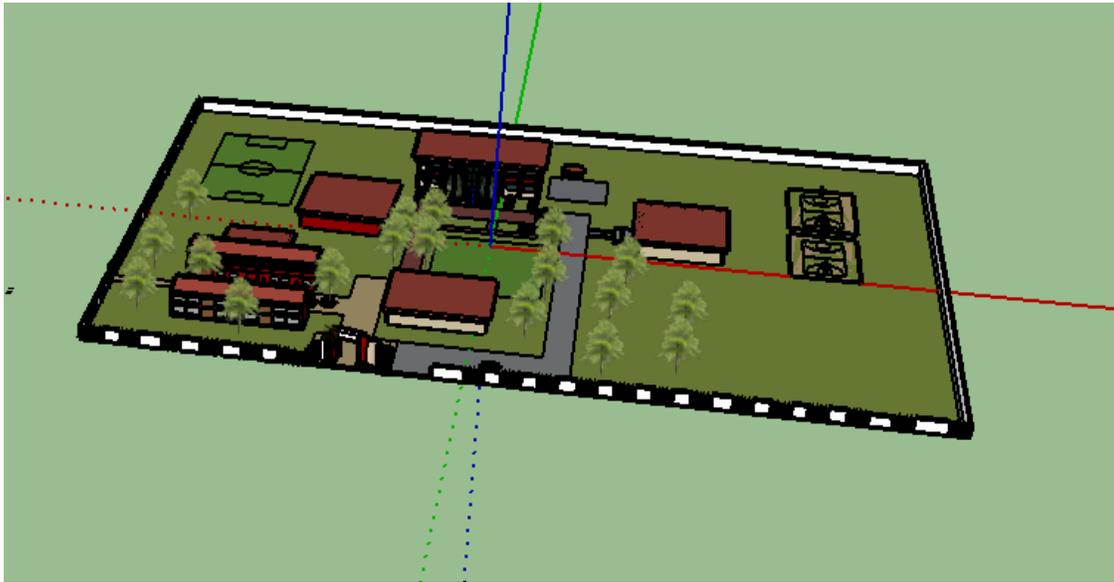


Figura 2. Diseño general de las instalaciones

El recorrido virtual inicia como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Inicio del recorrido virtual.



Figura 4. Pasillo principal de las instalaciones.

Cabe hacer mención que el sistema cuenta con la alternativa de realizar el recorrido de manera manual (Figura 5).



Figura 5. Continuación del pasillo principal

Al importar el diseño al sistema de realidad de virtual podremos visualizar el maquetado mediante tres formas, como se observa en la figura 6: Mediante unas Cardboards, realizar el recorrido virtual manualmente y mediante un video donde se realizará el recorrido automáticamente.

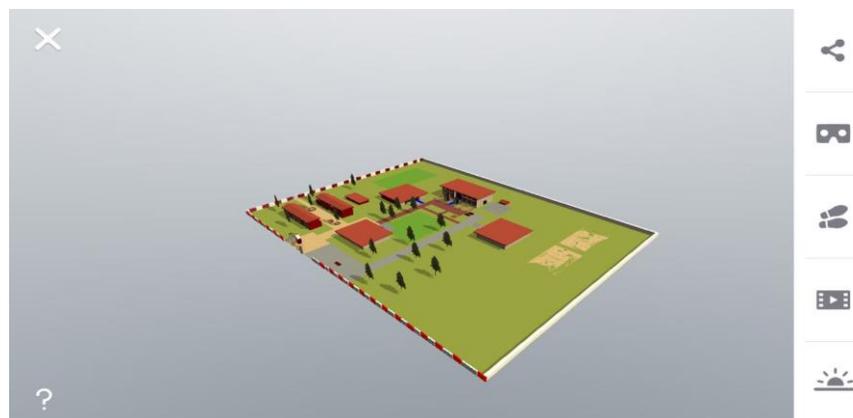


Figura 6.- Se muestran las opciones a utilizar (Cardboards, recorrido manual y video)

Mediante los Cardboards podremos observar y manipular una película del maquetado virtual. Además que este sistema se puede adaptar a cualquier dispositivo móvil.

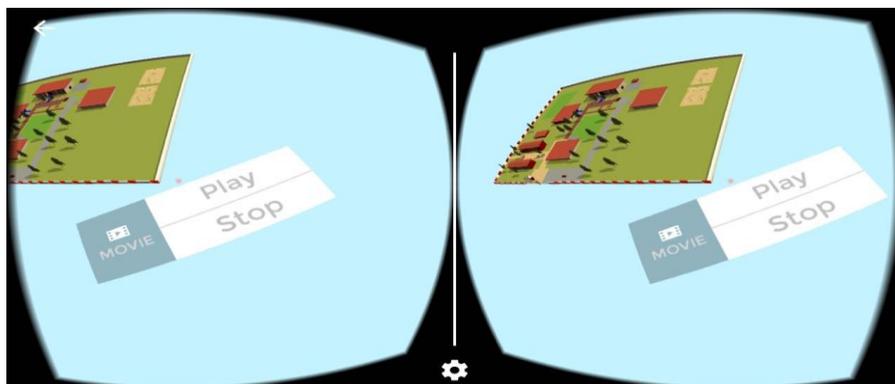


Figura 7.- Ejemplo de la utilización de los Cardboards.

Conclusiones.

El desarrollo de la Aplicación de realidad virtual para promover la oferta educativa se encuentra en la fase de pruebas, haciendo falta el despliegue de información que debe observarse al visitar las oficinas y laboratorios.

De las pruebas que se han realizado ha causado mucha satisfacción, debido a que la aplicación les agrada a los jóvenes, ya que causa admiración y asombro de que pueden conocer de manera virtual las instalaciones de una institución prospecto a inscribirse.

El trabajar con este proyecto y con el apoyo de la tecnología de vanguardia, nos deja un gran entusiasmo para incursionar en otros proyectos que puedan ser de

gran utilidad en otras áreas, como puede ser en la docencia (herramientas para la enseñanza-aprendizaje).

Referencias.

1. L.P. Amaya Leyva; L. Santamaría Granados; J.F. Mendoza Moreno. Ambientes virtuales sobre sitios históricos den Tunja para plataformas Android. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Colombia, 2016.
2. V. Tamayo; E. Leite. Las tecnologías de la información y las comunicaciones como herramientas para la gestión del patrimonio cultural con una visión emprendedora. Holos, 8, 290-303. 2016.
3. L. Rico. La difusión del patrimonio a través de las nuevas tecnologías, DIALNET OAI Articles, 2016.
4. J.C. Gallego; L. Folgado. Periféricos de entrada (Montaje y mantenimiento de equipos. Editex. 2011.
5. R. Pressman. Ingeniería de Software, un enfoque práctico; 5ª. Edición, Ed. Mc Graw Hill, 2003.
6. B. Peñasco; A. De los Reyes; A. Gil-Agudo; A. Bernal. Aplicación de la Realidad Virtual en los aspectos motores de la neuro-rehabilitación. Revista de Neurología. Madrid, España. 2010.
7. F. Moreno; J. Ojeda; E.J. Ramírez; C. Mena; O. Rodríguez. Un Framework para la Rehabilitación Física en miembros superiores con Realidad Virtual. Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas. Caracas, Venezuela, 2013.
8. M. Espinoza; R.M. Baños; A. García-Palacios; C. Botella. La Realidad Virtual en las intervenciones Psicológicas con pacientes Oncológicos. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España, 2013.

CAPA DE SEGURIDAD A TRAVÉS DE WEB SERVICES PARA ACCESO A BASES DE DATOS

L.A Gama-Moreno¹, M. G. Elías-Guzmán¹

¹Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco- lgama@hotmail.com,
mguadalupeeg.sist@hotmail.com, Jalisco. Km. 10 Carretera Tlajomulco – San Miguel Cuyutlán s/n.
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, CP.45640.

Área de participación: *Estrategias docentes para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Básicas.*

Resumen: En este trabajo se presenta el diseño y la implementación de un middleware que actúa como una capa de seguridad entre una Base de Datos (BD) y los servicios basados en Web Services (WS). El WS denominado MABD (Middleware para Acceso a Bases de Datos), es una capa de software entre los datos y las aplicaciones que soliciten acceso a la misma, sin comprometer la seguridad. Las aplicaciones cliente, realizan las peticiones de acceso enviando solamente los códigos relacionados con las consultas a realizar en la base de datos, y una vez autenticados, obtienen como resultado de la consulta un archivo en formato XML. Para que los usuarios puedan tener acceso al servicio, son previamente registrados por el administrador, otorgándoles un certificado cifrado – a través del algoritmo AES (Advanced Encryption Standard). Este certificado es incluido en cada petición que la aplicación requiera como parte de sus credenciales. Asimismo, se presenta un caso de estudio para acceder a los datos del Sistema Integral de Información (SII) de la institución, y las aplicaciones pueden acceder a datos (previamente autorizados por el administrador) sin la necesidad de duplicar la información. Con el uso de MABD, los desarrolladores podrán crear aplicaciones y solicitar datos a cualquier BD, sin importar la plataforma o lenguaje de programación.

Introducción.

La tecnología de Web Services (WS) permite generar un ambiente distribuido en el cual, cualquier número de aplicaciones puedan interactuar entre ellas o entre organizaciones de manera independiente, neutral, y sin importar la plataforma ni el tipo de lenguaje de programación usado [1]. Los WS han transformado la web, ya que se pueden publicar, ubicar e invocar por otras aplicaciones, incluso por otros WS (Composición de WS) [2] y han permitido a los usuarios consumir servicios desde cualquier tipo de proceso sin importar el lenguaje. Por otro lado, la seguridad es hoy en día una característica requisito relevante para cualquier aplicación distribuida y en particular para los WS.

En este trabajo se presenta el diseño de un WS que actúa como middleware (para las aplicaciones cliente-servidor) entre las aplicaciones cliente y la base de datos a acceder. El WS denominado Middleware para Acceso a Bases de Datos (MABD) está desarrollado en la plataforma de Java. Así mismo, se presenta un caso de estudio donde MABD interactúa con en el Sistema de Información Integral (SII) del Instituto Tecnológico de Tlajomulco (ITTJ). El proyecto SII, en un sistema (legado) propietario del TecNM, diseñado para ser usado por los Institutos Tecnológicos que pertenecen al sistema. El proyecto SII está desarrollado para operar a través de internet y de la red local de cada instituto. Soportado por el sistema operativo Linux y la base de datos SyBASE. MABD proporciona acceso (sólo de lectura y sólo a ciertas tablas de datos) a aplicaciones desarrolladas por cada institución sin importar el lenguaje de programación. Para cifrar las credenciales usadas para acceder al WS, se utilizó el algoritmo AES para encriptar y desencriptar.

Existen actualmente diversos esfuerzos para desarrollar aplicaciones que permitan el acceso a recursos como bases de datos, de manera transparente y segura. En [3] se presenta una visión general del middleware de WS, el cual proporciona soporte para el desarrollo de aplicaciones distribuidas basadas en WS. En [4] se describe el diseño de un middleware para realizar consultas mediante WS, el cual consta de dos módulos, el de consultas para los diseñadores de sistemas y otro para los usuarios finales, reduciendo la duplicación de código y mejorando la eficiencia del desarrollo. En [5] se presenta la integración e intercambio de datos basándose en WS y XML para la eliminación de información aislada, argumentando la importancia de la integración de datos empresariales.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta el estado del arte y/o fundamento teórico. En la sección 3 se describen los resultados y discusión. Y finalmente, en la sección 4 se presentan las conclusiones.

Fundamento Teórico.

-Definición de Web Services

Un WS es una pieza de software que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones que pueden estar desarrolladas en diferentes lenguajes de programación y que pueden ser ejecutadas sobre cualquier plataforma, todo esto sobre internet.

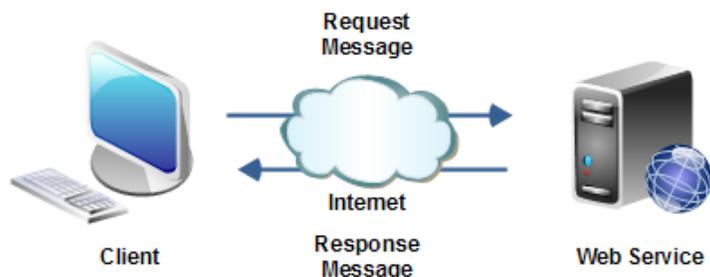


Figura 2.- Intercambio de datos entre aplicaciones de diferentes lenguajes.

La interoperabilidad se consigue mediante la adopción de estándares abiertos; organizaciones como la W3C (World Wide Web Consortium) son los comités responsables de la arquitectura y estandarización de los WS, además para mejorar dicha interoperabilidad entre las distintas implementaciones de WS se ha creado el organismo WS-I (Web Services Interoperability), el cuál es el encargado de desarrollar diversos perfiles para definir de manera más exhaustiva dichos estándares.

La W3C define un WS como un sistema de software diseñado para soportar la comunicación entre dos aplicaciones software que interactúan sobre una red, para ello se describe una interfaz (Interface) en un formato entendible por ambos llamado el Descriptor de Lenguaje de Servicios Web (WSDL – Web Service Description Language) [6].

-Seguridad

Con el desarrollo de Internet, la tecnología de los WS se ha convertido en la dirección de desarrollo del comercio electrónico, gobierno electrónico y otros campos, mientras que la forma de diseñar una arquitectura integrada para mejorar la seguridad de los WS sigue siendo un problema difícil de resolver.

Los WS de Seguridad (WS-Security) engloban diversos requerimientos de seguridad tales como: la integridad, un mensaje debe permanecer inalterado durante la transmisión; confidencialidad, el contenido de un mensaje no se puede ver mientras están en tránsito, excepto por el personal autorizado de servicios; y disponibilidad, un mensaje se entrega inmediatamente a su destinatario, asegurando así que los usuarios legítimos reciben los servicios de los que tienen derecho [7]. Por otra parte, cada WS debe proteger a sus propios recursos contra el acceso no autorizado. Esto a su vez requiere de medios adecuados para: identificación, por lo que el destinatario de un mensaje tiene que verificar la identidad reclamada del remitente; autorización, por lo que el destinatario de un mensaje tiene que aplicar políticas de control de acceso para determinar si el remitente tiene derecho a utilizar los recursos necesarios.

Los WS permiten desde una fácil accesibilidad hacia los datos y conexiones dinámicas, hasta las intervenciones humanas relativamente menores, garantizando la confidencialidad e integridad de los datos que se transmiten a través de los protocolos de los WS. Si un solo WS no cumple con las exigencias de servicios por los consumidores, es necesario aplicar la composición de WS, esto es: componer varios WS que en conjunto satisfacen las necesidades de los usuarios. Se producen ataques de seguridad en los mensajes SOAP que se comunican entre WS mientras se accede a un servicio o durante la composición del servicio, en la computación orientada a servicios (SOC), los desarrolladores pueden utilizar los servicios como elementos fundamentales en sus procesos de desarrollo de aplicaciones [8]. En [9] se presentan soluciones a los problemas de modelado, composición, ejecución y verificación de WS. Para la composición de WS se basan en la inferencia orientada a objetivos de planificación. La mayor parte de los WS-Security existentes han proporcionado soluciones para asegurar la autenticación del cliente, confidencialidad e integridad de la información en la capa de red y no en la capa de aplicación. Los WS-Security basados en XML también proporcionan una capa de mensajes de seguridad en la capa de red y no en la capa de aplicación [10].

Los estándares de XML y los WS son ampliamente utilizados en sistemas distribuidos actuales. La seguridad de la comunicación basada en XML y los WS es de gran importancia para el conjunto de seguridad de estos sistemas. Por otra parte, con el fin de facilitar la interoperabilidad, los mecanismos de seguridad deben basarse preferentemente en estándares establecidos como XML Encryption, WS-Security, WS-Security Policy [11].

La especificación WS-Security, describe la forma de asegurar los WS en el nivel de los mensajes, en lugar del nivel del protocolo de transferencia o en el de la conexión. Para ello, tiene como objetivo principal describir la forma de firmar y de encriptar mensajes de tipo SOAP. Las soluciones en el nivel de transporte actuales, como SSL (Secure Sockets Layer)/TLS (Transport Layer Security), proporcionan un sólido cifrado y autenticación de datos punto a punto, aunque

presentan limitaciones cuando un servicio intermedio debe procesar o examinar un mensaje.

WS-Security se basa en estándares y certificaciones digitales para dotar a los mensajes SOAP de los criterios de seguridad necesarios. Se definen cabeceras y usa XML signature para el manejo de firmas en el mensaje, las firmas digitales proporcionan de extremo a extremo garantías de integridad del mensaje e información de autenticación al emisor del mensaje. La encriptación de la información la realiza mediante XML Encryption, haciendo uso del intercambio de credenciales de los clientes.

-Seguridad con Axis2

La seguridad es un requisito principal de muchos de los tipos de servicios empresariales. Los WS basados en SOAP pueden ser ampliamente soportados por WS-Security y los estándares relacionados para sus necesidades de seguridad, permitiendo que la seguridad sea configurada para cada servicio. Apache Axis2 soporta estos estándares de seguridad por medio del módulo Rampart.

Rampart es el módulo de seguridad Axis2, el cual soporta WS-Security, WS-SecurityPolicy, WS-SecureConversation y WS-Trust. Como Rampart es implementado como un módulo (en realidad un par de módulos – Rampart.mar y Rahas.mar), este se acopla en la infraestructura de procesamiento Axis2 y hace su trabajo al interceptar mensajes en puntos particulares del procesamiento entrante y saliente verificando o haciendo cambios en los mensajes según sea apropiado [12].

-Seguridad con AES

La encriptación es el proceso de cambiar datos de forma que solo puedan ser leídos por el receptor al que va destinado. Para descifrar el mensaje, el destinatario debe tener la clave de desencriptación adecuada (contraseña). En los sistemas de encriptación, el remitente y el destinatario usan la misma clave para encriptar y desencriptar los datos. El algoritmo AES o algoritmo Rijndael proporciona una encriptación segura. En Junio de 2003 el gobierno de EUA (NSA) anunció que AES es lo suficientemente seguro para proteger la información clasificada hasta el nivel TOP SECRET, se define como información que pudiera causar daños graves a la seguridad nacional en caso de ser divulgada al público [13].

Resultados y Discusión.

-Diseñar el WS MABD en la plataforma Java 2 EE con Netbeans IDE 8.0.2.

Para el desarrollo del WS en Netbeans IDE 8.0.2 se requiere la descarga de las siguientes librerías: MySQL JDBC Driver para crear la conexión del WS con la BD-Local en MySQL, el Driver JDBC tipo 2 que se utiliza para crear la conexión entre la plataforma Java y el Gestor de Base de Datos de SyBASE donde se encuentra el sistema y una tercer librería para generar la encriptación de contraseñas.

-Publicación del WS en GlassFish 4.1

Para la publicación de un WS se utilizó el servidor Web GlashFish 4.1, para ello primero fue necesario instalarlo como un servicio de Windows y después publicar el WS en éste servidor Web. Finalmente, aparece el WSDL para que el cliente lo pueda consumir (para lograr consumir un WS, sólo se requiere del link y que el WS se encuentre publicado) como se observa en la Figura 2.

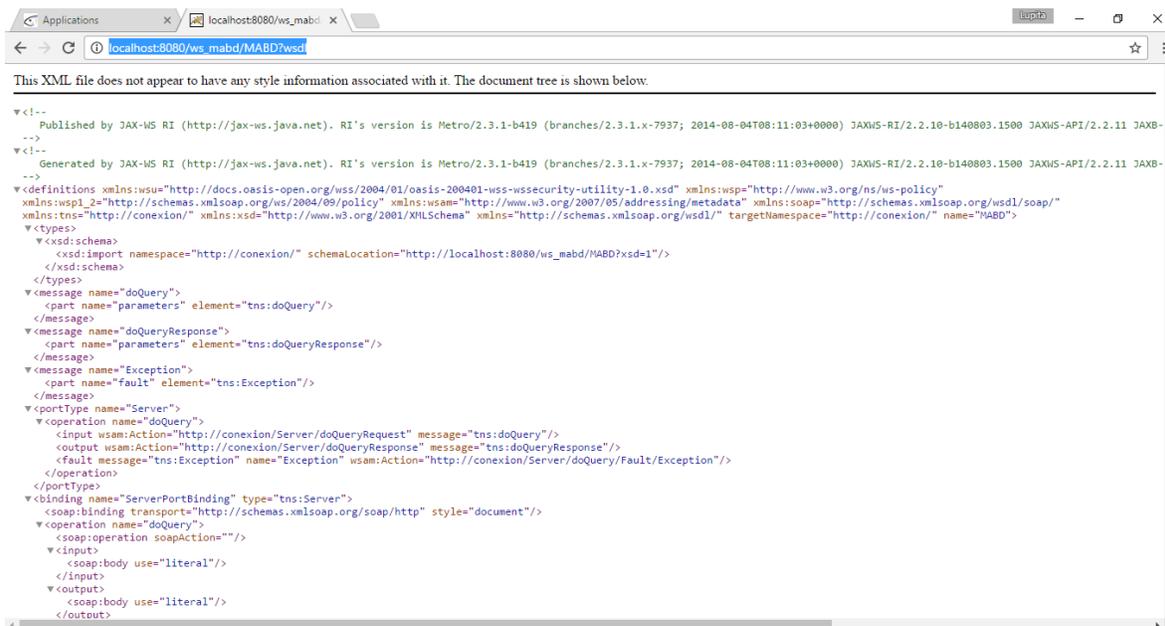


Figura 2.- WSDL del WS publicado en el servidor Web GlassFish.

-Escenario de pruebas

Las pruebas del WS se han desarrollado en las instalaciones del ITTJ por medio de la base de datos de control escolar (SII). El WS tiene acceso a la base de datos implementando la seguridad en los datos de acceso por medio del algoritmo de cifrado simétrico AES, para la encriptación de las contraseñas. El solicitante sólo debe indicar dos parámetros para realizar una consulta: 1) el código de la consulta y 2) un certificado que lo autentifica como usuario validado para el servicio. El WS MABD tiene una base de datos local donde almacena la información de los usuarios validados (previamente registrados) y las consultas predefinidas como se muestra en la Figura 3.

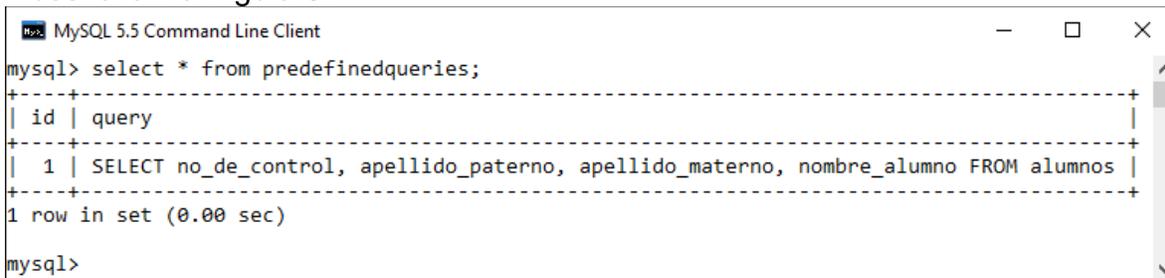


Figura 3.- Consultas predefinidas en la base de datos local.

-Características del servidor

Se creó la réplica de un servidor utilizando las siguientes características:

- OS Linux Debian 3.16.36-1+deb8u1.
- Procesador Intel (R) Core(TM) i5-3330 CPU @ 3.00Ghz
- Memoria RAM de 4GB.
- Además, contiene la DB ITTJ en el gestor de base de datos SyBASE con el respaldo de la BD del SII de la institución.

-Consumiendo el WS con Java

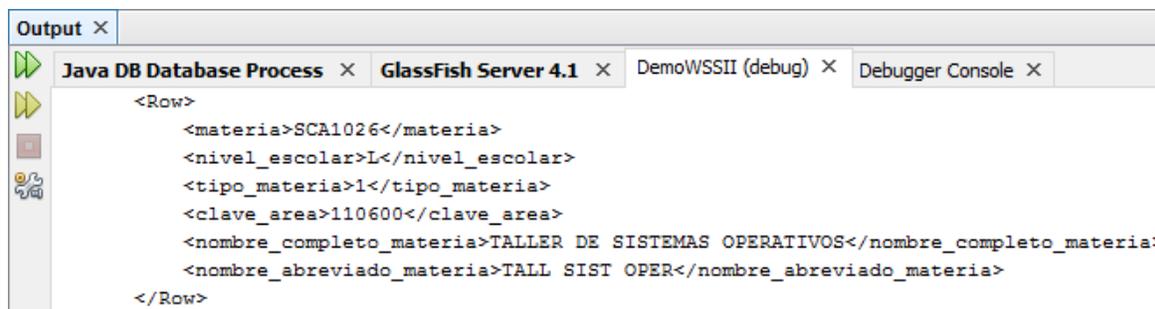
A continuación se describe la implementación de un cliente para consumir el WS MABD a través del lenguaje Java. Se empleó el IDE de programación NetBeans ver. 8.0.2, basado en el JDK ver 1.8.0_25. El proceso consiste en crear una aplicación Cliente, al cual se le indica la ruta del WSDL del WS MABD. Al importar el WSDL en el proyecto, aparecerán los métodos que tiene publicados el WS y son los que se manipulan para consultar, en este caso el método `doQuery`.

El siguiente código muestra la implementación del programa para consumir el WS MABD llamado `DemoWSSII.java`. Al método `doQuery` se deben pasar los valores respectivos a los siguientes parámetros: parámetro `"int codigo"`, indica el identificador de consulta a ejecutar (estas consultas están previamente registradas); y el parámetro `"String certificado"`, el cual es un identificador que el sistema le otorga a la aplicación, tanto para autenticarse como usuario registrado, como para tener el privilegio de acceso a dicha consulta.

```
public class DemoWSSII {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            //(ID, Certificado)
            String xml = doQuery(4, "0137");
            System.out.println(xml);
        } catch (Exception_Exception ex) {
            System.out.println(ex.toString());
        }
    }

    private static String doQuery(int codigo, java.lang.String
    certificado) throws Exception_Exception {
        demowssii.MABD service = new demowssii.MABD();
        demowssii.Server port = service.getServerPort();
        return port.doQuery(codigo, certificado);
    }
}
```

La ejecución del programa genera la salida que se muestra en la Figura 4, el cual es el resultado de la consulta (`codigo = 4`) devuelto por el WS MABD en formato XML. La consulta referente al `codigo` muestra la tabla materias.



```
<Row>
  <materia>SCA1026</materia>
  <nivel_escolar>L</nivel_escolar>
  <tipo_materia>1</tipo_materia>
  <clave_area>110600</clave_area>
  <nombre_completo_materia>TALLER DE SISTEMAS OPERATIVOS</nombre_completo_materia>
  <nombre_abreviado_materia>TALL SIST OPER</nombre_abreviado_materia>
</Row>
```

Figura 4.- Resultado de una consulta, al consumir el WS por medio del WSDL.

Conclusiones.

En este artículo se presentó el diseño de un WS para el acceso a bases de datos, y la realización de diferentes consultas al SII (Sistema Integral de Información). El WS denominado MABD puede responder a las peticiones de los clientes a través del servidor de aplicaciones donde se hospeda el WS en Internet, y que generó un WSDL que el solicitante (cliente) puede consumir en diferentes lenguajes de programación tales como: Java, C++, C#, PHP, entre otros. El solicitante envía el código de la consulta y un certificado que lo autentifica como usuario válido, y el WS retorna los datos resultantes de la consulta en formato XML. El WS MABD es un intermediario entre la base de datos y el cliente, y no compromete la seguridad en los datos del sistema gracias al algoritmo AES.

Se presentaron dos ejemplos del consumo de WS, uno se realizó con el lenguaje Java donde se creó un proyecto como WS-Client para la importación del WSDL publicado y el segundo ejemplo mediante PHP, donde se importó una librería para indicar la ruta del WSDL publicado por el WS. Éste segundo ejemplo muestra los resultados mediante un navegador.

Finalmente, con el uso del WS MABD se garantiza la seguridad de los datos debido a que utiliza el algoritmo cifrado AES. Éste algoritmo utiliza una clave que sólo la tiene el administrador del sistema y el WS; el administrador utiliza la clave para la encriptación de las contraseñas y el WS para desenscriptar las contraseñas y obtener el acceso a las BD, de esta manera los usuarios nunca tienen acceso a las contraseñas pero tienen la flexibilidad para consultar el SII. Cuando un usuario obtiene el WSDL en formato XML publicado por el WS, éste puede consumir el WS desde el lenguaje de programación que mejor le convenga para interpretar los resultados.

Agradecimientos.

Agradezco a mis asesores y revisores del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco por su ayuda para el seguimiento y la realización de la tesis, en la cual me basé para la realización de este artículo, además de la información proporcionada para participar en el presente congreso.

Referencias.

1. Gama-Moreno, L.A., Dávalos S., Martínez-Hernández, C., Ramírez A.: *Capa de conexión basada en Servicios Web para la emisión de documentos electrónicos*. Congreso Internacional de Computación Colombia-México. CICOM- 2015. ISSN, (2015).
2. Moo F., Hernández R., Uc V.: *Web Service composition using the bidirectional Dijkstra algorithm*. IEEE Latin America Transactions (Volume: 14, Issue: 5, May 2016).
3. Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi A. Kuno, Vijay Machiraju: *Web Services - Concepts, Architectures and Applications*. Data-Centric Systems and Applications, Springer, ISBN 978-3-540-44008-6 (2004).
4. Yongzhen Ke, Fan Qin, Zhenwei Chen: *A general query middleware based on web service*. Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), Second International Conference (2011).
5. Decheng Qiu, Junning Liu, Guoying Zhao: *Design and application of data integration platform based on web services and XML*. Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC), 6th International Conference (2016).
6. García-Oscar: *Introducción a los Web Services*. www.elclubdelprogramador.com. Jan 16th, 2012.
7. Martino L., Bertino E.: *Tutorial 6: Security in SOA and Web Services*. Web Services. ICWS '06. International Conference (2006).
8. Milanovic Nikola, Malek Miroslaw: *Current Solutions for Web Service Composition*. IEEE Internet Computing 8(6): 51-59 (2004).
9. Srivastava Biplav, Koehler Jana: *Web Service Composition - Current Solutions and Open Problems*. ICAPS Workshop on Planning for Web Services (2003).
10. Kanchana Rajaram A., Chitra Babu B.: *API Based Security Solutions for Communication among Web Services*. Advanced Computing (ICoAC), 2013 Fifth International Conference (Dec 20, 2013).
11. Nils Agne Nordbotten: *XML and Web Services Security Standards*. IEEE Communications Surveys and Tutorials 11(3): 4-21(2009).
12. Sosnoski Dennis: *Java Web Services: Axis2 WS-Security basics*. Architecture Consultant and Trainer, Sosnoski Software Associates Ltd (2012).
13. Bitberry Software Privacy Policy: *Encriptación AES – seguridad de los datos*, <http://www.bitzipper.com/es/aes-encryption.html>. July 5, 2015.

TRASFERENCIA DE ARCHIVOS ENTRE LOS SISTEMAS OPERATIVOS: UBUNTU Y MINIX.

J. Á. Peña-Ramirez¹, N.J. Ontiveros-Hernández¹, S. Espinoza-Salgado¹, M. H. Tiburcio-Zúñiga¹, V. Bárcenas-Martínez¹.

¹*Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. de Sistemas y computación, Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec, Morelos, México- penita14@hotmail.com, norma.oh@itzacatepec.edu.mx, socrates.es@itzacatepec.edu.mx, mario.tz@itzacatepec.edu.mx, venancio.bm@itzacatepec.edu.mx.*

Área de participación: *Sistemas embebidos y el Internet de las cosas.*

Resumen: Actualmente se pueden desarrollar soluciones computacionalmente mucho más complejas y multifacéticas, por ejemplo los sistemas embebidos que necesitan de un programa insertado en un microcontrolador. Existen sistemas operativos embebidos como el QNX, LynxOS, Windows CE, Windows NT Embedded, Palm OS, etc. En este artículo se describe la creación de una unidad virtual de disco mediante el programa Qemu para la instalación virtual de Minix dentro del Sistema Operativo Ubuntu 14.04 de 64 bits.

Después se abordan conceptos teóricos del tema que permiten al lector introducirse de forma general al ambiente Linux. Posteriormente se inicia la virtualización y la transferencia de archivos entre ambos sistemas (Ubuntu y Minix). Continuaremos con Qemu, describiendo algunos comandos básicos que facilitan el uso de Linux mediante el usuario root (raíz), después se describe la virtualización de Minix y sus comandos básicos para transferencia de archivos. Se incluye también una pequeña modificación básica al Kernel y se coloca el texto que se requiere para personalizar el inicio de Minix.

Introducción.

El virtualizar un sistema operativo en nuestra computadora es una opción muy recomendable si no se quieren consumir demasiados recursos de memoria y disco duro, otro beneficio que obtendríamos es que no tenemos que instalar físicamente el sistema operativo ya que mediante de un software especializado simulamos todas las características del mismo.

Ubuntu es un sistema operativo basado en Linux que se distribuye como software libre bajo la licencia GNU, está diseñado para usuarios de nivel medio. Minix es un sistema operativo basado en UNIX, actualmente se distribuye bajo la licencia BSD que permite la modificación de su código fuente.

Minix fue creado por el profesor Andrew S. Tanenbaum en 1987 su principal objetivo era enseñar a los alumnos sobre la creación de un sistema operativo en la universidad de Amsterdam [1,2].

Minix está estructurado de la siguiente manera [1,3,4,5]:

Capa 1: Esta es la capa que interactúa directamente con el hardware de la computadora, sus principales características están escritas en lenguaje ensamblador, y es donde se atrapan todas las interrupciones para que la parte superior pueda funcionar.

Capa 2: Este nivel contiene todo lo concerniente a los procesos de E/S (entrada y salida), algunos ejemplos son la manipulación de discos, impresoras, relojes, interfaces de red y tareas de sistema. Todo el código de las capas 1 y 2 se mezcla para conformar el código binario llamado *kernel*.

Capa 3: La principal característica de este nivel es que integra procesos menos privilegiados que los del *kernel*, para ello se vale de llamadas a procesos como FORK, EXEC y BRK que proporciona el administrador de memoria y los comandos READ, MOUNT y CHDIR que son llamados por el sistema de archivos (FS, por sus siglas en inglés). Otros servicios de este nivel son dados por comandos de reinicio de drivers, para el caso de que alguno se cierre debido a algún tipo de falla.

Capa 4: En este nivel se ejecutan todas las aplicaciones con las que interactúa el usuario, como por ejemplo, editores de texto, compiladores, programas, etc.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Cuando Unix era aún joven (Versión 6), el código fuente era ampliamente disponible, bajo licencia AT&T y era estudiado frecuentemente. Jhon Lions, de la universidad de Nueva Gales del Sur, en Australia escribió un pequeño libro describiendo su funcionamiento línea por línea [6]. Este libro fue utilizado (con permiso de AT&T) como referencia en muchos cursos universitarios de sistemas operativos. Cuando surgió la versión 7 ya no se permitiría la libertad para estudiar su código, que AT&T deseaba conservar como secreto industrial. Para remediar esta situación Andrew S. Tanenbaum decidió escribir un nuevo sistema operativo desde cero que fuese compatible con Unix desde el punto de vista del usuario, pero completamente diferente en su interior. Al no utilizar una sola línea de código de AT&T este sistema eliminó las restricciones de licencia, de manera que podía ser utilizado en clase o de manera individual [1,5].

De esta forma los lectores podían analizar un sistema operativo real para comprender que es lo que había dentro de él, de la misma forma en que un estudiante de biología disecciona una rana para su estudio.

Este sistema operativo fue llamado Minix y fue lanzado en 1987 con su código fuente completamente disponible para ser estudiado o modificado. El nombre de Minix significa mini-Unix debido a que es lo suficientemente pequeño como para que cualquier persona pueda entender su funcionamiento.

Además de la ventaja de eliminar los problemas legales, Minix tenía otra ventaja sobre Unix. Minix había sido escrito una década después que Unix y estaba estructurado de forma más modular. Por ejemplo, desde la primera versión de Minix el sistema de archivos y el administrador de memoria no formaban parte completamente del sistema operativo sino que se ejecutaban como programas de usuario. En la versión actual (Minix 3) esta modularización se ha extendido a los controladores de dispositivos de entrada/salida los cuales se ejecutan también como programas de usuario.

Otra gran diferencia es que Unix fue diseñado para ser eficiente mientras que Minix lo fue para ser legible, el código de Minix por ejemplo, contiene miles de comentarios en él [2].

Herramientas necesarias

Debido a que trabajamos en Linux es necesario saber algunos conceptos antes de iniciar. Primeramente necesitamos tener instalado el sistema operativo (que de ahora en adelante llamaremos simplemente SO) que escogimos para trabajar, en este caso el SO determinado es Ubuntu en su versión 14.04, trabajando en una máquina de 64 bits. Para poder descargar la distribución mencionada es necesario descargarla desde su sitio oficial: <http://www.ubuntu.com/download> siguiendo las indicaciones de la página proporcionada.

Sabemos que existen muchas distribuciones de Linux a la fecha por lo que decidimos ocupar la que mejor se adecúe a nuestras necesidades, que tenga una interfaz intuitiva y fácil de utilizar, es por eso que seleccionamos Ubuntu.

En este caso es posible ejecutar el SO de dos formas: como un *live cd* en donde el sistema se cargará en la memoria de la computadora pero sin instalarse y que permitirá utilizar sus principales características. También es posible instalar el sistema, aquí explicaremos cómo se realiza el procedimiento de forma sencilla.

- Primero se graba en un DVD la imagen (.iso) descargada. También es posible usar una memoria USB *bootable* (de al menos 4 Gb), mediante aplicaciones que podremos encontrar en Internet e incluso mediante el mismo *live cd* de Ubuntu.
- Una vez realizado lo anterior, se inserta el CD/USB en la computadora y, cuando el sistema indique que presionemos una tecla si queremos iniciar mediante el CD/DVD lo haremos. Así comenzará el CD de instalación.
- Ya que se cargó completamente la información del sistema, se selecciona la opción “Instalar Ubuntu” para poder tenerlo físicamente en la computadora.
- Después se verifica que la PC cumple con los requisitos de instalación, de ser así se continúa con la instalación.
- Si se tiene el disco duro sin archivos importantes o sin sistema operativo, se procede a instalarlo. En caso de tener instalado cualquier otro SO, se elige “Instalar Ubuntu junto a NOMBRE DEL OTRO SO” y finalmente se procede a instalar el SO.
- Para continuar se debe configurar la instalación del sistema y seleccionar la zona horaria, el tipo de distribución de nuestro teclado, el nombre que tendrá el usuario principal y su contraseña para iniciar sesión.

Con los pasos anteriores y esperando unos minutos mientras se copian todos los archivos necesarios al disco duro, se culmina con la instalación de Ubuntu 14.04

Resultados y Discusión.

Virtualización de Minix

Antes de comenzar la virtualización de Minix y poder modificar su kernel [4], se debe tener en cuenta que se necesita instalar Qemu en su versión más reciente, para ello se tiene que acceder a la Terminal de Linux y actualizar las librerías con el comando ***sudo apt-get update***, con el cual comenzará a descargar archivos

que son necesarios para tener actualizadas las librerías. Para instalar Qemu se ejecuta el comando **sudo apt-get install qemu** con lo cual comenzará a descargarse el programa y a instalarse posteriormente.

Es importante resaltar que cada vez que se desee ejecutar un comando con la sentencia **sudo**, se tiene que escribir la contraseña que se usó al instalar el SO.

Aquí es donde se utilizan las imágenes descargadas de Minix, iniciando por Minix. Para iniciar Minix mediante Qemu se tiene que copiar la imagen de Minix (que hemos renombrado simplemente a minix2.img) a una carpeta de fácil acceso, nosotros la colocamos en el Escritorio dentro de una carpeta llamada minix2. Ahora se debe acceder a la carpeta con el comando **cd** que en el ejemplo es **cd Escritorio/minix2** para poder ver los archivos en la carpeta con el comando **ls**.

Antes de ejecutar Minix se transfieren archivos a Minix y para ello se debe montar primero la imagen en la cual trabajaremos. Para montar una imagen debemos seguir los siguientes pasos:

1. En la terminal de Linux situarse en la carpeta donde está la imagen minix2.img.
2. Acceder como usuario *root* con el comando **sudo su** y escribir la contraseña cuando sea solicitada.
3. Crear un archivo que se utilizará para almacenar la información de Minix con el comando propio de Qemu **qemu-img create minix.img**, que tendrá un espacio de 1Gb y poseerá el nombre minix.img
4. Crear una unidad virtual mediante el comando **dd if=/dev/zero of=diskfat.img bs=2048 count=3000**
5. Formatear la unidad que creamos escribiendo y ejecutando el comando **mkfs vfat diskfat.img** como se muestra en la Fig. 1.

```

adan@adan-MacBookPro: ~/Escritorio
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$ cd Escritorio
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$ qemu minix.img
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$ dd if=/zero of=disquetea.img bs=2048 count=3000
dd: No se puede abrir «/zero»: No existe el archivo o el directorio
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$ dd if=/zero of=diskfat.img bs=2048 count=3000
dd: No se puede abrir «/zero»: No existe el archivo o el directorio
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$ dd if=/dev/zero of=diskfat.img bs=2048 count=3000
3000+0 registros leídos
3000+0 registros escritos
6144000 bytes (6,1 MB) copiados, 0,0162855 s, 377 MB/s
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$ mkfs.vfat diskfat.img
mkfs.fat 3.0.26 (2014-03-07)
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$

```

Figura 1.- Primeros 5 pasos para montar la imagen de Minix, dentro de la Terminal de Ubuntu.

6. Montamos la unidad con **mount diskfat.img /mnt -t msdos -o loop=/dev/loop0,umask=000** como se muestra en la Fig. 2.

```

mkfs.fat 3.0.26 (2014-03-07)
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$ sudo mount diskfat.img /mnt -t msdos -o loop=/dev/loop0,umask=000
adan@adan-MacBookPro:~/Escritorio$

```

Figura 2.- Montando exitosamente la imagen creada para virtualizar Minix.

7. Una vez montada la imagen podemos proceder al paso más importante que es el transferir archivos a Minix 2.

Cuando se montó la unidad virtual se especificó la carpeta /mnt que servirá como un medio para transferir archivos entre Ubuntu y Minix.

Accediendo a esa carpeta /mnt mediante comandos de **cd**, se crea un archivo que servirá como ejemplo (pueden ser más, dependiendo de la necesidad del usuario final), el archivo que contendrá un programa en código en C, que será editado mediante el programa **gedit**, los pasos son los siguientes:

1. En la carpeta mnt se ejecuta el comando **gedit p1.c**, para crear y editar un nuevo archivo. Se abrirá una ventana del editor de textos de Ubuntu donde se escribirá el siguiente código. Tabla 1.

Nota: Es importante que al momento de crear el archivo en **gedit** se le coloque un nombre corto como p1.c, de caso contrario puede haber errores al momento de guardar.

Tabla 1.- Ejemplo código fuente para la ejecución de padre e hijo de modo concurrente.

```

/*-----*/
/* p1.c: Observar PID's: esperando que termine Hijo */
/*-----*/
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/wait.h>
int main(void) {
    int pid, estado;
    pid = fork();
    if (pid==0) {
        sleep(1);
        printf("[H] MiPadre = %5d Yo = %5d\n",
            getpid(), getpid());
    } else {
        printf("[P] MiPadre = %5d Yo = %5d MiHijo =
            %5d\n",
            getpid(), getpid(), pid);
        pid = wait(&estado);
        printf("[P]: Termino el hijo %d con estado
            %d\n", pid, estado);
    }
}

```

2. Ya que se creó el archivo se puede verificar que en efecto se encuentre en la carpeta con el comando **ls** como se muestra en la Fig. 3.

```

root@adan-MacBookPro: /mnt

(gedit:2896): Gtk-WARNING **: Calling Inhibit failed: GDBus.Error:org.freedesktop.DBus.Error.ServiceUnknown: The name org.gnome.SessionManager was not provided by any .service files

(gedit:2896): Gtk-WARNING **: Calling Inhibit failed: GDBus.Error:org.freedesktop.DBus.Error.ServiceUnknown: The name org.gnome.SessionManager was not provided by any .service files
root@adan-MacBookPro: /mnt# gedit p10.c

(gedit:2913): Gtk-WARNING **: Calling Inhibit failed: GDBus.Error:org.freedesktop.DBus.Error.ServiceUnknown: The name org.gnome.SessionManager was not provided by any .service files

(gedit:2913): Gtk-WARNING **: Calling Inhibit failed: GDBus.Error:org.freedesktop.DBus.Error.ServiceUnknown: The name org.gnome.SessionManager was not provided by any .service files

(gedit:2913): Gtk-WARNING **: Calling Inhibit failed: GDBus.Error:org.freedesktop.DBus.Error.ServiceUnknown: The name org.gnome.SessionManager was not provided by any .service files
root@adan-MacBookPro: /mnt# ls
p10.c p1.c p2.c p3.c p4.c p5.c p6.c p7.c p8.c p9.c
root@adan-MacBookPro: /mnt#

```

Figura 3.- Archivo copiado exitosamente en la carpeta /mnt .

3. Para que el archivo quede guardado en la unidad virtual se desmonta la misma con el comando de Linux **umount /mnt**.
4. Se ejecuta Minix mediante Qemu escribiendo en la Terminal el comando **qemu -hda minix2.img -fda diskfat.img**.
5. En Minix entrando como *root* se escribe el comando **cd ..** y se presiona enter, luego se escribe y ejecuta **mtools dir a:** con el cual se puede ver que el archivo copiado en la carpeta mnt de Ubuntu se encuentra ya reconocido en la carpeta principal de Minix.
6. Debido a que aún no se encuentra el archivo en el SO se tiene que copiar con comandos de **mtools** escribiendo **mtools copy a:p1.c**.
7. Se puede verificar que se hizo todo bien y que al mostrar en pantalla los archivos del directorio principal con **ls** se muestre el archivo copiado tal como se muestra en la figura 4.

```

adan@adan-MacBookPro:~/minix$ sudo su
root@adan-MacBookPro:/home/adan/minix# qemu -hda minix2.img -fda diskfat.img
[
]
# mtools copy a:p1.c

```

Figura 4.- Iniciando Qemu con Minix mediante la terminal y comenzando a copiar con mtools.

Ahora, ya conociendo cómo navegar entre carpetas de Minix se sigue con la modificación básica del Kernel (o núcleo) de Minix donde se editará un archivo de texto de código C que se ejecuta al arranque del sistema. Siguiendo bien los pasos a continuación podremos lograr el objetivo:

1. Abrir Minix como se indica en los pasos anteriores. Si ya se tiene abierto Minix basta con continuar con el paso 3.
2. Iniciar sesión como usuario *root*.
3. Una vez dentro situarse en la carpeta raíz (con **cd ..**).
4. Ya dentro de la carpeta raíz, se debe teclear el comando: **cd /usr/src/kernel** para poder ingresar a la carpeta del Kernel de Minix.

5. Abrir el archivo de nombre **tty.c** (se puede comprobar su existencia con el comando **ls**), para editarlo, se usa el comando: **vi tty.c** dentro del cual se puede desplazar (con las flechas de arriba, abajo, derecha e izquierda) hasta la parte del archivo en donde se encuentra el código `printf("Minix %s.%s Copyright 1997 Prentice-Hall, Inc.\n\n", OS_RELEASE, OS_VERSION)`.
6. Ya que se encuentra ese código se puede modificar a nuestro gusto mientras no tenga errores al compilar (se encuentra en lenguaje C) pero, para fines prácticos, se colocan los nombres de dos de los creadores del artículo. Podemos borrar todo el código que se indica y sustituirlo por el que se observa en la Fig. 5.

```

message tty_mess: /* buffer for all incoming messages */
register tty_t *tp;
unsigned line;

/* Initialize the terminal lines. */
for (tp = FIRST_TTY; tp < END_TTY; tp++) tty_init(tp);

/* Display the Minix startup banner. */
printf("\n*****\n");
printf("\n* AUTORES: JESUS ANGEL PENA RAMIREZ * \n");

printf("\n*          NORMA ONTIVEROS HERNANDEZ          * \n");
printf("\n*****\n");

printf("Minix %s.%s Copyright 2001 Prentice-Hall, Inc.\n\n",
      OS_RELEASE, OS_VERSION);

#if (CHIP == INTEL)
/* Real mode, or 16/32-bit protected mode? */

```

Figura 5.- Código en C que se colocó para que se pidiera mostrar al principio una tabla sencilla con los nombres de dos de los creadores.

7. Ya que tenemos el código deseado basta con salir del modo escritura (si se encuentra activado) y presionar **Shift** y, sin soltar la tecla, presionar la tecla de dos puntos (:), que, dependiendo del teclado, puede encontrarse en la letra Ñ (si se encuentra en español nuestro teclado). Una vez el cursor se sitúe en una nueva línea para escribir comandos se pondrá el comando **wq** para sobrescribir el archivo anterior y guardarlo.
8. Ya que se guardó, se compila con **make** y se presiona enter. Si el SO muestra algún error debemos verificar los pasos anteriores, especialmente que no se tenga un error en el código C.
9. Ahora, situarse en la carpeta **mm** ejecutando primero **cd ..** y luego **cd /usr/src/mm** y se ejecuta: **make**.
10. Se realiza lo mismo con la carpeta **fs** (**cd ..** y luego **cd /usr/src/fs**) y se compila.

11. Cambiarse a la carpeta: **/usr/src/tools** y escribir **make image** para crear la nueva imagen con los cambios hechos. Sin embargo debe estar la imagen en la carpeta de Minix por lo cual se debe copiar (sin salir de la carpeta tools) con el comando **cp image /minix/image_1**.
12. Para reiniciar, primero se cierra el SO con *shutdown*.
13. Se indica la nueva imagen de arranque con **image=/minix/image_1** y se vuelve a arrancar Minix con **boot**.
14. Ahora debe aparecer el mensaje que se programó, tal como aparece en la Fig. 6.

```

x QEMU
*****
* AUTORES: JESUS ANGEL PENA RAMIREZ *
*          NORMA J. ONTIVEROS HERNANDEZ *
*****
Minix 2.0.4 Copyright 2001 Prentice-Hall, Inc.
Executing in 32-bit protected mode
at-d0: QEMU HARDDISK
Memory size = 130568K  MINIX = 291K  RAM disk = 1024K  Available = 129253K
Mon Jan 9 04:48:21 GMT 2017
/dev/c0d0p0s2 is read-write mounted on /usr
Multiuser startup in progress.
Starting daemons: update cron.
Minix Release 2 Version 0.4
moname login: _

```

Figura 6.- Mensaje modificado mostrado al iniciar Minix.

Conclusiones.

El artículo muestra de forma detallada, clara, precisa y paso a paso como se puede desde el sistema operativo Ubuntu correr otro sistema operativo (Minix, en nuestro caso) virtualmente con una herramienta llamada Qemu, así, se pudo ver que el sistema operativo Minix es una opción a elegir si lo que se desea es un sistema operativo poco pesado y poco exigente en cuanto a recursos de nuestra computadora.

Se mostró un poco del sistema de archivos de Minix así como su estructura y como crear una unidad virtual para la transferencia de archivos entre los dos sistemas operativos (Ubuntu y Minix). Utilizando Qemu con algunos comandos simples para manejar este sistema operativo, se puede apreciar que en efecto los archivos creados en Ubuntu y mediante la carpeta /mnt para compartirlos montando una unidad virtual, se pueden visualizar todos los archivos en Minix.

Nuestra versión reducida de sistema operativo Minix puede ser la plataforma de un microcontrolador para algún dispositivo electrónico que nos de soporte para la

conexión a la red, para operar dicho dispositivo de manera remota y a través de Internet.

Referencias.

1. Tanenbaum, A., *Sistemas Operativos Modernos*. 2ª Edición. Prentice Hall, 2001.
2. Cornell, B., Dinda, P.A. y Bustamante, F.E.: "Wayback: A User-Level Versioning File System for Linux", Proc. Annual Tech. Conf., USENIX, pp. 19 a 28, 2004.
3. Popescu, B.C., Crispo, B. y Tanenbaum, A.S.: "Secure Data Replication over Untrusted Hosts", Proc. Ninth Workshop on Hot Topics in Operating Systems, USENIX, 121-127, 2003.
4. Maxwell, S.E.: *Linux Core Kernel Commentary*, 2a. Edición, Scottsdale, AZ: Coriolis, 2001.
5. Tanenbaum, A.S., Herder, J.N. y Bos, H.: "File Size Distribution on UNIX Systems: Then and Now", ACM SIGOPS Operating Systems Rev., vol. 40, pp. 100-104, enero 2006.
6. *Lions, J., Lions' Commentary on Unix 6th Edition, with Source Code*, San José, CA: Peer-to-Peer Communications, 1996.

VISUAL ODOMETRY BASED ON PULSE-COUPLED NEURAL NETWORK

L. A. Cruz-Prospero y M. Mejía-Lavalle

*Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Departamento de Ciencias Computacionales, Interior Internado Palmira S/N, Col. Palmira Cuernavaca, Morelos.
lacp@cenidet.edu.mx, mlavalle@cenidet.edu.mx*

Participation area: Artificial Intelligence

Abstract: Visual Odometry novel technique is presented. It work through the abstraction of the information contained in images in different times. Each pair of images is processed by a Pulse-Coupled Neural Network to perform the extraction signature describing the scene and thereby estimating the position of a mobile robot in a route. The results of proposed method is comparable with a traditional method.

Introduction.

In recent years autonomous robotic navigation has become in a very important technique and is seen as a vital tool to tap the huge potential of robots in both military and civilian areas such as medicine, surveillance and rescue [1].

One of the main challenges of robotic navigation is to identify the location where robot is on a path, this to make sure it follows the predetermined path to its destination. The process of estimating the robot location is known as odometry [2].

A wide range of devices has been used to calculate odometry including: Internal Navigation Systems, Global Positioning Systems (GPS) among others [2]. However, it still has weaknesses that have prompted the search for new strategies.

Recently robotic navigation techniques have favored to use of vision sensors because of its size, weight, low power consumption and low price [3].

Visual odometry (VO) appear with implementation of vision sensors in robotic navigation techniques. VO is a potential answer to face the needs and improved perception of mobile robots.

There are different techniques of Artificial Vision that have been proposed to VO implementation. Within these techniques are those that have been developed with monocular vision systems and others that implemented stereo cameras [3].

This paper proposes calculating VO of stereo image taken from a video sequence acquired by binocular arrangement using Pulse-Coupled Neural Network (PCNN) to abstraction and description of the scenes given.

PCNN was born as suitable for digital image processing neural networks due to this paradigm is based on neuronal function of the visual cortex of mammals [4]. Therefore is submitted a new approach based on modified PCNN which simplifies the number of variables involved in the equations that define the network and allows to implement new ways of generating features that make it more robust to inherent changes in vision systems. This neural model is called Optimized Pulse-Coupled Neural Network (O-PCNN) [5].

The proposal is described in each section. Section 2 bring an overview of the background and operating process of OV. Section 3 presents the PCNN, describing this model and its operating mechanism. Then in Section 4 is describing the implementation of the proposed model while Section 5 shows results of experimentation. Section 6 provides a discussion of the advantages and disadvantages of the proposed method. Finally in Section 7 are presented the conclusions and future work of this research.

Visual Odometry.

Odometry is the estimate of continuous change of the robot position in a series of steps over time. It is calculated from a collection of data collected by sensors during movement of the robot. In short, odometry is used by mobile robots to estimate their relative position to a starting point in real time [6].

For odometry calculation have been implemented various sensors to collect necessary data. The most representative sensor for this purpose is encoder rotation that is used to measure the distance of movement on wheels [7]. Other sensors such as gyroscope, accelerometer and GPS have been incorporated. Although these sensors may have direct measurements of the robot pose, they contain errors in the measurements that can drift over time [8].

VO is presented as a new alternative which implement visual sensors (cameras) for estimating the pose. The visual sensors represent an efficient alternative because they are more advanced technologies with low cost [9].

VO algorithms use sequential data over time, unlike traditional odometry, these extracted information from one or more cameras for tracking features [10].

Compared with traditional odometry, the VO has the following advantages [11]:

- Avoiding the inaccurate readings on encoders, error accumulation and other reasons when wheel robot slipping on smooth flat.
- It does not require the movement and the environmental priori information, only rely on the estimated camera motion information to determine the position and orientation of the robot, so this can ensure real-time and cost-effective.
- Contains the rich image characteristic information that is advantageous to the processing, convenient to target recognition, object detection and 3D scene reconstruction maps.

Pulse-Coupled Neural Network.

PCNN is a relatively new paradigm which in the field of Artificial Vision has shown potential in different aspects of digital image processing such as: segmentation, image denoising and feature extraction [12].

The first Pulse-Coupled Neural Network is known as Eckhorn Model, this model is biologically inspired by the observation of biological visual cortex; Eckhorn et al.

discovered that the visual cortex creates binary images in an oscillatory manner in which different features are obtained in order to create the current image in the brain [13].

Eckhorn Model has an image as input which is grouped in pixels based on spatial proximity and similarity of brightness by the model. During the grouping, the model keeps small space gaps and minor local variations of intensity. This is a very desirable feature for image processing applications based on window. However the Eckhorn model has certain properties that decrease its utility in applications of digital image processing [14]:

- Mathematical analysis of the model is a difficult task.
- Grouping image pixels based on spatial proximity and similarity brightness is ambiguous.
- Determining the appropriate parameters for the model can be difficult.

The research above pointed new targets that search for relevant modifications would create a computer model that adapted the original, but at the same time mitigate the limitations that the Eckhorn Model had.

Johnson et al. propose modifications and variations to the Eckhorn Model with the aim of adapting its performance as algorithms of digital image processing. This new model is called PCNN which is an Artificial Neural Network (ANN) with a single two-dimensional layer [13].

PCNN is formed by pulse-coupled neurons virtually connected to the pixels of the input image with 1:1 correspondence (Figure 1). Because each image pixel is associated with a PCNN neuron, the network structure is constructed from the structure of the input image to be processed. [12].

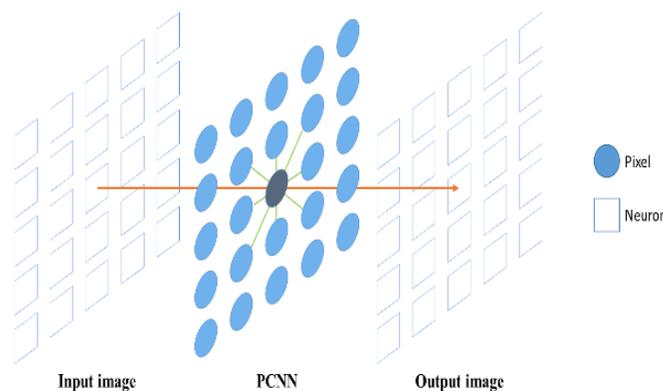


Figure 1.- Neuron-Pixel correspondence.

Optimized Pulse-Coupled Neural Network.

PCNN has capacity to work on issues such as classification and image recognition, however the development of this paradigm has led to provide new modified models with the aim of improving the original model, at least in the following features [15]:

- Decreasing the computational demands of PCNN algorithm.

- The number of PCNN parameters reduction.
- Improving the quality of generated binary images.
- Improving the invariance against geometrical transforms in images and noise.

One of this modified PCNN is Optimized Pulse-Coupled Neural Network proposed by Forgap [15]. O-PCNN works reducing the generating number of generated features to reach high image recognition performance.

In O-PCNN the feeding potential $F_{ij}[n]$ is defined by the intensity pixel S_{ij} only while the linking potential $L_{ij}[n]$ is defined only by the convolution matrix $K[n]$. The internal activity of a O-PCNN neuron is shown in Figure 2 and is defined by the following equations [16]:

$$F_{ij}[n] = S_{ij} \quad (1)$$

$$K_{ij}[n] = \sum_{kl} m_{ijkl} Y_{kl}[n-1] X_{kl}[n-1] \quad (2)$$

$$L_{ij}[n] = K_{ij}[n] \quad (3)$$

$$U_{ij}[n] = F_{ij}[n] * (1 + \beta L_{ij}[n]) \quad (4)$$

$$X_{ij}[n] = \frac{1}{1 + e^{T_{ij}[n-1] - U_{ij}[n]}} \quad (5)$$

$$Y_{ij}[n] = \begin{cases} 1 & \text{si } X_{ij}[n] > 0.5 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (6)$$

$$T_{ij}[n] = \begin{cases} V_T & \text{si } 1 \text{ si } Y_{ij}[n] = 1 \\ \alpha_0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (7)$$

where $F_{ij}[n]$ is input feeding potential and $L_{ij}[n]$ input linking potential of neuron. S_{ij} is an intensity of pixel i,j in the input image which represents the intensity of given image element. Matrix elements $K[n]$ are calculated by convolution of matrix m . X_{ij} is activation quantity of neuron that is defined by sigmoid transfer function, Y_{ij} is activation quantity of neuron that is defined by step function. U_{ij} is the activation quantity of neuron, T_{ij} is threshold potential of neuron, n is iteration step. Parameter α_0 is threshold decay coefficient, β is linking coefficient and parameter V_T is coefficient of the threshold potential.

According to the advantages presented by the O-PCNN in this paper, the study of odometry will be based on this neural paradigm as an alternative to using traditional methods of Artificial Vision.

Generating features using O-PCNN.

The standard approach of feature generation by O-PCNN is based on series of virtual binary images generation. These binary images are produced by activity neurons for each iteration step. These series are representative features known as

signature which could be invariant to geometric changes due to the appearance of visualization, translation, scaling, rotation and brightness [17].

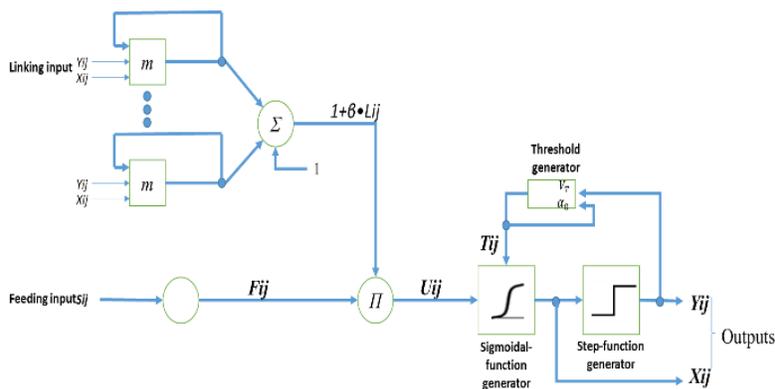


Figure 2.- Diagram of O-PCNN neuron.

An example of an image signature is shown in Figure 3.

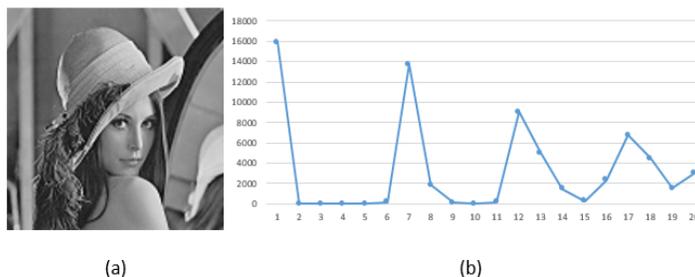


Figure 3.- (a) Lenna image, (b) signature of (a).

The standard generating features $G[n]$ in a defined number of iterations i is done by calculating the sum of activated neurons in each iteration network [18].

$$G[n] = \sum_{ij} Y_{ij}[n] \tag{8}$$

However this method is affected by geometric transformations that hinder the process in the image recognition by signatures. When Forgap [15] introduced the O-PCNN provided new ways for generating signatures where not only the sum of activated neurons in different iterations is involved but also the acceptance of the X_{ij} from the signature generation process may introduce new methods.

Abul-Ela [18] proposed a new generating features method where the resulting signature is robust in large background or non-uniform light distribution as found in robot navigation process.

$$G[n] = \frac{\sum_{ij} (Y_{ij}[n] * X_{ij}[n] * FC)}{\sum_{ij} S_{ij}} \tag{9}$$

Where CF (Continuity Factor) is define by [18]:

- First, we define an operator which is sensitive to the pixel intensity change, the operator happens to be the gradient. If the image is regarded as a function of two variables $A(x,y)$, then the gradient is defined as:

$$\nabla_x 2A = A(x + 1, y) - A(x - 1, y) \tag{10}$$

$$\nabla_y 2A = A(x, y + 1) - A(x, y - 1) \tag{11}$$

- Calculate the continuity response (Cr), at any given pixel by the magnitude of the gradient vector which is the length of the hypotenuse of the right triangle having sides (∇_x and ∇_y), and this reflects the strength of the continuity.

$$Cr = \sqrt{\nabla_x 2A^2 + \nabla_y 2A^2} \tag{12}$$

- Cr range values are 0, 1 and 1.414. This value can be normalized and producing the CF by computing the following equation.

$$CF = \frac{Cr}{\sqrt{2}} \tag{13}$$

O-PCNN is applied to all the image to recognize the scene and thus knowing the position on the route. Also this concept is applied in singular keypoints in the image for tracking features.

Experiment.

To verify the qualities of the propose method in VO task is implemented methodology shown in Figure 4 where in part A there are 2 images in different time as input. Then in part B are applied SURF as feature detector and O-PCNN as general descriptor of the scenes and also works as singular descriptor of each keypoint obtained by SURF. The descriptions of the keypoints are given by each neuron activity obtained with Equation 14:

$$D_{ij}[n] = U_{ij}[n]X_{ij}[n]CF \tag{14}$$

Finally in part C the descriptions are matched by Brute Force algorithm and then the odometry is computed.

To do the experimentation they were used images of [19] database which were pre-processed to obtained images in grayscale of 128x128 pixels. The code was developed in C++.

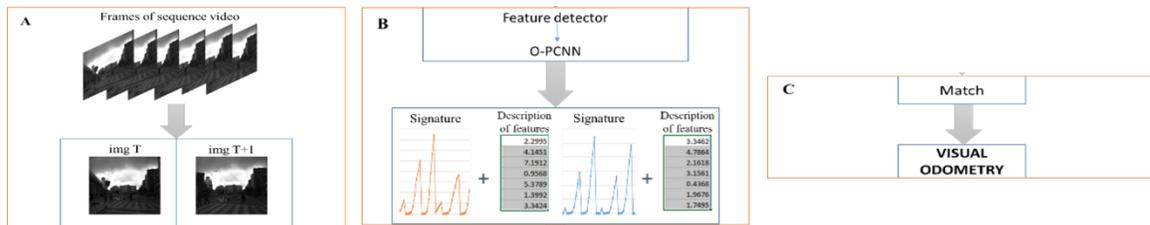


Figure 4.- Implemented methodology.

Results and discussion.

The analysis of results was done using 110 frames where each frame is a different time (T) in the experiments.

With the aim to be clear the results are divided to three parts. The first part point at the skill of the O-PCNN in image recognition where experimentation is made up of 34 frames classification in 5 key scenes of the path formed by the 110 frames. All of this using a Multi-Layer Perceptron as classifier. The result indicated a 97.1% of accuracy and it is shown in Confusion Matrix of Figure 5.

Confusion Matrix

O U T P U T C L A S S	1	8 23.5%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	2	0 0.0%	6 17.6%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	3	0 0.0%	0 0.0%	5 14.7%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	4	0 0.0%	0 0.0%	1 2.9%	7 20.6%	0 0.0%	87.5% 12.5%
	5	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	7 20.6%	100% 0.0%
			100% 0.0%	100% 0.0%	83.3% 16.7%	100% 0.0%	100% 0.0%
		1	2	3	4	5	
		TARGET CLASS					

Figure 5.- Confusion Matrix of classification.

Second part is about the matching process where the accuracy was measured. The experimentation is made up of the evaluated of the 5 key scenes matching description with the next frames after. In Table 1 there are the results of matching using O-PCNN and SURF as descriptors.

Table 1 shown that the O-PCNN has a similar accuracy than the SURF algorithm. The different between their accuracy is 0.46% % where the SURF is better.

Finally the results of VO are shown is Figure 6. These results are proportional to the results obtained in the matching process because VO depends on it.

The analysis of Figure 6 indicated that when the descriptions of an image in time T are matched with the descriptions of an image in time $T+n$ where n is distant number the quality of matching decreases due to the objects that appear or disappear in image $T+n$. This affect both O-PCNN and SURF algorithms.

Conclusions.

O-PCNN presents results that are comparable with those obtained by SURF. However SURF has 0.46% better performance than O-PCNN in OV task.

In another hand O-PCNN brings a recognition of the scene like is shown in part B of the methodology which with the description of the keypoints permit to know the place and the distance traveled by the robot at the same time.

Also worth mention that the O-PCNN belongs to the third generation of ANN which it is a technique in development where there are many study fields that can improve its performance.

Table 1.- Algorithms performance.

Algorithm	KEY SCENE					AVERAGE
	1	2	3	4	5	
	T+21	T+21	T+21	T+21	T+21	
O-PCNN	100%	99.75%	99.81%	99.06%	99.85%	99.49%
SURF	100%	99.93%	99.98%	99.50%	99.30%	99.74%

ACCURACY

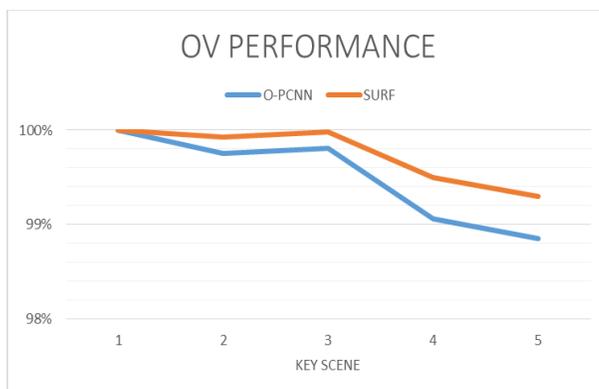


Figure 6.- OV performance.

References.

1. P. Premaratne, and F. Safaei, “Feature based Stereo Correspondence using Moment Invariant”, 4th International Conference on Information and Automation for Sustainability. Colombo, 2008.
2. A. Mahmood, A. Baig, and Q. Ahsan, “Real time Localization of Mobile Robotic Platform via fusion of Inertial and Visual Navigation System”, International Conference on Robotics and Artificial Intelligence (ICRAI), 2012.
3. S. Atsushi, Y. Tamura, and Y. Kuroda, “Visual Odometry Using Feature Point and Ground Plane for Urban Environments”, VDE VERLAG GMBH · Berlin · Offenbach, 2010.
4. R. Eckhorn, H. Reitboeck, M. Arndt, and P. Dicke, “Feature linking via synchronization among distributed assemblies: Simulations of results from cat visual cortex. Neural Comput”, vol. 2, pp. 293–307, 1990.
5. R. Forgáb and I. Mokriš, “Feature Generation Improving by Optimized PCNN”, SAMI 2008 6th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, 2008.
6. A. Jha and M. Kumar, “Two Wheels Differential Type Odometry for Mobile Robots”, 3rd International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO) (Trends and Future Directions), 2014.
7. Z. Liang and X. Xu, “Improved Visual Odometry Method for Matching 3D Point Cloud Data”, Control Conference (CCC), 2014 33rd Chinese, 2014.
8. Y. Pei and L. Kleeman, “Online Robot Odometry Calibration over Multiple Regions Classified by Floor Colour”, Control Conference (CCC), 2015 IEEE International Conference on Information and Automation, 2015.

9. S. Choi, J. Hoon, W. Yu and J. Cho, "What Does Ground Tell Us? Monocular Visual Odometry under Planar Motion Constraint", 2011 11th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2011.
10. R. Ozawa, Y. Takaika, Y. Kida et al., "Using Visual Odometry to Create 3D Maps for Online Footstep Planning", 2005 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2005.
11. Z. Liang, and X. Xu., "Improved Visual Odometry Method for Matching 3D Point Cloud Data", 2014 33rd Chinese Control Conference (CCC), 2014.
12. Z. Wang, Y. Ma, F. Cheng and L. Yang., "Review of pulse-coupled neural network", Elsevier Image and vision computer, vol. 28, no. 1, pp. 5-13, Jan 2010.
13. R. Eckhorn, H. Reitboeck, J. Arndt and P. Dicke., "Feature linking via synchronization among distributed assemblies: Simulations of results from cat visual cortex", Neural Comput., vol. 2, pp. 293–307, 1990.
14. G. Kuntimad and H. Ranganath, "Perfect Image Segmentation Using Pulse Coupled Neural Networks", IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 10, no. 3, May 1999.
15. R. Forgáč and I. Mokriš, "Feature Generation Improving by Optimized PCNN", 6th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, 2008.
16. R. Forgáč and I. Mokriš, "Algorithm for Pulse Coupled Neural Network Parameters Estimation", IEEE International Conference on Computational Cybernetics, 2009.
17. J. Johnson, "Time signatures of images", IEEE World Congress on Computational Intelligence, 1994.
18. M. Abul-Ela, A. Samir and M. Tolba, "Neutralizing Lighting non-homogeneity and Background Size in peNN Image Signature", International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES), 2011.
19. J. Blanco, "The Málaga Stereo and Laser Urban Data Set. MRPT Empowering C++ development in robotics", 2013.

SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA DE IMÁGENES NATURALES UTILIZANDO REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES

D. G. Suárez-Santiago, D. Mújica-Vargas y M. Mejía-Lavalle

¹*Departamento de Ciencias Computacionales del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Interior Internado Palmira S/N, Col. Palmira Cuernavaca, Morelos, México - diegogabriel@cenidet.edu.mx, dantemv@cenidet.edu.mx, mlavalle@cenidet.edu.mx*

Área de participación: Ciencias de la Computación / Inteligencia artificial

Resumen: En este trabajo de investigación se segmentó semánticamente imágenes a color de los repositorios de PASCAL VOC 2012 y BSDS500 de Berkeley, utilizando las Redes Neuronales Convolucionales. Se realizó con este tipo de redes debido a que poseen las cualidades de ser invariante a traslación, escala y distorsión, así como por obtener de forma automática las características más relevantes para cada conjunto de imágenes, y también por tener implícitas las ventajas del Aprendizaje Profundo: robustez, generalizable y escalable. También se muestran las herramientas que se instalaron para entrenar, validar y probar la Red Neuronal Convolutiva mediante la Unidad de Procesamiento Gráfico. Por último, se da a conocer una evaluación visual y subjetiva de los resultados, con los cuales se demostró su capacidad de la red para la tarea asignada, debido a la precisión y tasa de error mostradas en la segmentación semántica realizada.

Introducción.

La Red Neuronal Convolutiva ha liderado la Inteligencia Artificial en los últimos años [15] debido a los buenos resultados obtenidos en las tareas de clasificación y reconocimiento de objetos [3 y 9]. Esos resultados se han obtenido gracias a la extracción de características significativas que realiza ese tipo de red mediante las operaciones de convolución. Las características obtenidas son útiles para el proceso de segmentación, la cual es la tarea medular en el proceso de reconocimiento visual, pero esta tarea se complica cuando se presentan en las imágenes sombras y reflexión, variación de intensidad o color en las regiones, texturas parecidas, iluminación no uniforme, traslapamiento de imágenes, oclusión, objetos con bordes suavizados o difuminados con el fondo, deformación y desorden del fondo [10].

En años recientes, se ha introducido el concepto de segmentación semántica, la cual ha sido hecha mediante diversas técnicas de Aprendizaje Profundo para contrarrestar los factores antes mencionados, como en el caso de [14], donde se realizó una segmentación semántica de imágenes a color mediante Redes Totalmente Convolucionales (*Fully Convolutional Networks*, FCN), junto a capas de deconvolución para obtener una salida precisa de píxeles (densificación de las regiones segmentadas). También en el trabajo de [12] se implementó una Red Neuronal Deconvolutiva después de las últimas capas de una CNN muy profunda de 16 capas, obteniendo mejores resultados que el trabajo anterior.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, en este artículo se utilizó un modelo preentrenado llamado FCN-Alexnet para transferirle el conocimiento a otro modelo sugerido en Digits versión 4.1 [5] para la segmentación semántica de imágenes naturales a color. La transferencia de conocimiento consiste en utilizar los pesos con información significativa de una red neuronal ya entrenada para sembrar esos mismos pesos en otra red sin entrenar; esto se hace con el fin de ahorrar tiempo al utilizar las características de bajo y medio nivel de la red preentrenada para encontrar sólo las características de alto nivel con la otra red no entrenada. En cuanto a la segmentación semántica se realiza para saber qué representa cada región segmentada.

Fundamento Teórico.

En este apartado se establecen los conceptos básicos que ayudarán a entender el presente trabajo de investigación.

Aprendizaje Profundo: El Aprendizaje Profundo implica el uso de Redes Neuronales Profundas (con más de una capa oculta) para el aprendizaje de características a partir de un conjunto de datos. Esto implica que la profundidad de la arquitectura de una red se refiera al número de capas que tenga [11]. Las técnicas o redes que se consideran de Aprendizaje Profundo presentan ciertas ventajas, tales como que son robustas, generalizables y escalables [13].

Red Neuronal Convolutiva: Es un sistema de neuronas artificiales interconectadas [6] y agrupadas en más de una capa oculta (interna), y por lo tanto considerada como un método de Aprendizaje Profundo. Este tipo de red neuronal artificial emplea la operación matemática de convolución para extraer características significativas de regiones locales [2 y 4], de ahí su nombre de convolutiva. A parte de esta operación asignada a una capa con el mismo nombre, también la red se conforma de la capa de submuestreo (*subsampling*) o agrupación (*pooling*) [2], la cual reduce su dimensionalidad y el ruido que puede existir, así como mantiene sólo la información más destacada y proporciona una invarianza a traslación [2]; también la red emplea la capa de activación, por medio de la función de unidad lineal rectificadora (ReLU), siendo ésta la más utilizada.

Si la red se utiliza para la segmentación semántica o segmentación normal, se utiliza al final de la red, después de la capa totalmente conectada, una o algunas capas de deconvolución. La capa de deconvolución se utiliza para reconstruir la imagen segmentada a partir de los mapas de características generados en las capas anteriores [16], al convolucionar los mapas de características con un banco de filtros aprendidos [1].

Segmentación semántica: Es un tipo de segmentación que, aparte de segmentar por regiones una imagen, asocia los píxeles de cada región a una etiqueta, para

determinar a qué objeto representa cada región segmentada, además de obtener la localización de los objetos encontrados [14], en otras palabras, muestra el nombre de los objetos encontrados y su posición.

Sección Experimental.

Para implementar el modelo, primero se tuvo que instalar Linux en su distribución de Xubuntu, debido a su robustez, estabilidad y eficiencia al ejecutar las tareas y procesos; después se instaló los controladores (*drivers*) necesarios para poder utilizar la GPU; luego se procedió a instalar la plataforma para programar en paralelo llamada CUDA, que es la más utilizada y con más documentación para realizar computación en paralelo; después se instaló la biblioteca cuDNN con primitivas necesarias para implementar las Redes Neuronales Convolucionales sobre la GPU; posteriormente, se instaló el entorno de trabajo para redes neuronales llamado Caffe, el cual está optimizado para implementar este tipo de redes, siendo además de mucha utilidad que su implementación está completamente basado en C++, lo que facilita su integración en sistemas existentes en C++ e interfaces comunes en la industria [8]; por último se instaló un sistema para el entrenamiento, validación y prueba del modelo llamado DIGITS, el cual mediante una interfaz gráfica permite realizar de manera más fácil todo el proceso. Las herramientas mencionadas se pueden apreciar en la Figura 1. La forma en cómo interactúan estas herramientas es la siguiente: se crea el modelo en Digits (siendo éste solo el entorno gráfico) el cual se lo envía a Caffe para su entrenamiento, validación y prueba, éste manda a llamar las rutinas que necesita de la librería cuDNN para después enviarle la parte del código que se quiera paralelizar en la GPU mediante CUDA, pero antes ya se debió de haber instalado los controladores para poder utilizar la GPU.

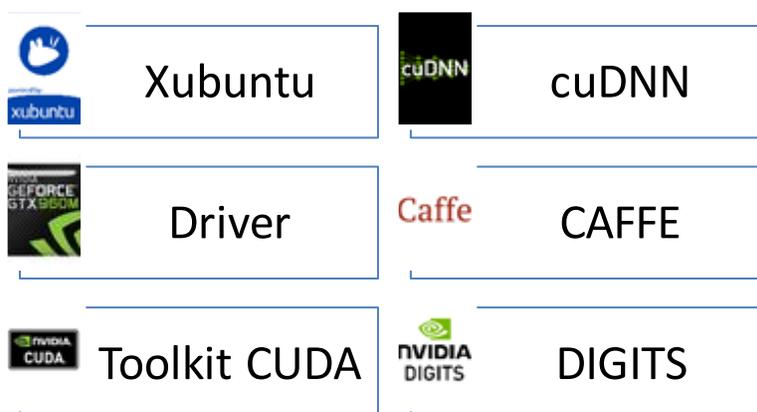


Figura 1.- Herramientas necesarias para la ejecución de modelos de CNN.

Después de instalar todo el software requerido, se procedió a cargar Digits y a crear la base de datos para el entrenamiento y validación, a partir del repositorio PASCAL VOC 2012. En la Figura 2 se puede apreciar la configuración para cargar la base de datos.

The screenshot shows a configuration panel with the following settings:

- Feature image folder:** /media/diego/HD710/Digits/voc-data/train/images
- Label image folder:** /media/diego/HD710/Digits/voc-data/train/labels
- % for validation:** 10
- Separate validation images**
- Validation feature image folder:** /media/diego/HD710/Digits/voc-data/val/images
- Validation label image folder:** /media/diego/HD710/Digits/voc-data/val/labels
- Class labels (optional):** /home/diego/Escritorio/pascal-voc-classes.txt
- Channel conversion:** None
- Feature Encoding:** PNG (lossless)
- Label Encoding:** PNG (lossless)
- Encoder batch size:** 32
- Number of encoder threads:** 4
- DB backend:** LMDB
- Enforce same shape:** No
- Group Name:** (empty)

Figura 2.- Creación de la base de datos con imágenes para el entrenamiento, validación y pruebas.

Posteriormente, se creó el modelo de Red Neuronal Convolutiva con la configuración mostrada en la Figura 3.

The screenshot shows the following configuration for the CNN model:

- Select Dataset:** PASCAL_VOC-Segmentacion-Class1 (selected), PASCAL_VOC-Segmentacion-Class, BSDS500-Segmentacion-Class. Below it, a log shows: Done 09:05:16 AM, DB backend: lmbd, Create train_db DB (Entry Count: 816, Feature shape: (3, 281, 500), Label shape: (1, 281, 500)), Create val_db DB (Entry Count: 200, Feature shape: (3, 375, 500), Label shape: (1, 375, 500)).
- Solver Options:** Training epochs: 30, Snapshot interval (in epochs): 1, Validation interval (in epochs): 1, Random seed: [none], Batch size: [network defaults], Batch Accumulation: (empty), Solver type: Stochastic gradient descent (SGD), Base Learning Rate: 0.0001.
- Data Transformations:** Subtract Mean: None, Crop Size: none.
- Python Layers:** Server-side file: (empty), Use client-side file: (unchecked).

Figura 3.- Creación del modelo de CNN.

Por último, se probó el modelo creado con las imágenes a color para pruebas, proporcionadas junto con el repositorio BSDS500. Algunos resultados se pueden ver en la Figura 4.

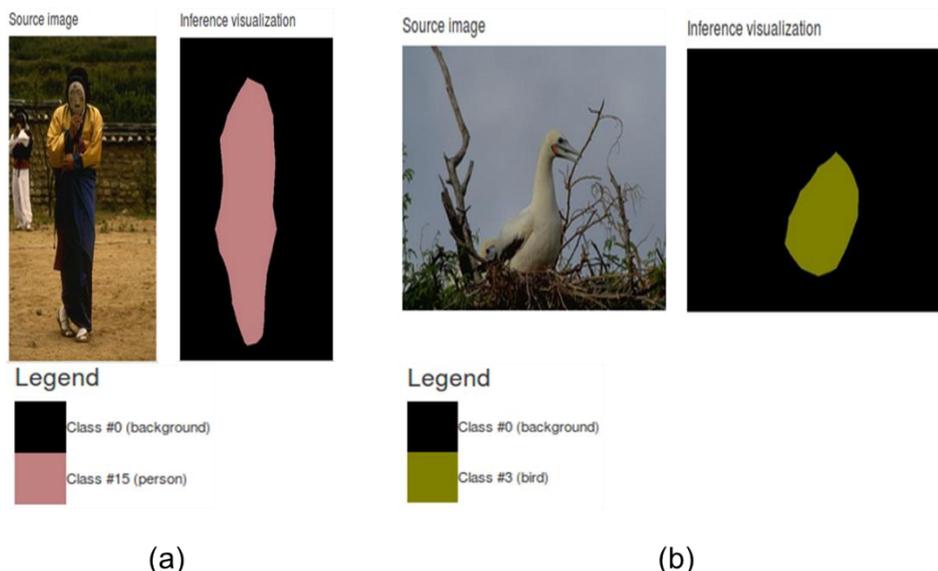


Figura 4.- Imágenes segmentadas semánticamente junto con el significado de sus etiquetas.

En la figura anterior se pueden ver las imágenes de entrada (*Source image*) junto con sus respectivas segmentaciones (*Inferencia visualization*) semánticas, cuya segmentación se convierte en semántica al asignarle una etiqueta (color, número y nombre) a cada clase encontrada en la imagen inferida o segmentada. Es así como el modelo implementado clasifica y reconoce las regiones segmentadas, al relacionarlas con un objeto que representa cada región.

Resultados y Discusión.

Al analizar los resultados obtenidos, se puede observar que al probar el modelo con una imagen cualquiera, como se puede ver en la Figura 4.a, se muestra la imagen segmentada por regiones, y a cada región se le etiqueta con un objeto, que en este caso es la persona y el fondo. Así mismo, si se prueba con otra imagen, como en la figura 4.b en la que se probó con una imagen de un pájaro en un nido, se puede apreciar que se segmentó, clasificó y reconoció correctamente a pesar que esta imagen es particularmente compleja, debido a que la forma del cuello del pájaro y de su pico se puede confundir con una rama y por el color de su cuerpo con el cielo o las nubes.

Si se desea analizar los resultados, se puede ver en la Figura 5 que el valor de la precisión alcanzada durante la evaluación del modelo fue de 82%, cuyo valor se considera aceptable conforme a la literatura, mientras que el valor de la pérdida de datos obtenida durante el entrenamiento fue de 8% y durante la evaluación fue de 18%.

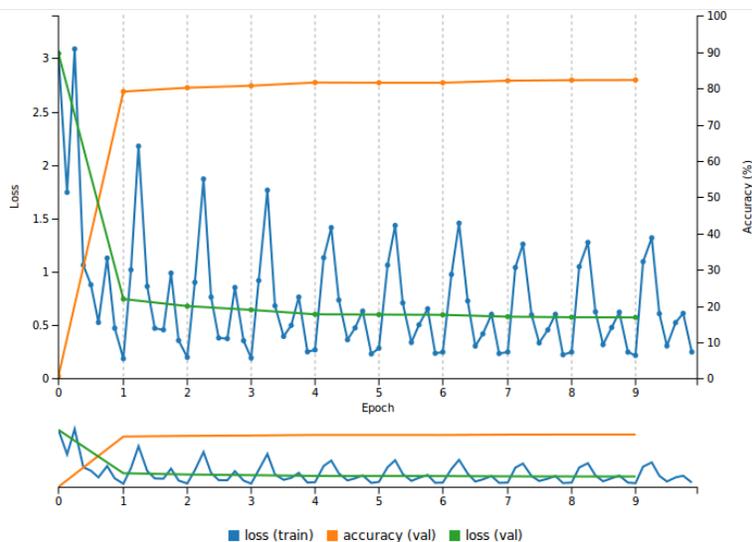
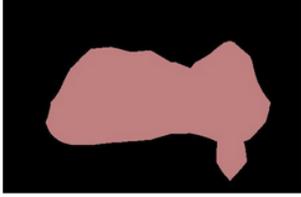
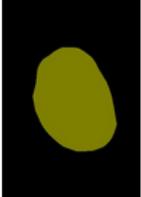
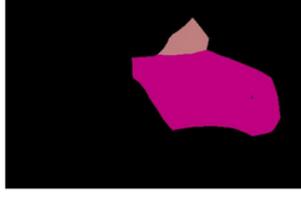


Figura 5.- Gráfica que muestra la precisión y la pérdida obtenida del modelo.

Otra evaluación aplicada al modelo fue obteniendo el porcentaje de error en la segmentación. Se aplicó este método de evaluación a una muestra de 10 imágenes del repositorio BSDS500, las cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.- Prueba del modelo con una muestra de imágenes del repositorio BSDS500.

Imagen de prueba	Objetos encontrados	Inferencia (segmentación)	Porcentaje de error
	<ul style="list-style-type: none"> Class #0 (background) Class #1 (aeroplane) Class #4 (boat) Class #7 (car) 		11.70%
	<ul style="list-style-type: none"> Class #0 (background) Class #1 (aeroplane) 		9.21%
	<ul style="list-style-type: none"> Class #0 (background) Class #4 (boat) 		4.96%
	<ul style="list-style-type: none"> Class #0 (background) Class #3 (bird) 		16.02%

	<ul style="list-style-type: none">  Class #0 (background)  Class #3 (bird)  Class #15 (person) 		20.15%
	<ul style="list-style-type: none">  Class #0 (background)  Class #15 (person) 		11.92%
	<ul style="list-style-type: none">  Class #0 (background)  Class #3 (bird) 		15.01%
	<ul style="list-style-type: none">  Class #0 (background)  Class #3 (bird) 		4.99%
	<ul style="list-style-type: none">  Class #0 (background)  Class #12 (dog)  Class #13 (horse)  Class #15 (person) 		10.95%
	<ul style="list-style-type: none">  Class #0 (background)  Class #5 (bottle)  Class #11 (diningtable)  Class #12 (dog)  Class #14 (motorbike)  Class #15 (person) 		24.53%
Total de la muestra tomada			12.94%

Conclusiones.

Las imágenes segmentadas por el modelo implementado muestran cierta pérdida de exactitud en comparación a las regiones reales, sin embargo, realiza con un grado de precisión aceptable la clasificación de las regiones (semántica), con 82% mostrado en la Figura 5.

Agradecimientos.

Se agradece al CONACYT por todo el apoyo económico otorgado durante el transcurso de la maestría, así como al TecNM y al CENIDET por el respaldo y formación blindada hasta la fecha.

Referencias.

1. Berkeley Artificial Intelligence Research, Classes of Caffe - Deconvolution layer, http://caffe.berkeleyvision.org/doxygen/classcaffe_1_1DeconvolutionLayer.html, California 2016.
2. D. Britz, Deep learning glossary, <http://www.wildml.com/deep-learning-glossary/>, California 2015.
3. P. F. Christ; M. E. A. Elshaer; F. Ettliger; S. Tatavarty; M. Bickel; P. Bilic; & W. H. Sommer in International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, Atenas 2016, pp. 415-423.
4. Goodfellow; Y. Bengio; & A. Courville, Massachusetts 2016.
5. G. Heinrich, Image Segmentation Using DIGITS 5, <https://github.com/NVIDIA/DIGITS/tree/master/examples/semantic-segmentation>, California 2016.
6. S. Hijazi, R. Kumar, & C. Rowen, San José 2015.
7. Y. LeCun; L. Bottou; Y. Bengio; & P. Haffner in Proceedings of the IEEE, 1998, 86(11), 2278-2324.
8. Y. Jia; E. Shelhamer; J. Donahue; S. Karayev; J. Long; R. Girshick; & T. Darrell in Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia, 2014, pp. 675-678.
9. H. Lee; R. Grosse; R. Ranganath; & A. Y. Ng in Proceedings of the 26th annual international conference on machine learning, 2009, pp. 609-616.
10. F. Li, Machine Learning in Computer Vision, <https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring07/cos424/lectures/li-guest-lecture.pdf>, Nueva Jersey 2007.
12. E. Morales, Deep learning, <http://ccc.inaoep.mx/~emorales/Cursos/Aprendizaje2/Acetatos/deeplearning.pdf>, Puebla 2016.
13. H. Noh; S. Hong; & B. Han in Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2015, pp. 1520-1528.
14. NVIDIA, Introduction to Deep learning with GPUs, <http://on-demand.gputechconf.com/gtc/2015/webinar/deep-learning-course/intro-to-deep-learning.pdf>, California 2015
15. E. Shelhamer; J. Long; & T. Darrell, Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation. 2016.
16. L. Tai; Q. Ye; & M. Liu, arXiv preprint arXiv:1610.01732, 2016
17. M. D. Zeiler; G. W. Taylor; & R. Fergus in 2011 International Conference on Computer Vision, 2011, pp. 2018-2025.

SISTEMA DE DETECCIÓN OPORTUNA DE ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN SEXUAL.

L. Villavicencio Gómez y B. A. Aranda Benítez

¹*Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ)*
villavicencio_2000@itzacatepec.edu.mx, baaranda@yahoo.es, Calzada Tecnológico 27, Col
Centro, Zacatepec, Morelos; México.

Área de participación: Inteligencia Artificial.

Resumen – El presente trabajo muestra el uso del Shell JESS de Sistemas Expertos para la realización de un Sistema Experto que ofrece un diagnóstico médico para la detección de enfermedades de transmisión sexual. El sistema hace uso de reglas preestablecidas para dar un diagnóstico en base a una serie de preguntas en donde el usuario puede contestar *sí* o *no*. Se pretende que este sistema pueda ser usado por cualquier usuario que necesite un diagnóstico rápido, ya que muchas veces las personas no acuden a un médico por inseguridad o pena tratándose de enfermedades de transmisión sexual. Cabe mencionar que el diagnóstico toma en cuenta síntomas básicos de cada enfermedad, por lo tanto no siempre va a coincidir con la enfermedad real del usuario, es por esto que se recomienda acudir a un profesional de la salud.

Introducción

¿Qué son las Enfermedades de transmisión sexual?

Las enfermedades de transmisión sexual (ETS) son infecciones que se adquieren por tener relaciones sexuales con alguien que esté infectado. Las causas de las ETS son las bacterias, parásitos y virus. Existen más de 20 tipos de ETS.

Las enfermedades de transmisión sexual en México son más comunes de lo que imaginamos. Se registran en 220 mil casos al año, y esto se considera ya un problema de salud pública.

Modos de contagio

La mayoría de las ETS se contagian a través de la transferencia de fluidos durante la actividad sexual. Estas relaciones pueden ser anales, vaginales o incluso orales. Algunas ETS también pueden ser contagiadas por un contacto directo, no sexual, con tejidos o fluidos infectados. Un modo común de transmisión no sexual es el contacto con la sangre infectada, por ejemplo, compartiendo las agujas cuando se usan drogas intravenosas, esta es una causa importante de transmisión de VIH y de Hepatitis B. Se transmiten además por trasplante de tejidos y son transmitidas de madre a hijo durante la gestación, el parto o la lactancia.

¿Cuál es la causa?

Las enfermedades de transmisión sexual pueden ser causadas por hongos, virus (herpes, hepatitis, papiloma humano, sida, etcétera), bacterias (gonorrea, clamidia, sífilis, estreptococo...), protozoos (trichomona, giardia...), parásitos (causantes de

ladillas...) y otros gérmenes microscópicos. La mayoría de las ETS afectan tanto a hombres como a mujeres, pero en muchos casos los problemas de salud que provocan pueden ser más graves en las mujeres. Si una mujer embarazada padece de ETS, puede causarle graves problemas de salud al bebé.

Planteamiento del problema

La detección de la mayoría de las enfermedades de transmisión sexual resulta complicada atenderlas en tiempo y forma debido a que las personas sienten un cierto tipo de temor o pena de que un médico los analice y observe el tipo de enfermedad que presentan, o en ocasiones, porque no atienden los síntomas que presentan y no les toman importancia hasta que su problema se torna grave.

Un problema en la actualidad que se presenta en nuestro país, es que cada vez más jóvenes reportan tener una vida sexual activa, lo que causa una mayor probabilidad para la población el incremento de la propagación de este tipo de enfermedades. También a pesar de que actualmente existen más medios de información y propaganda para la gente sobre este tipo de enfermedades y sus formas de prevención, el diagnóstico de éstas incrementa año con año.

Es por eso que surge la necesidad de realizar un sistema que pueda diagnosticar a los usuarios una posible enfermedad que a simple vista parezca una pequeña anomalía y le pueda tomar la importancia necesaria para convencerlo de que acuda urgentemente con un médico especialista.

Objetivo del proyecto

Diagnosticar mediante un Sistema Experto una o varias enfermedades de transmisión sexual que puedan presentar los usuarios en base a la contestación de una serie de preguntas referentes a síntomas específicos de las enfermedades más comunes de transmisión sexual.

Objetivos Específicos:

- Prevenir que una persona enferma espere más tiempo en atender su problema.
- Aumentar el índice de diagnósticos oportunos de ciertas enfermedades.
- Proporcionar una interfaz ilustrativa de los síntomas y las enfermedades.
- Contar con una herramienta confiable y óptima para la detección de enfermedades de transmisión sexual.

Sección Experimental.

El sistema fue creado en Eclipse junto con la implementación de librerías de un Shell para desarrollo de Sistemas Expertos, JESS (Java Expert System Shell).

La información de las enfermedades, así como sus respectivos síntomas y las condiciones para determinar un diagnóstico, son almacenados por el programador del sistema, la base de conocimientos a través de un archivo con formato CLIPS (.clp). El motor de inferencia se implementó utilizando las librerías de JESS utilizando un objeto llamado "Rete". El programa mediante una interfaz de usuario le mostrará al usuario una serie de preguntas correspondientes a los síntomas de las enfermedades de transmisión sexual, las respuestas que el usuario dé se almacenarán en una base de hechos los cuales el motor de inferencia relacionará con la base de conocimiento para poder dar un diagnóstico o continuar con otra serie de preguntas. En la Figura 1 se muestra la totalidad del Sistema Experto y los elementos que intervienen.

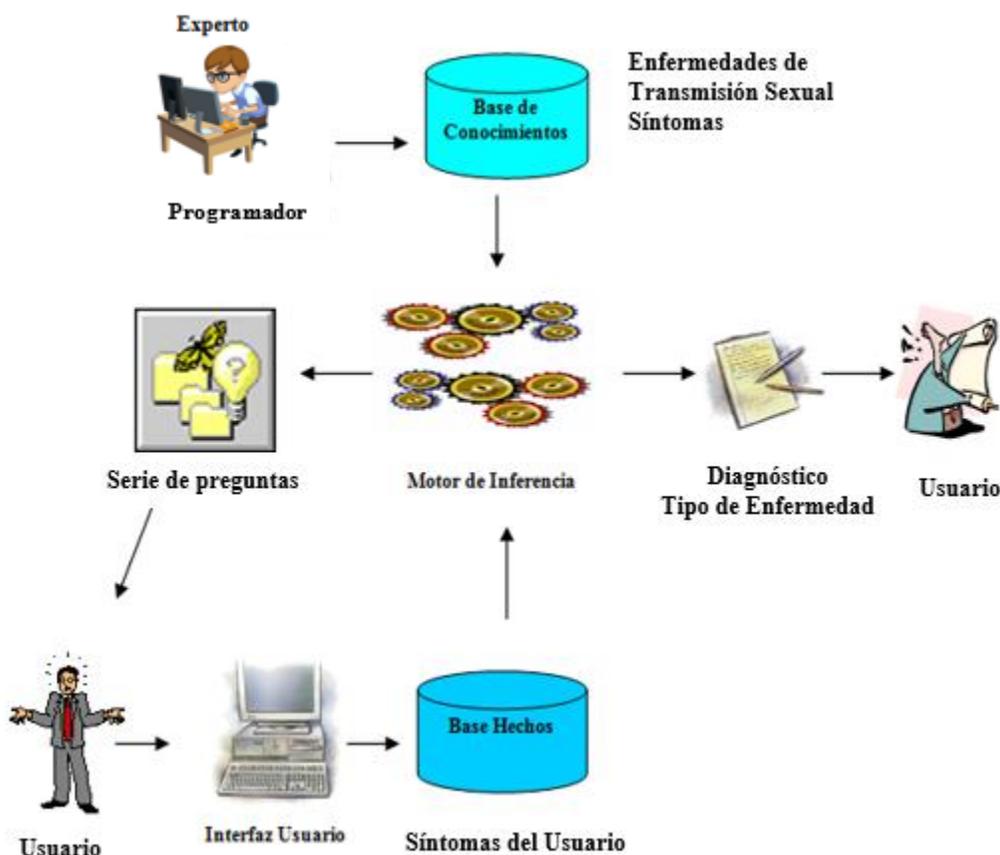


Figura 1.- Mapa Conceptual de los Módulos.

Resultados y Discusión.

Como se puede apreciar en la Figura 2, la aplicación muestra al comienzo una ventana de bienvenida indicando el nombre del sistema.



Figura 2.- Pantalla de bienvenida.

Al dar clic en el botón de “Siguiete”, se abrirá otra ventana (Figura 3) la cual contendrá la primer pregunta de la primer enfermedad que se diagnosticará, es decir que por cada enfermedad son cierto número de preguntas, que en caso de ser todas afirmativas, devolverá el diagnóstico de dicha enfermedad.

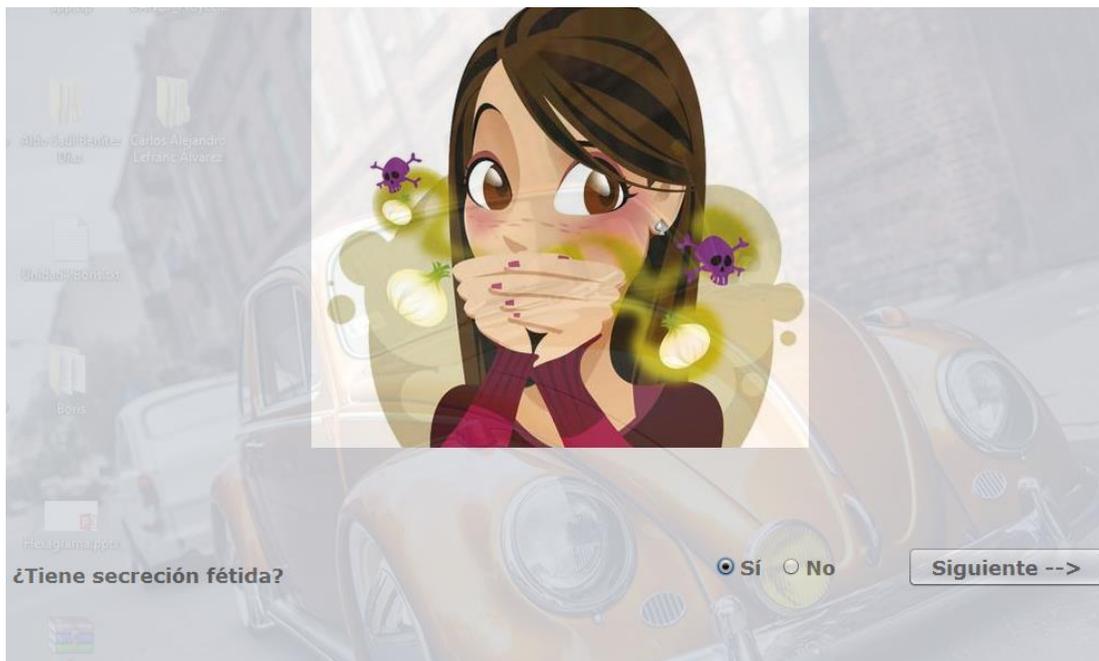


Figura 3.- Pantalla de la primer pregunta correspondiente a la primer enfermedad a diagnosticar.

Al dar clic en “Siguiente” se mostrará otra pantalla (Figura 4) pero ahora con la segunda pregunta correspondiente a la primer enfermedad.



Figura 4.- Pantalla de la segunda pregunta correspondiente a la primer enfermedad a diagnosticar.

Nuevamente, al dar clic en “Siguiente” se mostrará otra pantalla (Figura 5), conteniendo la tercer pregunta correspondiente a la primera enfermedad.



Figura 5.- Pantalla de la tercer pregunta correspondiente a la primer enfermedad a diagnosticar.

Ahora bien, como se pudo observar en estas tres preguntas, todas las respuestas fueron afirmativas, dando pie a que al dar clic en siguiente se diagnostique alguna enfermedad de transmisión sexual, pues se presentan los síntomas básicos

suficientes. En este caso como se puede ver en la Figura 6, el diagnóstico arrojado fue Tricomonosis.

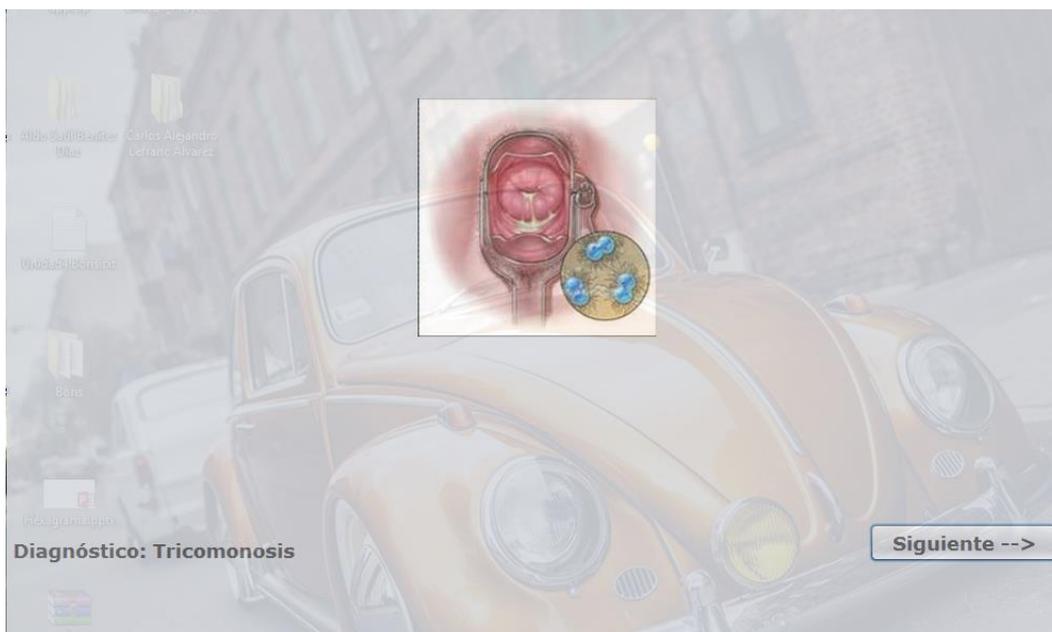


Figura 6.- Pantalla de salida indicando el diagnóstico obtenido en base a las respuestas dadas.

Cabe mencionar que en caso de que alguna pregunta fuera contestada de forma negativa, se presentarían nuevas preguntas para poder diagnosticar la segunda enfermedad y así sucesivamente hasta llegar al final de las enfermedades contempladas por el Sistema Experto, arrojando un mensaje tal como se muestra en la Figura 7.

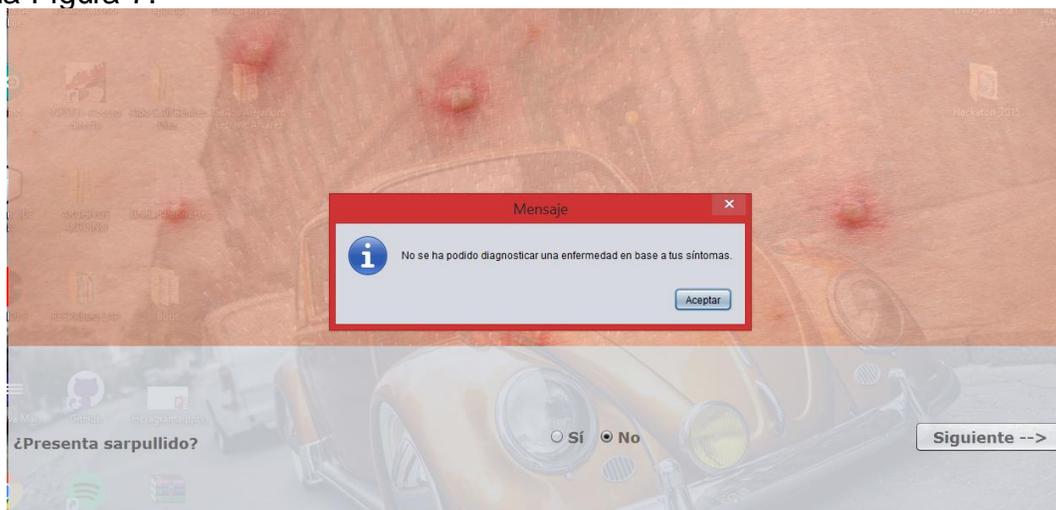


Figura 7.- Aviso de terminación del programa por síntomas insuficientes en el usuario.

A manera de despedida, se muestra una pantalla (Figura 8) donde aparecen algunas enfermedades de transmisión sexual y sus síntomas, a manera de reforzar el conocimiento sobre este tema en el usuario.

ETS (LESIONES CON SECRECIÓN)				
ENFERMEDAD	AGENTE PATÓGENO	SIGNOS Y SÍNTOMAS	DIAGNÓSTICO	TRATAMIENTO
Tricomonosis	Trichomonas vaginalis	50% asintomáticos, secreción fétida, líquida, color amarillento-verdoso; disuria; dispareunia; prurito vulvar y dolor	Identificación del parásito en preparación de la secreción con solución salina, cultivo en medio de Diamond, frotis de Papanicolaou	Metronidazol 1g dosis única, evitar ingesta de alcohol 24h posteriores al tratamiento
Gonorrea	Neisseria Gonorrhoeae	Cervicitis, vaginitis, secreción abundante, mucosa, no irritante, de color blanco-amarillento	Clinica, NAAT	Ceftriaxona 125mg IM
Infección por Chlamydia trachomatis	Chlamydia trachomatis	Secreción mucopurulenta, edema, hiperemia, disuria	Inspección de secreciones, cultivo, NAAT, ELISA	Azitromicina 1g dosis única
Vaginosis por Gardnerella	Gardnerella vaginalis	Secreción mal oliente, no irritante, color gris	KOH al 10% en la secreción en una lámina de vidrio: Olor a pescado	Metronidazol, Clindamicina
Candidiasis	Candida albicans	Secreción gruesa, espesa, irritación, edema, placas rojas	KOH	Miconazol, clotrimazol

Figura 8.- Pantalla de despedida.

Conclusiones

En la actualidad sigue incrementando el número de personas que presentan alguna enfermedad de transmisión sexual debido a que las personas cada vez a más temprana edad diagnostican una vida sexual activa, lo que aumenta las probabilidades de que contraigan una de estas enfermedades.

También es una situación real que las personas que comienzan a presentar síntomas relacionados con estas enfermedades les da miedo o pena comentarlo con una persona de confianza o ir con un médico especialista, y no es sino, hasta el momento en que su enfermedad se agrava, cuando deciden atenderse. Es por ello que se creó este sistema, ya que los usuarios lo pueden utilizar de manera personal y secreta si así lo desean y les otorga un diagnóstico preciso de alguna enfermedad si es que presentan un conjunto de síntomas, otorgándoles un conocimiento más a lo que tal vez por si mismos busquen en cualquier medio de información antes de decidirse a visitar un médico y según sea el caso, se le pueda detectar con certeza una enfermedad de manera oportuna.

Además, el sistema cuenta con la posibilidad de agregar más síntomas a cada enfermedad, así como también más enfermedades con su conjunto de respectivos síntomas lo que lo haría más amplio y aún más preciso para diagnosticar una enfermedad.

Referencias

1. https://es.wikipedia.org/wiki/Infecciones_de_transmisi%C3%B3n_sexual
2. https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_experto
3. <http://herzberg.ca.sandia.gov/>
4. <http://infogen.org.mx/enfermedades-de-transmision-sexual/>
5. Menken Maarten, "JESS Tutorial", Universidad de Vrije, Amsterdam, 2002.
6. David King, Paul Harmon, " Sistemas Expertos."; Ediciones Díaz de Santos, 1988.
7. Alfredo Paredes Barros; "Inteligencia Artificial"; Editorial: Wesley Publishing Co.

8. Pignani Juan Manuel; Universidad Tecnológica Nacional; Sistemas Expertos;
9. Investigación de la Universidad, año 2002.
10. Giarratano y Riley, "Expert Systems: Principles and Programming", Tercer
11. Edición, PWS Publishing, Boston, 1998.
12. Rolston David W. "Principios de INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS
13. EXPERTOS 1997, pp.167

SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS NATURALES “VIVA STONE”

E. Anguiano- Bello¹, A. Carrillo- Quiroz², M. G. Galeana- Brito³, F.J. Ramírez-Sandoval⁴ y A. Carrillo- Fernández⁵

¹*Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala ernestina.anguiano@itiguala.edu.mx, Carretera Nacional iguala-Taxco esquina periférico norte. Col. Adolfo López Mateos Informavit. Iguala de la Independencia, Gro. México.,* ²*Departamento de Servicios Escolares del Instituto Tecnológico de Iguala-anastacio.carrillo@itiguala.edu.mx,*

³*Departamento de Recursos Financieros del Instituto Tecnológico de Iguala-guadalupe.galeana@itiguala.edu.mx,* ⁴*Departamento de Gestión y Vinculación del Instituto Tecnológico de Iguala- fcojavier.ramirez@itiguala.edu.mx,* ⁵*Ingeniería en Sistemas computacionales del Instituto Tecnológico de Iguala- art_carrillofdz@hotmail.com*

Área de participación: *Sistemas Embebidos y el internet de las cosas*

Resumen: El presente trabajo esta enfocado a la Implementación de un sistema de información para la selección de productos y muestra de materiales naturales con información gráfica para facilitar la búsqueda de información y mejorando la atención al cliente de la empresa Viva Stone. Se utilizo la metodología en cascada ya que permite una revisión final para continuar a la siguiente fase del proyecto. Se trabajo con la herramienta de desarrollo java jdk. El sistema automatizado tiene la capacidad de almacenar los datos de los materiales como su código, nombre, ubicación y descripción, así como desplegar una lista de posibles resultados, con su respectiva imagen para su pronta localización.

Introducción.

Viva Stone es una empresa que adopta como personalidad la misión de proporcionar productos y materiales de alta calidad, cumpliendo con los estándares y normativas necesarias, pero una de las cosas que tiene un alto impacto dentro de sus ventas no solo el producto que vende sino también como lo vende, los empleados se encargan de brindar una atención eficiente hacia los clientes que llegan con la intención de comprar algún producto.

La empresa Viva Stone Recubrimientos Naturales dedicada a la venta de piedras moldeadas o recortado para el recubrimiento de interiores y exteriores cuenta con procesos manuales para el manejo de datos, generando las operaciones contables a papel que requieren de mucho tiempo o también utilizando herramientas ofimáticas como Power Point para catalogar las distintas clases de productos que ofrecen convirtiéndolo en algo abrumador.

Esto hace necesario la implementación de herramientas tecnológicas que agilize los procesos de venta de los productos ubicados en almacén, mejorando los servicios de atención hacia los clientes y evitar las molestias que se puedan ocasionar al cliente demorándolos o invitándolos a acceder a la parte posterior de la tienda para la visualización del producto que el cliente desea obtener.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Para la realización de este sistema de Información se hizo la combinación de tres tipos de metodologías; la incremental, cascada y SCRUM.

La metodología incremental fue necesaria para poder establecer estrategias que ayudara a controlar la complejidad y riesgos del proyecto. Se utilizó pensando en desarrollar una parte de software y reservando la posibilidad de redefinir aspectos para el futuro anticipándose ante cualquier eventualidad que pueda poner en riesgo la conclusión del proyecto o la necesidad de agregar nuevas funciones no preestablecidas.

El enfoque de cascada se implementó para definir varios conceptos iniciales del proyecto como lo son; el análisis de las necesidades y requerimientos del software para asegurar el buen funcionamiento del sistema una vez implementado en la empresa, el diseño de la arquitectura y la planificación actividades a realizar a lo largo del periodo de residencias profesionales.

Por último, se aplicó la metodología SCRUM con el fin de cumplir con los requisitos establecidos en un principio y poder realizar pequeñas entregas de código, avances y resultados en los periodos acordados.

Desarrollo

Para el desarrollo del sistema se utilizaron las siguiente herramientas

- Un sistema gestor de base de datos (MySQL).
- Entorno de desarrollo (NetBeans IDE)
- Herramienta de desarrollo de software (Java JDK)
- Editor de gráficos (Photoshop)

Diseño del sistema.

El login está diseñado para dar o denegar el acceso al sistema y evitar que personas ajenas a la empresa puedan borrar o modificar información almacenada dentro de la base de datos. No existen ningún roll de usuarios, todos los usuarios con acceso al sistema pueden hacer uso de todas las funciones como se muestra en la figura1.



Figura 1.- Ventana principal de la aplicación.

Esta contiene el buscador que utiliza una consulta SQL **LIKE** que determina si una cadena de caracteres específica coincide con un patrón especificado. Durante la operación de búsqueda de coincidencias de patrón, los caracteres normales deben coincidir exactamente con los caracteres especificados en la cadena de caracteres escritos por el usuario. Este tipo de consulta nos ayuda a buscar posibles coincidencias dentro de la tabla especificada en el **ComboBox (Clasificación)**. Ver figura 2 y 3.



Figura 2.- Buscador.

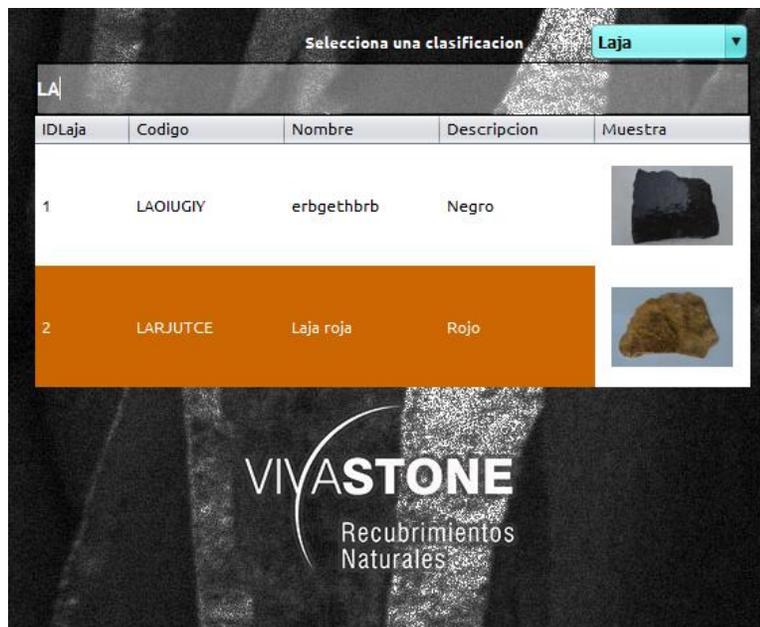


Figura 3.- Resultado de la búsqueda

Visor.

Ver fotos despliega un visor de imágenes con todas las fotos que contiene el registro seleccionado dentro de la tabla, en el visor se ve de manera más detalla

cada una de las fotos respectivas al material para mostrarla al cliente como se muestra en la figura 4 y 5.

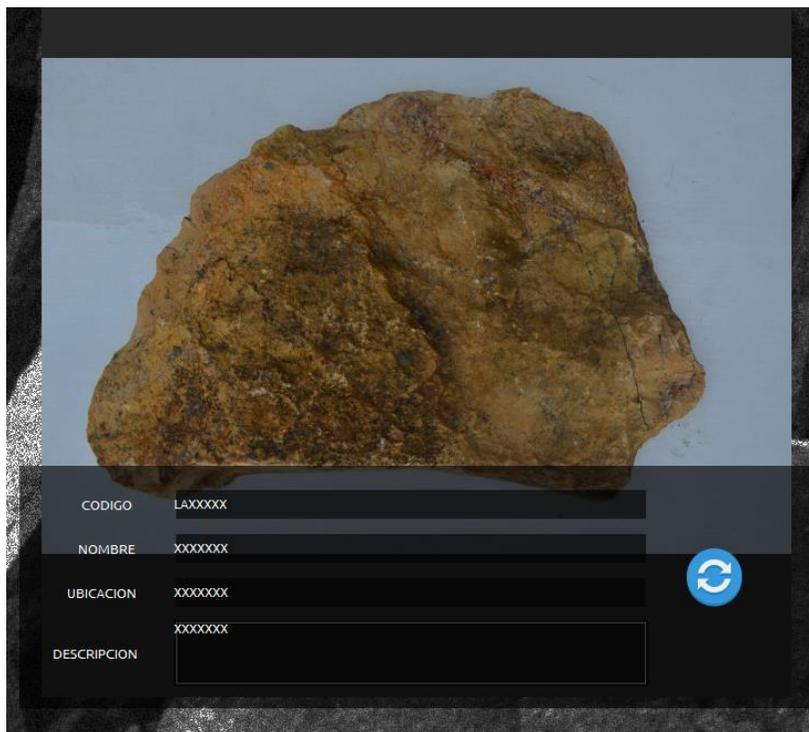


Figura 4.- Visor descriptivo.



Figura 5.- Carrete de fotos.

Agregar muestras.

El botón agregar hace visible un formulario en el cual su función principal es permitir al usuario agregar nuevas para alimentar el catálogo de materiales de la

empresa de una manera muy sencilla, en este formulario también cuenta de buscar un material con la posibilidad de actualizar su información general o tan solo de las imágenes. Ver figura 6.

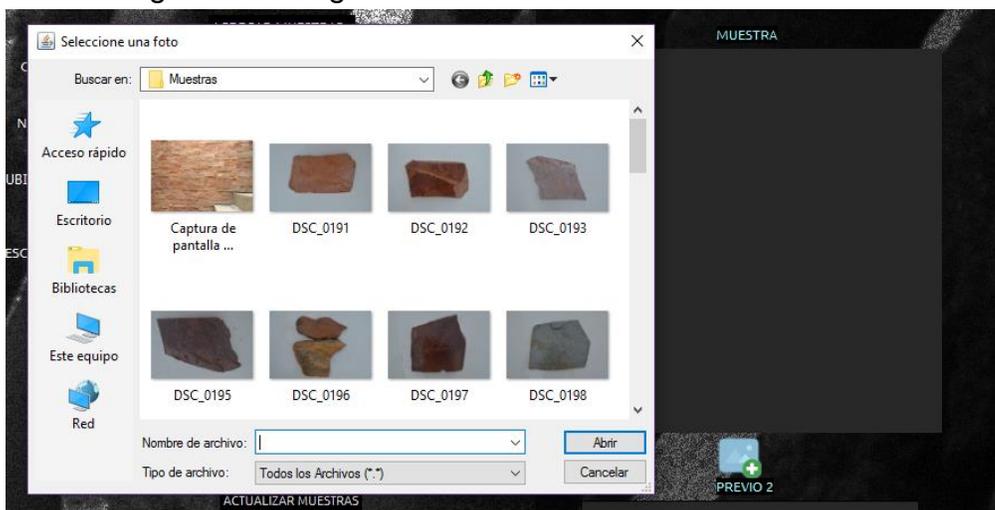


Figura 6.- Seleccionar foto.

Redimensión.

A grandes rasgos el redimensionar se obtiene propiedades de la imagen original y la vuelve a dibujar en una escala menor. Como se muestra en la figura 7.



Figura 7.- Foto cargada.

Resultados y Discusión.

Se logró obtener una aplicación estable con un diseño de interfaz gráfica intuitivo y agradable, además será una gran herramienta en la realización de ventas y ayudará a que el cliente tenga una mejor visualización y elección del material.

Conclusiones.

El sistema de Información automatizado proporciona para la empresa “Viva Stone” una imagen innovadora, ya que los clientes que quieran comprar este tipo de

material natural (laja, teja, mármol, cantera y granito natural) podrán consultarla en el sistema de información proporcionada por la propia empresa, así como su localización, y sus páginas en el Internet.

Agradecimientos.

Los autores agradecen el apoyo a la empresa Viva Stone Recubrimientos Naturales por las facilidades para la realización del proyecto a través de la estancia de residencia profesional.

Referencias.

1. M. Bustillos, Programación de bases de datos con JDBC y JAVA, Anaya Multimedia, 2001.
2. L. F. García, Programación orientada a objetos en Java, Universidad del Norte, 2010.
3. D. Mazier, Photoshop CC: para PC/Mac, Studio Factory, Ediciones ENI, 2014.
4. T.Cyril, MySQL 5: instalación, implementación, administración, programación, Ediciones ENI, 2006.
5. X. Fatos, Aplicaciones distribuidas en Java con tecnología RMI, Delta Publicaciones, 2007.

CONTROLADOR PROPORCIONAL INTEGRAL GENERALIZADO ROBUSTO PARA UN REHABILITADOR DE TOBILLO DE 2GDL

A. Blanco-Ortega¹, A. Magadán-Salazar², E. Antúnez-Leyva³, J. A. Santana-Camilo¹

¹Departamento de Ingeniería Mecánica del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Avenida Palmira SN, Col. Palmira, Cuernavaca Morelos, México - andres.blanco@cenidet.edu.mx, jasantanac@hotmail.com ²Departamento de Ciencias Computacionales del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico - magadandy@cenidet.edu.mx, ³Subcoordinación de Hidráulica Urbana, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua - eantunez@tlaloc.imta.mx

Área de participación: Robótica

Resumen: El seguimiento de trayectorias predefinidas representa una problemática a resolver debido a las perturbaciones variables que se pueden presentar en los sistemas reales de los diferentes dispositivos mecatrónicos desarrollados en el mundo. El uso de controladores robustos garantiza que el error de seguimiento tienda a cero aun cuando se presentan perturbaciones que pueden aparecer y variar en el tiempo. En el presente trabajo se diseñó e implementó un controlador proporcional integral generalizado (GPI) robusto para el seguimiento de trayectorias predefinidas de un rehabilitador de tobillo basado en una mesa X-Y. Las perturbaciones consideradas son por incertidumbre en los parámetros y un torque representando la rigidez de la articulación en el tobillo. Se presentan resultados de simulaciones obtenidas con un prototipo virtual bajo el ambiente del software de MSC Adams View.

Introducción.

Los seres humanos estamos sujetos a presentar incidentes traumáticos los cuales ocasionan lesiones en las extremidades inferiores y superiores. Estas lesiones inducen a que no se puedan realizar actividades de la vida cotidiana. Además, existen diversas enfermedades neuromusculares que requieren rehabilitación inmediata para evitar daños más severos o permanentes y evitar una aceleración en la degeneración de los músculos. Cuando un músculo no se utiliza o se debilita, tiende a acortarse, resultando que las articulaciones se vuelvan rígidas y ocasionando deformidades. Por otra parte, las fracturas obligan a la inmovilización del miembro a fin de que el hueso fracturado pueda soldarse en la posición correcta. Lo que provoca un deterioro muy notable sobre músculos y articulaciones, que, sin el estímulo del movimiento o una terapia física, pierden parte de sus aptitudes.

La rehabilitación, en un sentido general, es el proceso por el cual se recuperan las aptitudes físicas perdidas, a causa de un incidente traumático, mediante terapia física. Para lograr una mejor rehabilitación (tobillo, cadera, rodilla, brazo, manos, etc.) se han propuesto algunos sistemas robóticos que permiten mover suavemente y estirar los músculos y tendones.

Las máquinas de rehabilitación propuestas generalmente son robots de tipo paralelo. Un robot paralelo es una estructura mecánica formada por un mecanismo de cadena cerrada en el que el efector final se une a la base por al menos dos cadenas cinemáticas independientes. Estos robots paralelos se han propuesto desde 1 grado de libertad (gdl) hasta 6 gdl [1-6, 8, 10-12]. El objetivo o interés en desarrollar máquinas o dispositivos de rehabilitación de tobillo, es que ayuden a

recuperar la movilidad, evitar y reducir la espasticidad, disminuir el trabajo repetitivo de un terapeuta, incrementar el número de servicio de terapias, reducir el tiempo de recuperación y ofrecer una mayor diversidad de terapias personalizadas con movimientos precisos y seguros. Por lo que los objetivos de control básicamente son que proporcione movimientos suaves mediante el seguimiento de trayectorias y que sea robusto ante perturbaciones, derivadas de los diferentes pesos de la pierna-tobillo-pie y de la rigidez presente en las articulaciones. En la Figura 1 se muestran los tres movimientos que pueden realizarse en el tobillo: 1) dorsi/plantarflexión, 2) inversión/eversión y 3) abducción/aducción. En la tabla 1 se muestran los intervalos máximos para cada movimiento [11].

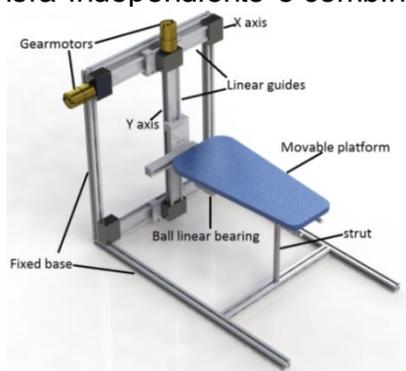


Figura 1.- Movimientos del tobillo con respecto a los tres ejes.

Tabla 1.- Intervalos para cada movimiento del tobillo.

Tipo de movimiento	Valores máximos
Dorsiflexión	20.3° a 29.8°
Plantarflexión	37.6° a 45.8°
Inversión	14.5° a 22.0°
Eversión	10.0° a 17.0°
Abducción	15.4° a 25.9°
Aducción	22.0° a 36.0°

En [2, 6] se propuso un robot rehabilitador de tobillo basado en una configuración paralela, el cual utiliza un sistema de mesa XY, ver Figura 2, para proporcionar movimientos de dorsiflexión-plantarflexión y abducción-aducción, ya sea de manera independiente o combinando ambos movimientos.



Prototipo virtual



Prototipo físico

Figura 2.- Rehabilitador de tobillo basado en una mesa XY.

Fundamento Teórico.

El mecanismo para rehabilitación de tobillo basado en una mesa X-Y propuesto en [2, 6], consiste de: dos actuadores (motorreductores de CD) para los movimientos horizontal y vertical de la mesa X-Y, de una plataforma fija y otra móvil donde se apoyará el pie del tobillo a rehabilitar. Se utilizan uniones esféricas para unir la base móvil con la base fija y la mesa X-Y, ver figura 2 y 4.

En este artículo se consideran los movimientos básicos e independientes de abducción/aducción y dorsiflexión/plantarflexión, ver Figura 1, los cuales representan los movimientos de una mesa X-Y en las direcciones de X y Y, respectivamente. Para el movimiento del eje X, se considera la masa m_1 que corresponde a la suma de la masa de la base móvil y toda la masa del sistema de guía lineal para el eje Y. en el eje Y se considera la masa m_2 en el modelado debido solo a la base móvil. Se considera amortiguamiento viscoso, b , en ambas guías lineales entre el carro y la guía, ver Figura 3.

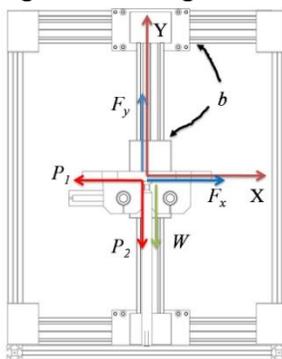


Figura 3.- Diagrama de cuerpo libre del rehabilitador basado en una mesa XY.

El modelo matemático que rige la dinámica para el rehabilitador de la mesa XY puede ser obtenido al aplicar la segunda ley de Newton, el cual está dado por [2, 6]:

$$\ddot{x} + \frac{b}{m_1 + m_2} \dot{x} - \frac{F_x - P_1}{m_1 + m_2} = 0 \quad (1)$$

$$\ddot{y} + \frac{b}{m_2} \dot{y} - \frac{F_y + W - P_2}{m_2} = 0 \quad (2)$$

Reexpresando el modelo matemático (1) y (2):

$$\ddot{x} = u_x + P_x \quad (3)$$

$$\ddot{y} = u_y + P_y \quad (4)$$

donde

$$u_x = \frac{F_x}{m_1 + m_2} - \frac{b}{m_1 + m_2} \dot{x} \quad y \quad P_x = \frac{-P_1}{m_1 + m_2}$$

$$u_y = \frac{F_y}{m_2} - \frac{b}{m_2} \dot{y} \quad P_y = \frac{W - P_2}{m_2}$$

Si se consideran perturbaciones acotadas, debido a la rigidez presente en la articulación del tobillo del paciente y a los pesos de los componentes que soportan la plataforma móvil y parte del peso de la plataforma, de la forma:

$$\tau_x = a_3 t^3 + a_2 t^2 + a_1 t + a_0 + P_x \quad (5)$$

$$\tau_y = b_3 t^3 + b_2 t^2 + b_1 t + b_0 + P_y$$

Se proponen los siguientes controladores GPI robustos para el seguimiento de trayectorias [9]:

$$u_x = \ddot{x}_d - k_5 (\hat{x} - \dot{x}_d) - k_4 (x - x_d) - k_3 \int_0^t (x - x_d) d\tau - k_2 \int_0^t \int_0^\tau (x - x_d) d\lambda d\tau$$

$$- k_1 \int_0^t \int_0^\tau \int_0^\lambda (x - x_d) d\sigma d\lambda d\tau - k_0 \int_0^t \int_0^\tau \int_0^\lambda \int_0^\sigma (x - x_d) d\rho d\sigma d\lambda d\tau \quad (6)$$

$$u_y = \ddot{y}_d - k_5 (\hat{y} - \dot{y}_d) - k_4 (y - y_d) - k_3 \int_0^t (y - y_d) d\tau - k_2 \int_0^t \int_0^\tau (y - y_d) d\lambda d\tau \quad (7)$$

$$- k_1 \int_0^t \int_0^\tau \int_0^\lambda (y - y_d) d\sigma d\lambda d\tau - k_0 \int_0^t \int_0^\tau \int_0^\lambda \int_0^\sigma (y - y_d) d\rho d\sigma d\lambda d\tau$$

Donde \hat{x} es el valor estimado de \dot{x} y se define como:

$$\hat{x} = \int_0^t u_x d\tau \quad \hat{y} = \int_0^t u_y d\tau \quad (8)$$

$$\dot{x} = \hat{x} + \dot{x}_0 \quad y = \hat{y} + \dot{y}_0$$

Sustituyendo los controladores (6 y 7) en las ecuaciones (3 y 4), se tiene:

$$F_x = u_x (m_1 + m_2) + b \hat{x} \quad (9)$$

$$F_y = m_2 u_y + b \hat{y} \quad (10)$$

La dinámica en lazo cerrado con el controlador tipo GPI robusto propuesto, en donde el error para el eje X es $e = x - x_d$ está dada por:

$$e^{VI} + k_5 e^V + k_4 e^{IV} + k_3 \ddot{e} + k_2 \dot{e} + k_1 e + k_0 e = 0 \quad (11)$$

La cual es similar para el eje Y. Donde el polinomio característico de la red de retroalimentación para el eje X es:

$$s^6 + k_5 s^5 + k_4 s^4 + k_3 s^3 + k_2 s^2 + k_1 s + k_0 = 0 \quad (12)$$

Los parámetros k_0, \dots, k_5 son seleccionados de manera que el polinomio característico de (12) sea Hurwitz (raíces en el semiplano complejo izquierdo), para garantizar que la dinámica del error sea globalmente asintóticamente estable. La trayectoria de posición deseada suave para el movimiento de dorsiplantar/pantarflexión y abducción/aducción está dada por el siguiente polinomio de Bézier:

$$x_d(t) = x_i + (x_f - x_i)\sigma(t, t_i, t_f)\mu_p^5 \tag{13}$$

$$\sigma(t, t_i, t_f) = \gamma_1 - \gamma_2\mu_p + \gamma_3\mu_p^2 - \dots + \gamma_6\mu_p^5$$

$$\mu_p = \frac{t - t_i}{t_f - t_i}$$

donde x_i y x_f son las posiciones inicial y final deseadas, de manera que la base del rehabilitador inicie desde una posición inicial y vaya a una final con un cambio suave, tal que:

$$x_d(t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq t < t_i \\ \sigma(t, t_i, t_f)x_f & t_i \leq t < t_f \\ x_f & t > t_f \end{cases} \tag{14}$$

Los parámetros de (13) son $\gamma_1=252$, $\gamma_2=1050$, $\gamma_3=1800$, $\gamma_4=1575$, $\gamma_5=700$ y $\gamma_6=126$.

Resultados y Discusión.

Se presentan resultados de simulación utilizando el prototipo virtual del robot paralelo basado en una mesa XY bajo el ambiente de Adams View. En la tabla 2 se muestran los parámetros de simulación utilizados y obtenidos del prototipo virtual. Se observan los eslabones principales del rehabilitador, se omiten los tres actuadores para cada movimiento. También, se observan los íconos de los pares cinemáticos utilizados para definir el movimiento entre los eslabones, las fuerzas que proporcionan las guías lineales y que son las entradas de control. Este tipo de simulaciones con el uso de software de ingeniería asistida por computadora, permite un análisis más cercano a la realidad, ya que se utilizan funciones de contacto entre componentes, fricción y colocar fuerzas o torques que representan el peso del pie del paciente, o torque debido a la rigidez en la articulación del tobillo.

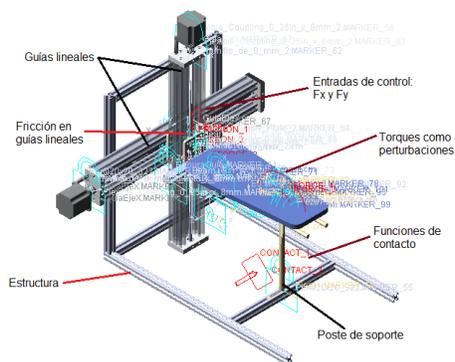


Figura 4.- Rehabilitador de tobillo en ambiente de Adams View.

Tabla 2.-Parámetros de simulación.

$m_1=2\text{ kg}$	Masa del eje X
$m_2=1.5\text{ kg}$	Masa del eje Y
$b=0.0\text{ Ns/m}$	Coefficiente de amortiguamiento viscoso
$\mu_s=0.2$	Coefficiente de fricción estático en las guías lineales
$\mu_k=0.14$	Coefficiente de fricción dinámico en las guías lineales

Las simulaciones mostradas en las figuras 5 y 6 fueron obtenidas con en el prototipo virtual del rehabilitador de tobillo. El prototipo virtual contiene la información de masas y momentos de inercia reales debido a la geometría de los eslabones y al material asignado; solo se implementa la ley de control (6-7) sin introducir el modelo matemático (1-2). La perturbación que se considera es debido al peso de las barras que unen la plataforma móvil con la guía lineal del eje Y, y parte del peso de la plataforma móvil.

En la figura 5 se muestra la respuesta para el movimiento real y deseado de abducción en movimiento lineal x y angular ϕ , utilizando el controlador GPI robusto (2), grafica inferior. Se observa, cómo se obtiene un movimiento suave de 0° a 20° (0 a 0.1m), grafica de en medio, utilizando (4). De manera similar, en la figura 6 se muestra la respuesta para un movimiento angular θ de dorsiplantar de 0 a 20° (0 a 0.1m para y). También, se tiene un seguimiento suave, donde el error tiende a cero.

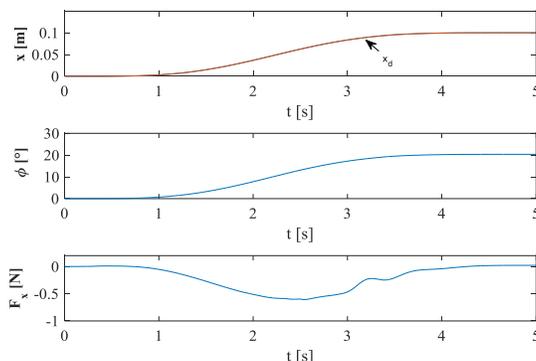


Figura 5.- Respuesta para movimiento de abducción (eje X) sin perturbación.

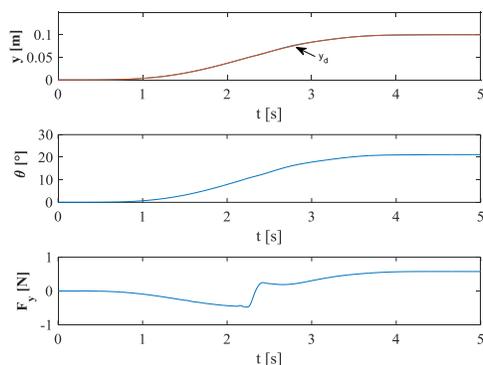


Figura 6.- Respuesta para movimiento de dorsiflexión (eje Y) sin perturbación.

Las figuras 8 y 9 se obtuvieron con el prototipo virtual y con la ley de control de GPI robusto, se consideró una perturbación que denota la rigidez en la articulación

del tobillo (ver figura 7) y que se opone al movimiento, aunado a los pesos de los componentes que van unidos a la guía lineal y la plataforma móvil. Esta es una prueba de robustez al controlador para compensar perturbaciones considerando perturbaciones variables de tercer grado y a pesar de que no se utilizaron los valores reales en los parámetros se obtuvo una buena respuesta; en la trayectoria se tiene un error menor de un grado. Se propone el torque mostrado en la figura 7, el cual es basado en los valores de torque presentes en el tobillo al levantarse de una silla [7].

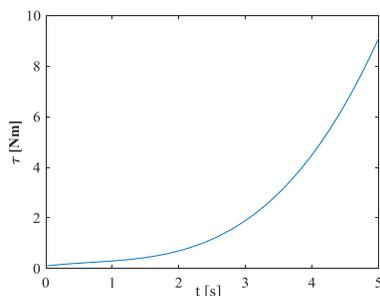


Figura 7.- Torque representando la rigidez en la articulación del tobillo – perturbación.

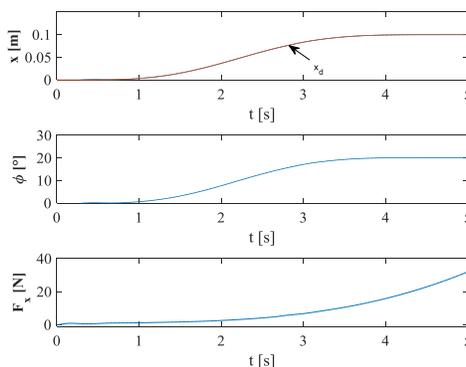


Figura 8.- Respuesta para movimiento de dorsiflexión-plantarflexión (eje X) con perturbación.

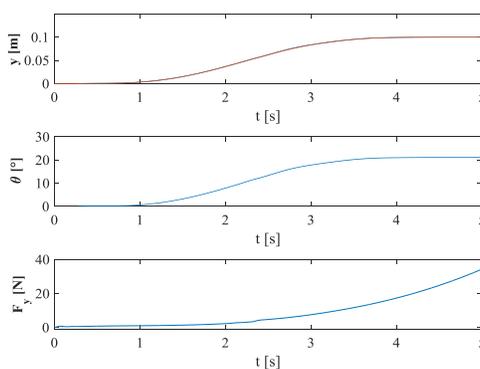


Figura 9.- Respuesta para movimiento de abducción-aducción (eje Y) con perturbación.

Conclusiones.

En este artículo se propone el uso de un controlador GPI robusto para un rehabilitador de tobillo basado en una mesa XY de dos grados de libertad. Para compensar las perturbaciones que se pueden presentar en un proceso de rehabilitación como son parámetros desconocidos y rigidez en las articulaciones del tobillo, se diseña el controlador GPI robusto considerando una perturbación modelada por un polinomio de tercer grado variante en el tiempo. Los resultados obtenidos se obtuvieron con el prototipo virtual en el ambiente de MSC Adams logrando un seguimiento de la trayectoria deseada y rechazando las perturbaciones con un error menor a 0.5 grados.

Agradecimientos.

Agradecemos el apoyo brindado por el Tecnológico Nacional de México en el desarrollo del proyecto titulado: "Desarrollo de sistema de rehabilitación integral para tobillos", con clave 5678.16-P.

Referencias.

1. W. Alcocer; L. Vela, A. Blanco; J. Gonzalez; M. A. Oliver. Major trends in the development of ankle rehabilitation devices. *Dyna*. 2012. 176, 48-58.
2. A. Blanco; F.A. Gómez; V.H. Olivares; A. Abundez and J. Colín. Design and development of a parallel robot based on an XY table for ankle rehabilitation, *Int. J. Automation and Control*, 2015, 9(2), pp.89–106.
3. A. Blanco Ortega; H. R. Azcaray Rivera; L. G. Vela Valdes; R. F. Vázquez Bautista. Prototipo virtual de un rehabilitador de tobillo, *IX Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico - CIINDET 2011*. Cuernavaca, México. Noviembre 23-25, 2011. pp. 1-6.
4. L. Gengqian; J. Gao; H. Yue; X. Zhang; G. Lu. Design and Kinematics Simulation of Parallel Robots for Ankle Rehabilitation. *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, 2006. pp. 1109-1113.
5. M. Girone. The "Rutgers Ankle" Orthopedic rehabilitation interface. *Proceedings of the ASME Haptics Symposium*. 1999, 305-312.
6. F.A. Gomez-Becerra; A. Blanco-Ortega; L. Vela-Valdes. Rehabilitador de tobillo basado en una Mesa XY. X congreso internacional sobre innovación y desarrollo tecnologico (CIINDET-2013). Cuernavaca, Morelos, México.
7. C. M. Lara-Barrios, A. Blanco-Ortega, A. Abúndez-Pliego and J. Colín-Ocampo, "Sit-to-Stand Simulation for Torque Estimation on Lower Limb Joints," *2015 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering (ICMEAE)*, Prague, 2015, pp. 116-121.
8. J. A. Saglia; N. G. Tsagarakis; J. S. Dai; D. G. Caldwell. A High Performance 2-dof Over-Actuated Parallel Mechanism for Ankle Rehabilitation. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*. 2009. pp. 2180-2186.
9. H. Sira-Ramires; F. Beltran-Carvajal; A. Blanco-Ortega. A generalized Proporcional Integral Output Feedback Controller for the Robust Perturbation Rejection in a Mechanical System. *e-STA, Sciences et technologies de l'Automatique*. 2008, 5(4), pp. 24-32.
10. C. Syrseloudis, I. Emiris, T. Lilas, A. Maglara: Design of a Simple and Modular 2-DOF Ankle Physiotherapy Device Relying on a Hybrid Serial-Parallel Robotic Architecture. *Journal of Applied Bionics and Biomechanics, Special Issue on Assistive and Rehabilitation Robotics*, Vol. 8. 2011. pp.1-14.
11. Y. H. Tsoi; S. Q. Xie. "Design and Control of a Parallel Robot for Ankle Rehabilitation", *International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice*. 2008. pp. 515-520.

- 12.J. Yoon; J. Ryu. A Novel Reconfigurable Ankle/Foot Rehabilitation Robot, *International Conference on Robotics and Automation - IEEE*. 2005. pp. 2290-2295.

AUTOMATIZACIÓN DE RIEGO, EN EL VIVERO DEL CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO NO. 233, CASO PRÁCTICO

L.I. E. Mena Salgado¹, L.I. S. Valle Bahena¹, L.I. L. Cuevas Bracamontes¹, A. Rodríguez Rosas², M.A. A. Dionicio Abraján³

¹Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala enrique.mena@itiguala.edu.mx, silvia.valle@itiguala.edu.mx, lydia.cuevas@itiguala.edu.mx,

²Alumno de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Iguala rodriguez94.antony@gmail.com. ³Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala, Carretera Nacional Iguala-Taxco, esquina periférico norte s/n; col., Adolfo López Mateo (Infonavit), c.p. 40030. Iguala, Guerrero, México- angelita.dionicio@itiguala.edu.mx.

Área de participación: Sistemas embebidos y el internet de la cosas

Resumen: Los viveros son espacios donde se cultivan plantas principalmente en macetas, por lo que conlleva un cuidado especial en cuanto a riego. La automatización de riego de viveros, es una tarea que se debe implementar, para ayudar a los productores de plantas, debido a que conlleva una tarea cotidiana y a veces fastidiosa para los encargados de dicha actividad, pero muy necesaria para una buena producción.

En los viveros se plantan semillas en macetas (en algunos casos se llegan a tener hasta mil plantas en macetas de distintos tipos y tamaños), para la producción de plantas frutales, florales o árboles de distinto tipo, estas macetas requieren de un riego de agua una o dos veces al día, dependiendo del tipo y tamaño de la planta, por lo que debe haber una o dos personas pendientes de llevar a cabo esta actividad sin importar el día que sea, esto implica simplemente abrir las válvulas y después de un tiempo cerrarlas.

Introducción.

El Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) No. 223, se encuentra en el Municipio de Cocula, Guerrero, se localiza a 22 kilómetros de la ciudad de Iguala, siguiendo la Carretera Federal 51 (Iguala-Ciudad Altamirano). En el CBTA se imparte el bachillerato "Agropecuario", para las materias de especialidad de este bachillerato, se cuenta con un terreno de aproximadamente 1000 mts² para la realización de diferentes prácticas, en él se encuentra un vivero en el cual se producen plantas en macetas, para su venta posterior y un invernadero que se encuentra produciendo pepino.

Con el desarrollo de un dispositivo que permita ser programado para abrir y cerrar válvulas de agua en horarios específicos, permitirá al personal del CBTA 223 de Cocula Guerrero, controlar los tiempos de riego para las plantas del vivero que se encuentra en este lugar, sin necesidad de que el personal deba estar presente cada vez que se riegan las macetas, cabe hacer mención que el tiempo de riego depende del tipo y tamaño de la planta, por lo que el dispositivo debe ser programable por el usuario según las necesidades que se presenten en el vivero.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Para el la automatización del vivero del CBTA no. 223, se realizaron las siguientes actividades:

- Recolección y análisis de información: Se realizaron entrevistas a los ingenieros encargados del vivero, para obtener información de cómo se realiza actualmente el riego de las macetas, el tipo de planta que se produce, tiempo de riego y el número de veces que se realiza esta actividad por día o por semana (fig. 1 y 2). Así mismo se inspecciono el vivero para conocer de donde proviene el agua, como está instalada la tubería y los aspersores.
- Búsqueda y compra de los materiales a usar como son: el Arduino, 1 pantalla táctil, TFT de cinco pulgadas con dos electro-válvulas de media pulgadas a 12 voltios.
- Desarrollo de la estructura del prototipo.



Figura 1.- Vivero del CBTA 223.



Figura 2.- Algunas tipos de plantas del vivero.

Actualmente se están trabajando con las electroválvulas, debido a una demora en su entrega, por lo que apenas se está realizando la instalación de las electroválvulas, para posteriormente hacer las pruebas de riego en el vivero, para logran un óptimo funcionamiento.

Resultados y Discusión.

El vivero del CBTA 233 es de aproximadamente 40 metros cuadrados, en él se siembran plantas frutales (mango, pepino, jitomate y pistache), florales (bugambilias y rosas) y arboles (ficus y trueno) principalmente.

Se desarrolló un dispositivo de control de riego, en arduino con pantalla táctil, este dispositivo permitirá abrir dos electroválvulas que se programarán cada determinado tiempo, según lo establecido por el encargado del vivero, cuando las electroválvulas se abran dejarán fluir el agua hacia los aspersores (fig. 4), regando aproximadamente 1000 macetas de distinto tamaño.

Transcurrido el tiempo programado, (de 30 a 45 minutos), el dispositivo cerrará de manera automática las electroválvulas, cabe hacer mención que este proceso

puede repetirse volverse a repetir durante el día, según la cantidad de agua que requiera las planta.



Figura 4.- Aspersores donde fluye el agua.

Cabe hacer mención que los aspersores ya se encuentran instalados, ya que son usados para realizar el riego de las macetas, como se muestra en la figura 4.



Figura 5.- Llave de agua de paso

Las llaves de paso (fig. 5) que se abren y se cierran en forma manual, ya se encuentran instaladas, por lo que solo se anexará el dispositivo con las electroválvulas para su automatización.

La fig. 6 muestra la pantalla inicial del prototipo, mostrando la configuración de las electroválvulas, y el número de riegos que se harán al día.



Figura 6.- Prototipo, pantalla inicial.

Debido a que son dos electroválvulas, cada una de ellas se puede programar en forma individual, para regar determinado tipo de planta, una o varias veces al día (fig. 7),

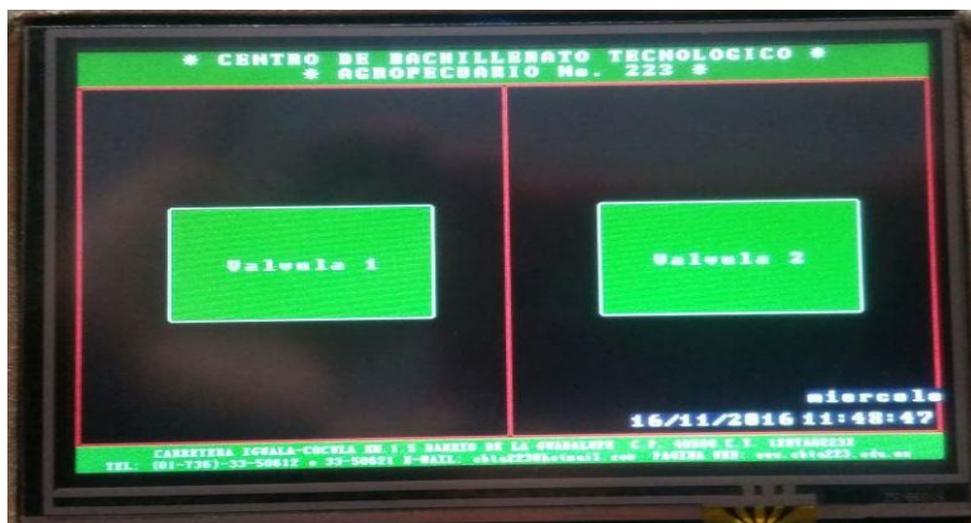


Figura 7.- Pantalla de selección de válvulas.

Ya se cuenta con un tiempo estimado de riego para las macetas (aproximadamente de 30 a 45 minutos de riego), por lo que solo se tiene que programar cada una de las electroválvulas, indicando la hora de inicio y el tiempo de riego en minutos (fig. 8).



Figura 8.- Pantalla de configuración de horario.

Conclusiones.

Se ha estado trabajando para lograr automatizar el vivero del plantel educativo CBTA No. 223, del municipio de Cocula, de tal forma que se apoye a los encargados de realizar esta tarea facilitando su trabajo, una vez implementado el dispositivo y las electroválvulas, durante el tiempo de riego de las plantas, el personal no necesita estar presente (en especial los días de descanso como son los fines de semana y días festivos), ya que con el dispositivo funcionando, solo podrán ir a supervisar de vez en cuando. Los ingenieros agrónomos encargados del vivero, están entusiasmados con el dispositivo y solo esperan el día en que este se encuentre en funcionamiento.

Agradecimientos.

Un agradecimiento al CBTA no. 223, y en especial a:

- El Director Luis Miguel Román Yáñez, por brindar la oportunidad de realizar trabajos de investigación, para mejoras de la Institución que dirige.
- Los Ingenieros Roberto Godoy y Félix de León, encargados del vivero por la información proporcionada para la realización de este proyecto.
- La Sociedad de Padres de Familia, por querer modernizar el espacio donde sus hijos estudian y por el apoyo económico brindado a este proyecto.

Referencias.

1. Lajara Vizcaíno José Rafael y Pelegrí Sebastián. Sistemas Integrados con Arduino. Ed. Alfaomega. Decima reimpresión. Año 2014. México.
2. Tojeriro Calaza Germán. Taller de Arduino: un Enfoque Práctico para Principiantes. Ed. Alfaomega. Primera edición. Año 2015. México

3. Torrente arlero, Oscar. Arduino, Curso Práctico de Formación. Ed. Alfaomega. Año 2003.
4. Claudio Rodríguez, Pedro. Componentes Electrónicos. Ed. Alsina, año 2003.
5. Guía Práctica de Plomería y Fontanería. Vol 1. Ed. Bhaez Ediciones. Año 2003.
6. Página web consultada, 23 de septiembre de 2016.
<http://rinkydinkelectronics.com/library.php?id=55>
7. Página web consultada, 2 de septiembre de 2016.
<http://electronica.mercadolibre.com.mx/arduino/>

SILLA INTELIGENTE PARA EL CUIDADO DE LA SALUD

S. Arizmendi-León¹, M. Ruíz-Roque¹, B. L. Orduña-Tenorio¹, L.R Méndez-Infante², B. M. Ayala-Benitez², R.C Mojica-Cruz² y A. Dionicio-Abrajan³,

¹Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala, Carretera Nacional Iguala-Taxco, Esquina Periférico Norte s/n; col., Adolfo López Mateo (Infonavit), C.P. 40030. Iguala, Guerrero, México salvador.arizmendi@itiguala.edu.mx, maria.roque@itiguala.edu.mx, bliliana.tenorio@itiguala.edu.mx, risso.lex@outlook.es, betzy_091@hotmail.com, julian.thestrokes14@hotmail.com angelita.dionicio@itiguala.edu.mx

Área de participación: *Sistemas embebidos y el internet de las cosas.*

Resumen: El proyecto consta de una silla de tipo oficina que se encarga de monitorear el tiempo que una persona lleva sentado, realizándose con un circuito basado en un sensor de infrarrojo y de un microcontrolador arduino. Esto se ha desarrollado con la finalidad de que el usuario se levante de la silla después de llevar un determinado tiempo sentado y que éste, estire sus músculos, realizando alguna actividad física para mejorar la circulación de la sangre y así mismo poder contribuir a su estado de salud. Las sillas son un producto extensamente utilizado, y son herramientas esenciales en cualquier área de administración, en escuelas y demás empresas, pues permite realizar actividades de manera cómoda, pero el fin común de toda silla es mantenerse sentado. Esta misma condición de todas las sillas, nos lleva a pensar que debe existir una que no nos mantenga sentados todo el tiempo, por ello, se realiza un monitoreo del uso de la silla, para que transcurrido al menos una hora, a través de una bocina se emita un mensaje de voz indicando el tiempo que ha transcurrido una persona sentada y que es recomendable que se pare. Con esto se pretende hacer una conciencia en las personas al hacerles saber que no han tenido actividad en sus piernas por mucho tiempo y que eso afecta considerablemente a la salud.

Introducción.

Los hábitos de trabajo de las personas se han ido modificando a través del tiempo. Históricamente el humano ha buscado su comodidad durante sus actividades. Esto le ha llevado a la invención de objetos que faciliten sus labores cotidianas, permitiéndole así lograr sus actividades de una forma más cómoda.

El humano paso de un ser nómada a uno sedentario, buscando un sitio fijo para establecerse, y durante su existencia no solo ha buscado la invención de objetos para su trabajo sino también para su descanso, de ese modo el humano ha inventado camas, macas o hamacas, mesas, sillones y sillas, en donde pueda disfrutar plena y plazeramente un descanso.

El presente proyecto se ha desarrollado porque se pretende contribuir a prevenir diversas enfermedades que son causadas debido al sedentarismo, tomando en cuenta las largas horas de jornada y además de que la mayoría de las personas no llevan a cabo algún ejercicio fuera del trabajo, lo que significa que sus cuerpos prácticamente siempre están en un estado sedentario.

Con el dispositivo se promoverá que las personas deban tener su cuerpo en constante movimiento, ayudándole a levantarse y moverse con más frecuencia, cambiando el hábito y la mala costumbre de solo estar sentada mientras trabaja, come o navega en internet.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Actividad física: La actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. Ello incluye las actividades realizadas al trabajar, jugar y viajar, las tareas domésticas y las actividades recreativas. La expresión «actividad física» no se debería confundir con «ejercicio», que es una subcategoría de actividad física que se planea, está estructurada, es repetitiva y tiene como objetivo mejorar o mantener uno o más componentes del estado físico. (OMS, 2016)

Sensor: Un sensor es un aparato que mide alguna variable del entorno y que la traduce en una señal medible. (Francisco Escolano, 2003).

Microcontrolador: Un microcontrolador es un circuito o chip (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. (Oscar Torrente, 2013)

Modulo reproductor de audio: circuito integrado que lee formatos de archivo de contenido sonoro, es decir audios.

Diodo emisor de luz: Un diodo emisor de luz (LED) es un diodo de unión p.n fabricado casi siempre con un material semiconductor como el arseniuro de aluminio y galio. Los LED emiten luz por emisión espontánea. (Wayne Tomasi, 2003).

Fototransistor: El fototransistor tiene la particularidad de poseer sobre su pastilla de silicio una pequeña lente que le permite ser más o menos conductor en función de la iluminación ambiental. (Yves Mergy, 1997)

Radiación infrarroja: Es una radiación con mayor Longitud de onda, la energía que se transmite es detectable en forma de calor (Andoni Garritz, 2001)

“Las posiciones del cuerpo en reposo influyen en la salud. Es lo que acaba de demostrar un estudio australiano realizado con novecientos pacientes afectados con cáncer de colon y que han sido comparados con mil individuos sanos” (Frédéric saldmann, 2014).

La posición en la que una silla te mantiene no parece ser la más idónea, estudios como el que muestra en el libro “el mejor medicamento eres tú” nos dan a apreciar esto, sin embargo, tampoco parece ser que se pueda encontrar otra forma de mantenerse en reposo.

“Los individuos que trabajan sentados delante de un ordenador eran considerados como sedentarios en comparación con aquellos cuyo trabajo requería un movimiento constante como una enfermera o un camarero de restaurante. Los investigadores constataron que los sujetos que practicaban una profesión sedentaria durante al menos diez años, tenían el doble de riesgo de ser víctimas de un cáncer de colon.” (Frédéric saldmann, 2014).

El mismo estudio al que hace alusión el libro “El mejor medicamento eres tú”, nos hace ver que transcurrir muchas horas sentados conlleva a una vida sedentaria y esto acarrea graves problemas de salud, entonces, si no podemos evitar sentarnos si podemos evitar sentarnos durante mucho tiempo. Las personas en el ámbito laboral principalmente aquellas que necesitan permanecer sentados para hacer su trabajo, suelen olvidarse del tiempo y sin darse cuenta pasan horas y horas sentados precisamente porque no se dan cuenta que ha transcurrido bastante tiempo.

“La inactividad física es el cuarto factor de riesgo de mortalidad más importante a nivel mundial y provoca el 6% de todas las muertes. Solo se ve sobrepasada por la hipertensión arterial (13%) y el consumo de tabaco (9%), y conlleva el mismo nivel de riesgo que la hiperglucemia (6%). Aproximadamente 3,2 millones de personas mueren cada año por tener un nivel insuficiente de actividad física”. (Nota descriptiva N°384 OMS 2016).

Las cifras son preocupantes, se trata de una situación que si se puede cambiar o al menos aminorar, con cambios que parecieran pequeños, podemos evitar que tanta gente forme parte de cifras como la anteriormente citada.

“Si sabemos que estar sentados menos de tres horas al día aumenta la esperanza de vida, es como para pensarlo, si tenéis que estar mucho tiempo sentados, haced pausas regulares saliendo a caminar unos minutos fuera de vuestro despacho...Los investigadores han insistido en el hecho de que en posición sentada los músculos de las piernas y los muslos, están inactivos contribuyendo así a la alteración del metabolismo de los azúcares y de las grasas a nivel sanguíneo”. (Frédéric saldmann, 2014).

Debemos de crear conciencia en lo mucho que nos afecta permanecer sentados, adoptando un estilo de vida sedentario, tal cual se menciona en lo citado anteriormente, recordar que debemos de pararnos y realizar alguna actividad física, ayuda mucho y no esclavizarse ocho horas a una silla inconscientemente.

Siendo las sillas (sillón) uno de los instrumentos de trabajo que más utilizan las personas que trabajan en oficinas y que son indispensables, para ello se han diseñado diferentes sillas que ayudan a las personas. Existen en el mercado infinidad de tipos de sillas, cada una de ellas con una ergonomía diferente, tratando de ofrecer la mayor comodidad posible al usuario



Figura 1.- Muestra la a) silla de oficina con ajuste de altura manual, b) Silla ergonómica de trabajo, c) Silla reclinable.

Como se observan en las figuras 1, a, b y c, las sillas (o sillón) de trabajo, se ha diseñado con la finalidad de ofrecer una mayor comodidad, durante las horas de trabajo ya sea en la oficina o en la casa, algunas de ellas ofrecen mecanismos manuales de ajuste de altura o de inclinación.

Actualmente no existe en el mercado sillas o sillones que contabilicen el tiempo en que permanece sentado el usuario, tampoco existen con dispositivos que indiquen con audio (Voz, Canción o Pitido), el indicarte que debes levantarte para reactivas

la circulación y el movimiento de los músculos, teniendo como consecuencia el cuidado de la salud en el trabajo.

Resultados y Discusión.

El circuito que se ha desarrollado es el siguiente.

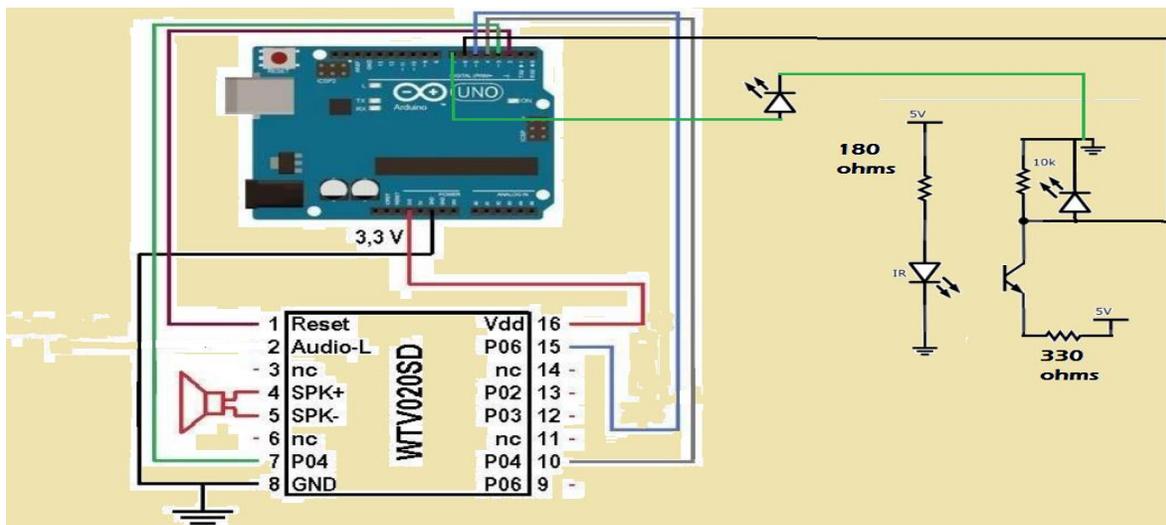


Figura 4.- Diagrama del circuito desarrollado para detectar la presencia de una persona y para emitir la alarma.

En la figura 4, se puede apreciar el diagrama con el cual funciona el proyecto se observa un sistema de emisión y recepción de luz infrarroja, el receptor continuamente está recibiendo la señal del emisor, esta señal es leída en el arduino por el pin número 6, cuando un usuario se sienta, interrumpirá esta recepción y por lo tanto el pin 6 tendrá un estado bajo, internamente en el código del programa se realiza un testeó del pin 6, si dicho pin se mantiene en bajo por una hora se entiende que el usuario ha estado sentado por ese tiempo y entonces se enciende un led por medio del pin 7, acto seguido, emitirá una alerta indicando que lleva mucho tiempo sentado lo cual no es saludable y por tanto debería levantarse para realizar alguna actividad física.

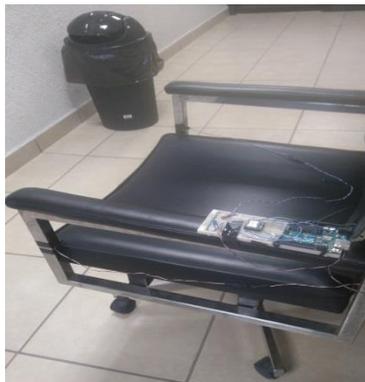
Las pruebas se realizaron con el personal administrativo (3 secretarias), quienes son las que permanecen más tiempo sentadas frente a la computadora o frente a su escritorio, se les pidió que probarán la silla durante un día, para conocer su opinión sobre el prototipo, preguntando qué tipo de sonido preferían escuchar, dos de ellas pidieron el mensaje “Es hora de levantarse, tiene dos horas sentada”, y 1 de ellas pidió escuchar una canción.

Una vez realizadas las pruebas, las usuarias comentaron lo siguiente:

1. Mostraron sorpresa cuando escucharon el mensaje indicando el tiempo que habían permanecido sentadas (dos horas), porque habían perdido la noción del tiempo, es decir, se habían olvidado del período que habían permanecido en su asiento trabajando, sin levantarse.
2. Cuando se les recordó cuanto tiempo tenían sentadas, procedieron a levantarse durante algunos minutos, ya sea para ir al baño, entregar oficios o

simplemente a tomar agua, provocando con estas acciones el movimiento de los músculos y un mayor flujo sanguíneo.

a)



b)



Figura 5.- Muestra a) una silla secretarial, con el dispositivo ey b) Muestra la silla secretarial con el dispositivo, utilizando por el pesonal administrativo.

En la figura 5 a), se muestra una silla donde se encuentra instalado el dispositivo que detecta la presencia de la persona que ocupa el asiento, activandose en ese momento y en b), se estan realizando las pruebas pertinentes, utilizando el dispositivo por el personal administrativo.

Conclusiones.

Existen diversas aplicaciones que se pueden desarrollar con la plataforma arduino, y hay también diversos componentes electrónicos que bien empleados pueden resolver diversas problemáticas. La utilización de un diodo emisor de luz infrarroja y un receptor favorece el sensado de presencia, con lo cual se pudo determinar el tiempo que una persona permanece sentada, agregar un módulo de voz para emitir las alertas e indicar el momento de pararse, es una cuestión que arduino facilita, pues se pueden implementar diversos componentes electrónicos. Este circuito no es demasiado complicado sin embargo su utilidad es muy favorable e incluso su uso se podría extender a otros escenarios.

Agradecimientos.

Al Instituto Tecnológico de Iguala por las facilidades proporcionadas para la elaboración y presentación de esta ponencia.

Al Instituto Tecnológico de Zacatepec por su profesionalismo en la organización del congreso CITID 2017.

Referencias.

1. Artero, O. T. (2013). *Arduino, Curso Práctico De Informacipin*. España: RC Libros.
2. Francisco Escolano Ruiz, M. Á. (2003). *Intelegencia Artificial(Modelos Tecnicas y Areas de Aplicación)*. Madrid España: Thomson.
3. Mergy, Y. (1997). *27 Módulos de Electrónica Asociativos*. Barcelona: Marcombo.
4. Ruiz, A. G. (2001). *Tú y la Química*. Mexico: Pearson Educación.
5. Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicacines Electrónicas*. Mexico: Pearson, Educación.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>
6. Andradas, E., Merino, B., Campos, P., Gil, A., Zuza, I., Terol, M., y otros. (2015). *Actividad Física Para La Salud Y Redeucción Del Sedentarismo*. Madrid: Minieterio De Educación, Cultura Y Deportes.
7. SALDMANN, F. (s.f.). (2014)*El Mejor Medicamento Eres Tú*.

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA LA PROMOCIÓN INSTITUCIONAL A TRAVÉS DE RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTO

S. Valle-Bahena¹, L. Cuevas-Bracamontes¹, S. R. Zagal-Barrera¹, E. Mena-Salgado¹ y A. Angelita-Dionicio¹.

¹Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala-, silvia.valle@itiguala.edu.mx, lydia.cuevas@itiguala.edu.mx, sergio.zagal@itiguala.edu.mx, Carretera Nacional Iguala-Taxco esq. Periférico Norte Colonia Adolfo López Mateos, Infonavit, Iguala, Guerrero.

Área de participación: Desarrollo Web y Móvil

Resumen: Mediante la realización de este proyecto se observa el resultado que se obtuvo al implementar una aplicación para promocionar la oferta educativa del Instituto Tecnológico de Iguala. El programa consiste en una interfaz que emplea un sensor Kinect, mediante el cual los alumnos de bachillerato interactúan para conocer las carreras y servicios que ofrece la Institución. Para ello se visitaron escuelas de medio superior y se participó en ferias vocacionales, donde los alumnos prospectos a ingresar utilizaron la aplicación, conocieron las instalaciones, servicios y carreras, además de facilitar su punto de vista sobre la herramienta y de esta forma saber el impacto que se tuvo.

Introducción.

El Instituto Tecnológico de Iguala a través de la Oficina de Orientación Educativa del Departamento de Desarrollo Académico, integró una nueva herramienta de software para innovar el proceso de promoción, aportando una alternativa adicional al proceso convencional que lleva a cabo.

Esta herramienta consiste en interactuar con una interfaz que muestra la oferta educativa del instituto, así como los servicios que ofrece. Teniendo como característica principal que el usuario se comunique de manera directa a través de sus movimientos, sustituyendo el uso del teclado y ratón.

La implementación de esta herramienta se está llevando a cabo en la promoción de escuelas de nivel medio superior y ferias promocionales, analizando el impacto de ella mediante una encuesta de su empleo a los alumnos de dichas instituciones.

La idea se originó del deseo de innovar en el proceso de la promoción institucional, con la implementación realizada se hace una evaluación y análisis con aspirantes potenciales a ingresar a la institución, para conocer si la herramienta causó impacto en sus intereses.

Para ello se tomó una muestra de 175 estudiantes de bachillerato de diferentes Instituciones Educativas quienes tuvieron la oportunidad de interactuar con la interfaz de la herramienta, además de proporcionar información sobre la herramienta mediante la aplicación de una encuesta.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Como herramienta de promoción, Internet ofrece al sector turístico la facilidad de Modificación y actualización de la información. Actualmente la principal herramienta que se usa son los folletos que comportan un elevado coste de impresión, la dificultad de modificación/actualización y la dificultad, a menudo, de su distribución. Mediante Internet se pueden preparar lo que podríamos llamar *folletos electrónicos* que nos garantizan que están siempre y a cualquier hora a disposición de la persona interesada y con información plenamente actualizada. Además estos folletos electrónicos podrían disponer de diferentes tipos de vistas para enfatizar el tipo de público al que van dirigidos aprovechando la misma base de datos documental. Así no debería tener la misma vista un posible turista de nuestro destino que está valorando la posibilidad de escogernos como próximo destino que el turista que acaba de llegar a nuestro destino e investiga, mediante puntos de auto información o el acceso a Internet del hotel, las posibles actividades a realizar.

Por lo tanto se deben saber crear estas distintas páginas de información, determinando en cada caso su público potencial, destino e incluyendo la información más necesaria en cada caso. Desde luego estas páginas deberían estar interconectadas para facilitar la evolución del posible turista potencial, al que ya se ha decidido y quiere facilitar la reserva hasta el turista real.

En este caso una pequeña promoción de las páginas web podría hacer llegar nuestro mensaje a un gran número de clientes potenciales. Así, cuando las distintas empresas y destinos hagan sus promociones por medios tradicionales, si destacan su localización en Internet se puede estar haciendo una promoción más perdurable ya que puede llegar a convertirse el folleto físico en una herramienta de uso indefinido en el tiempo tomando siempre la página web como referente actualizador².

El fuerte desarrollo experimentado por el turismo cultural en los últimos años, se enmarca en los cambios acaecidos en los destinos turísticos ante los procesos de diversificación y especialización de la demanda, que obligan a estos espacios a una búsqueda constante de singularización y diferenciación de sus productos que atiendan a este consumo individualizado.

El turismo cultural es un segmento complejo de definir ya que, el propio concepto de "cultura" abarca un abanico amplio de ideas (forma de vidas, monumentos, bienes muebles, etc.) que, vinculadas con la práctica turística, generan productos de muy diverso tipo, no obstante, cualquier turista cultural se va a caracterizar por el deseo que subyace en el mismo, a la hora de seleccionar un destino, de conocer otras culturas (formas de vida, tradiciones, el idioma, etc.).

En otro orden de cosas, en cualquier destino turístico y, con más razón de ser en los destinos culturales, el uso de nuevas tecnologías se ha convertido en algo indispensable. Las TIC son actualmente una herramienta vital para la difusión del patrimonio cultural ya que han experimentado un fuerte proceso de diversificación en los últimos años y, junto a los tradicionales canales web, se han desarrollado multitud de herramientas de la web 2.0 y otros aspectos como la realidad aumentada vitales para su difusión¹.

En el inicio del presente siglo se observa que la actividad turística pasa por momentos de grandes cambios haciendo necesario que las empresas públicas y privadas, los residentes y los turistas establezcan nuevos paradigmas (valores, metodologías y técnicas) para que sea posible desarrollar turismo más correcto y adecuado a la realidad y necesidad de cada destino turístico. Las nuevas tecnologías digitales son las principales responsables por estos cambios que afectan al turismo. Es importante señalar que además de las estrategias de comunicación y comercialización normalmente desarrolladas a través de la web, es fundamental crear ciertas estrategias enfocadas especialmente a la sensibilización para que de esta manera se logre desarrollar un turismo más sostenible. Sin la utilización correcta y adecuada de estrategias basadas en los recursos, estructuras, diseños, productos, servicios e información que puedan estar disponibles en los Sitios Web logrará sus objetivos y metas.

El primer objetivo de este estudio es analizar las mejores estrategias de promoción en la Web desarrolladas por los principales destinos turísticos internacionales líderes en el ranking de llegadas de turistas extranjeros del año 2004 y que fuera elaborado por la Organización Mundial de Turismo (OMT 2005) con la intención de destacar las mejores estrategias desarrolladas en la Web. En este contexto fueron estudiados los siguientes destinos: Francia, España, China, Italia, Gran Bretaña, Alemania, Nueva Zelanda, México y Costa Rica³.

Resultados y Discusión.

Para la obtención de parámetros reales sobre el impacto del desarrollo de la herramienta de software con reconocimiento de movimiento, se diseñó y aplicó una encuesta en instituciones de educación media superior (bachilleres, prepas, cecytes), dirigida a alumnos de quinto semestre (ver tabla 1).

Tabla 1.- Preguntas de Encuesta y resultados.

	2.- ¿Cómo consideras la interacción de la aplicación con reconocimiento de movimiento)	3- ¿Que te gustaría que incluyera la aplicación?	4.- ¿Esta aplicación te proporcione información suficiente para elegir alguna de las carreras que se mencionan	6.- ¿Esta aplicación te motivó para elegir una carrera que oferta el Instituto Tecnológico de Iguala	
N	Válidos	175	174	175	175
	Perdidos	0	1	0	0
	Media	3.55	2.21	1.23	1.37
	Mediana	4.00	3.00	1.00	1.00
	Moda	4	3	1	1
	Desv. típ.	1.049	.920	.421	.483

Varianza	1.100	.847	.177	.233
Suma	621	384	215	239

A continuación se muestra algunas de las preguntas analizadas:

2.- ¿Cómo consideras la interacción de la aplicación con reconocimiento de movimiento?

Tabla 2.- Estadístico de la pregunta 2

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Deficiente	7	4.0	4.0	4.0
Aceptable	26	14.9	14.9	18.9
Regular	33	18.9	18.9	37.7
Buena	82	46.9	46.9	84.6
Excelente	27	15.4	15.4	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Los candidatos a ingresar al Instituto consideran BUENA la interacción de la aplicación con reconocimiento de movimiento, siendo la categoría que más se repite la 2 (Buena) con más del 50% de los sujetos, quienes están por encima del valor 3.0 y el restante está por debajo del valor normal. En promedio los sujetos se ubican entre 3.85 puntos (Buena). Así mismo se ubican en una variabilidad de 1.862 unidades de la escala. Una (1) persona respondió DEFICIENTE. Las puntuaciones tienden a ubicarse en valores elevados y medios.

2.- ¿Como consideras la interaccion de la aplicacion con reconocimiento de movimiento)

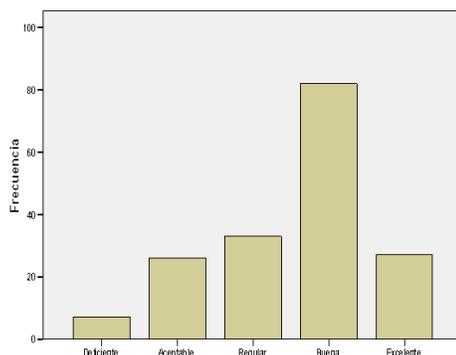


Figura 1.- Valores Graficados de la pregunta 2 de la encuesta.

3- ¿Que te gustaría que incluyera la aplicación?

Tabla 3.- Valores de la encuesta de la pregunta 3

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Sonido	57	32.6	32.8	32.8
Mas gráficos	26	14.9	14.9	47.7
Animación	89	50.9	51.1	98.9
Outro	2	1.1	1.1	100.0

	Total	174	99.4	100.0
Perdidos	Sistema	1	.6	
Total		175	100.0	

Los candidatos a ingresar al Instituto piensan que es importante considerar mayor animación bajo la categoría ANIMACIÓN, siendo la categoría que más se repite la 3 (Animación) con más del 50% de los sujetos que está por encima del valor 1.0 y el restante está por debajo del valor normal. En promedio los sujetos se ubican entre 2.21 puntos (Animación). Así mismo se ubican en una variabilidad de 1.100 unidades de la escala. Una (1) persona respondió OTRO. Las puntuaciones tienden a ubicarse en valores elevados o medios los cuales se pueden ver graficados en la figura 3.

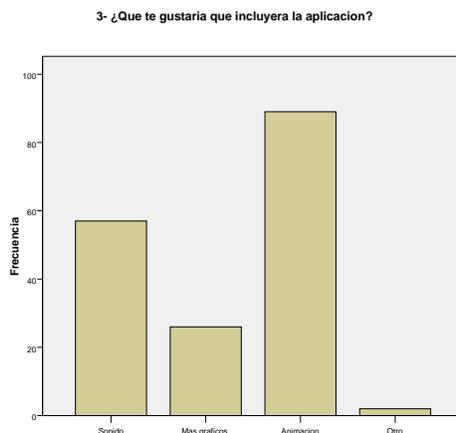


Figura 2.- Grafico de valores de la encuesta de la pregunta 3

4.-¿Esta aplicación te proporciono información suficiente para elegir alguna de las carreras que se mencionan?

Tabla 4.- Valores de la encuesta de la pregunta 4

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	135	77.1	77.1	77.1
	NO	40	22.9	22.9	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

6.- ¿Esta aplicación te motivó para elegir una carrera que oferta el Instituto Tecnológico de Iguala?

Los candidatos a ingresar al Instituto consideran que la aplicación proporciona información suficiente para elegir alguna de las carreras que se oferta bajo la categoría SI, siendo la categoría que más se repite la 1 (Si) con más del 70% de los sujetos están por encima del valor 2.0. En promedio los sujetos se ubican entre 1.23 puntos (Si). Así mismo se ubican en una variabilidad de .177 unidades de la escala. Las puntuaciones tienden a ubicarse en valores elevados o medios (ver figura 3).

4.-¿Esta aplicacion te proporciono informacion suficiente para elegir alguna de las carreras que se mencionan

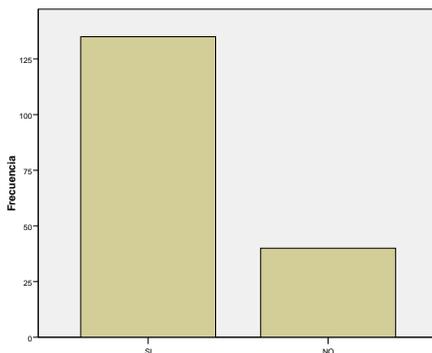


Figura 3.- Valores graficados de la encuesta de la pregunta 4.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	111	63.4	63.4	63.4
	No	64	36.6	36.6	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Los candidatos a ingresar al Instituto consideran que la aplicación les motiva a elegir una carrera bajo la categoría SI, siendo la categoría que más se repite la 1 (Si) con más del 63% de los sujetos están por encima del valor 2.0. En promedio los sujetos se ubican entre 1.37 puntos (Si). Así mismo se ubican en una variabilidad de .233 unidades de la escala. Las puntuaciones tienden a ubicarse en valores elevados o medios.

6.-¿Esta aplicación te motivó para elegir una carrera que oferta el Instituto Tecnológico de Iguala

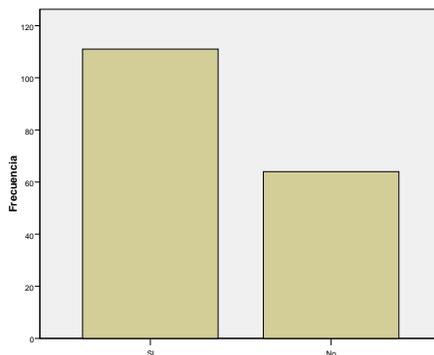


Figura 1.- Resultados de la frecuencia de la pregunta 6

Cabe hacer mención que el desarrollo de la aplicación fue descrita con amplitud en un artículo publicado en el Congreso CITIID 2015⁴, misma que se muestra en la Figura 2.

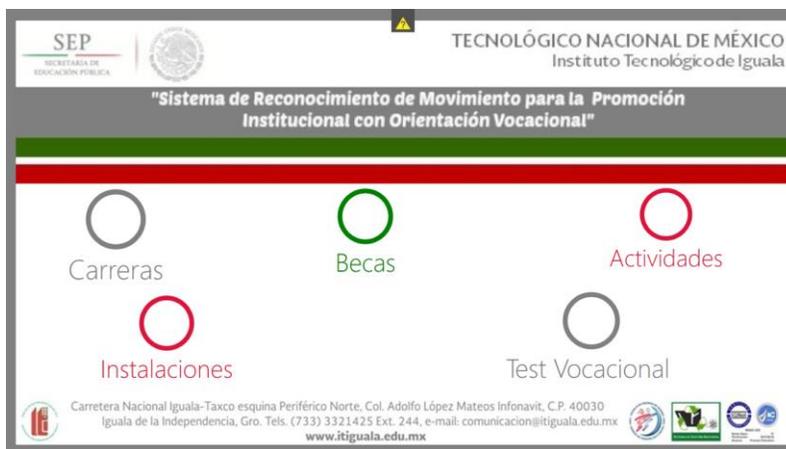


Figura 2.- Aplicación del Sistema de Reconocimiento de Movimiento.

Conclusiones

Con la implementación de la Herramienta de Software para la Promoción Institucional a través de Reconocimiento de Movimiento no se pretende sustituir el proceso que se realiza sobre la promoción, sino que sea una alternativa adicional y diferente a lo que se ha estado efectuando. Esto hace que sea más diversa e interesante la forma de dar a conocer a la institución.

En las visitas de promoción que se han hecho, donde los alumnos de bachillerato interactuaron con la herramienta, se comprobó el agrado que tiene la juventud por utilizar la tecnología de vanguardia, pero sobre todo, que de una manera divertida e interactiva conozcan la institución donde posiblemente ingresen sin necesidad de trasladarse físicamente. Así mismo se motivan a cursar una carrera donde aprenderán a desarrollar aplicaciones de software con tecnología avanzada.

De esta forma los usuarios encuestados mostraron satisfacción por conocer la información presentada mediante la aplicación; conocieron las carreras ofertadas, con sus objetivos y perfiles respectivos, los servicios que se ofrecen, las instalaciones, e inclusive, tuvieron la oportunidad de realizar un test vocacional que orienta al estudiante a elegir una carrera de acuerdo a sus habilidades y capacidades. Todo esto sin la necesidad de utilizar el dispositivo del ratón ni el mouse pad, fue mediante la selección de opciones a través del movimiento de la mano y registrado por el dispositivo Kinect. Por otra parte, también se obtuvo la motivación para realizar mejoras a la herramienta, tomando en cuenta las opiniones, comentarios y sugerencias de los estudiantes, además de seguir incursionando con otras tecnologías para el mismo proceso de promoción. Para contar no solo con una herramienta, sino con diversas herramientas y dispositivos para el mismo fin (pulsera Kinect, Leap Motion y lentes de tecnología virtual).

Referencias.

1. J. L. Caroa; A. Luqueb; B. Zayasb. Aplicaciones tecnológicas para la promoción de los recursos turísticos culturales. XVI Congreso Nacional de

- Tecnologías de la Información Geográfica. Alicante, 25, 26 y 27 de Junio de 2014.
2. N. G. Espelt, J. Majó; D. Vidal. Patrimonio Cultural y Turismo: Nuevos Modelos de promoción vía internet.
 3. G. de la Cruz. Estrategias de la promoción en la Web, Análisis de destinos turísticos internacionales.
 4. L. Cuevas; S. Valle; A. Dionicio; D.I. Salgado; J.U. García. Sistema de Reconocimiento de Movimiento para la Promoción Institucional con Orientación Vocacional. 2015, 61, 213.

SISTEMA DE DOCUMENTOS EN LÍNEA COMO APOYO AL PROCESO DE GESTIÓN DOCUMENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

E.C. Velázquez-Santana¹, D. Figueroa-Ávila², J.A. Velázquez-Santana³, H. O. Alejandres Sánchez¹

¹División Académica de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, Avenida Universidad Tecnológica No. 1, Col. Palo Escrito, Emiliano Zapata Morelos, México- cesarvelazquez@utez.edu.mx, hugojalejandres@utez.edu.mx,

²Secretaría Académica de la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos- dafnafigueroa@utsem-morelos.edu.mx,

³Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Zacatepec- 82628itz@gmail.com > @jpn.mx

Área de participación: *Desarrollo Web y Móvil*

Resumen: Hoy en día el uso de los Sistemas de Información es una herramienta que gestiona de forma eficaz la mayoría de la información que generan las propias Instituciones de Educación Superior (IES) en México. El objetivo principal del presente trabajo, es implementar un sistema de información que ayude a la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ), a gestionar de manera más eficiente la información relacionada con oficios y memorándums, que deben circular por la propia Universidad, sin la necesidad de utilizar ninguna hoja de papel, con la finalidad de ahorrar gastos en papelería. Este sistema gestiona la documentación que circula por la UTEZ, a través de una interfaz gráfica que permita controlar el envío y recepción de los documentos antes mencionados de forma segura. En esta investigación se manejó la metodología LGS (Leopoldo Galindo Soria), la cual fue utilizada en la UTEZ para desarrollar la aplicación web.

Introducción.

En la actualidad los Sistemas de Información (SI), han sido una herramienta poderosa para que las Instituciones de Educación Superior (IES) los utilicen en la mayoría de sus procesos académicos y de gestión, debido a su capacidad para gestionar su información; siendo una parte crucial el desarrollo de estos SIs, son ellas mismas las que elaboran y desarrollan sus propios sistemas informáticos, facilitando por ende, mejora en cuanto a tiempo y forma todos sus procesos habituales. Siendo los administrativos y docentes los principales usuarios y beneficiados con estos sistemas, ya que les permite contar con una herramienta de apoyo para el control de la información.

Aunado a lo anterior, y como lo define [5], un SI es el proceso de examinar la situación de una empresa con el propósito de mejorarla con métodos y procedimientos más adecuados, es por esto, que la UTEZ, se propuso desarrollar un sistema de información que fuera utilizado como herramienta tecnológica, durante el proceso de gestión documental de todos los departamentos de la universidad, con la finalidad de hacer más eficiente el envío y manejo de la documentación oficial interna a través de oficios y memorándums.

El propósito del presente proyecto de investigación, tiene como finalidad el mostrar y explicar las fases de desarrollo del Sistema de Documentos en Línea para la UTEZ (SIDUTEZ), tales como análisis, diseño, implementación, pruebas y liberación, aplicando la metodología LGS desarrollada por [3]. Lo anterior, para que el SIDUTEZ permita a todos los empleados, docentes y asistentes de división y/o departamento de la universidad, gestionar toda la documentación referente a oficios y memorándums de la UTEZ, logrando con ello un ahorro económico considerable en papelería y por supuesto en mantener un mejor control de cada documento que requiera ser oficializado dentro de la Universidad.

El presente trabajo está organizado de la siguiente forma: En primera instancia se encuentra la introducción, seguido de los antecedentes; así como del fundamento teórico, el desarrollo de la aplicación y por último, se muestran los resultados obtenidos y las conclusiones a las cuales se llegaron.

Antecedentes

Con más de XVI años desde su creación, la UTEZ se ha mantenido como una de las Universidades Tecnológicas del país a la vanguardia en el uso de Tecnologías de la Información, está ubicada en el municipio de Emiliano Zapata, Morelos, dio inicio a sus actividades académicas en el año 2000 con las carreras en Informática, Mantenimiento industrial, Procesos de producción y textiles.

La UTEZ, con el respaldo de la carrera en Tecnologías de la Información y Comunicación, así como con el financiamiento del propio proyecto por parte de PRODEP (Programa para el Desarrollo Profesional Docente) inició en 2015 el desarrollo del SIDUTEZ, con el propósito de gestionar de mejor manera la información que circula a través de oficios y memorándums dentro de la Universidad, logrando con ellos agilizar el envío y recepción de este tipo de documentación, así como lograr un ahorro considerable en cuanto al uso de papel para impresiones.

En la primera etapa del desarrollo del proyecto (análisis) se llevó a cabo una revisión de prácticas comunes entre departamento de la propia UTEZ y otras universidades dentro de la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP), con relación a la gestión de la documentación oficial que se maneja.

Lo más sobresaliente en la revisión de este punto, son las pequeñas diferencias que hacen de las partes que componen a un oficio y a un memorándum, en donde el administrativo proporciona la información necesaria para el envío de la información a su(s) destinatario(s). Esta recolección de la información permite examinar y determinar qué datos son necesarios mantener en cada uno de los documentos oficiales.

Adicionalmente, se revisaron diversos comentarios sobre el uso de dicha documentación, así como el público al cual van dirigidos los mismos, destacando

la importancia de almacenar y proteger los documentos enviados y recibidos de todos los departamentos de la Universidad; además, se destaca la importancia de mantener un control sobre los usuarios de la propia aplicación; así como de las firmas electrónicas que se incluirán en dichos documentos oficiales

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Como lo menciona [2], un Sistema de Información (SI) es una mezcla organizada de personas, hardware, software, redes de comunicaciones y recursos de datos que reúne, transforma y disemina información en una organización. De igual forma un SI, es un conjunto formal de procesos que opera sobre una colección de datos estructura según las necesidades de la organización, este recopila, elabora y distribuyen la información necesaria para las operaciones de dicha organización, así como para las actividades de toma de decisiones [1].

Por otra parte, los componentes de un SI son; personas, datos, software, hardware y redes [2]. Además, en todo SI los archivos de datos son el componente principal e indispensable, ya que depende de ellos la salidas del sistema [4]. Previo a definir y entender la importancia de la tecnología de información conoceremos como se definen la información bajo la teoría de SI. Para [4], la información es “una entidad tangible o intangible que permite reducir la incertidumbre acerca de un estado o suceso”.

Para [2], las tecnologías de información forman parte importante de los SI, dado que sin ellas, el sistema no podría procesar o transformar los datos en diversos productos de información y comunicarla a diversos niveles y puntos de la organización. Dentro de la amplia gama de tecnología de información se encuentran; las redes de telecomunicaciones, hardware y software de computadoras.

Actualmente, las organizaciones utilizan esta tecnología para hacer frente al cambio, dado que proveen la información necesaria para crear un plan estratégico, alcanzar una ventaja competitiva, o bien, innovar en la gestión de la información esencial, de tal forma que faciliten la colaboración entre diversas entidades de la propia organización.

Para el desarrollo de sistemas de información, [4] señala que los subsistemas interrelacionados e interdependientes deben trabajar de manera conjunta para llevar a cabo metas y objetivos predeterminados, y éstos deberán contar con entradas, procesos, salidas y retroalimentación, conformando el ciclo de vida según la metodología usada. En la figura 1 se muestra la metodología LGS propuesta por [3], la cual se tomó como base para el desarrollo del proyecto de investigación, es por ello que esta metodología estructurada demanda el cumplimiento de cada fase.

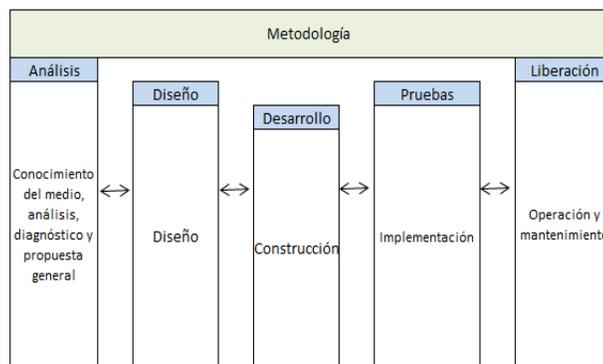


Figura 1.- Metodología de desarrollo LGS, Galindo (2006).

Desarrollo del Sistema de Documentos en Línea de la UTEZ

Análisis del sistema

Esta fase consiste en analizar el problema que la institución trata de resolver mediante un SI para satisfacer una necesidad; y se enfoca básicamente en dividir un problema en partes y desarrollar soluciones; o bien, debe precisar el problema, identificar sus motivos, describir las soluciones e identificar los requisitos que deben ser cumplidos por una solución de sistemas [4]. En base en lo anterior, se determinó que el SIDUTEZ estuviera compuesto por varias interfaces que los empleados pudieran utilizar para redactar los documentos oficiales que circulan en la universidad, como son: envío, recepción y eliminación de documentos, así como borradores de los mismos. La universidad define cinco fases específicas en las que se recaba la información de la elaboración de la documentación inicial parte de los empleados: Cuando inicia define el tipo de documento, cuando redacta el mismo, seguido de seleccionar el o los destinatarios, así como firmar electrónicamente su documento, para finalmente cifrarlo y enviarlo a su destino, tal como se muestra en la siguiente figura 2.

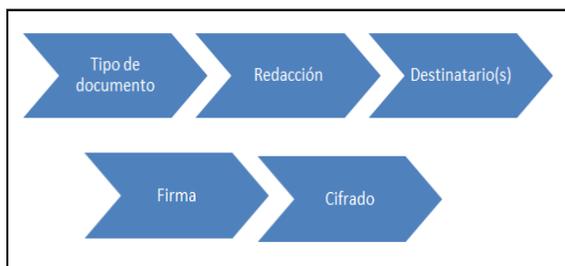


Figura 2.- Proceso para redactar documento, elaboración propia.

Diseño del sistema

En esta etapa se especifica cómo el sistema debe satisfacer los requerimientos de información tal y como fueron determinados durante la fase del análisis; así como

orientar técnicamente a responder a la pregunta: ¿Cómo hay que hacerlo? y consiste en:

Revisar la solución propuesta, con relación a los procedimientos; seguido del diseño preliminar, en donde se presenta la estructura y arquitectura del sistema, además del diseño de la base de datos del sistema y finalmente, el Diseño Detallado, en donde se tendrá que diseñar las formas, reportes y procedimientos a detalle.

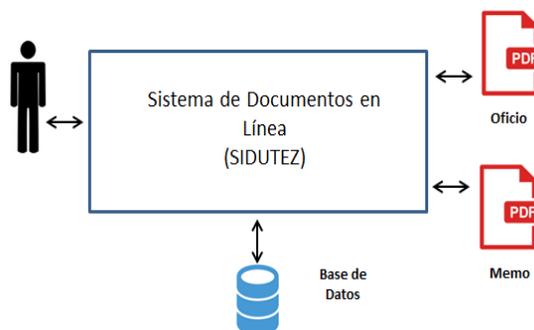


Figura 3.- Diseño conceptual del SIDUTEZ, elaboración propia.

Desarrollo del sistema

Con base en [3], esta etapa consiste esencialmente en generar el código fuente para desarrollar las interfaces de entrada y salida del SIDUTEZ, dividiéndola en tres fases principales: i) La selección del IDE de desarrollo para este trabajo y la de construcción de los componentes del sistema. Con relación a la parte técnica, se seleccionó el lenguaje de programación Java junto con el IDE Eclipse, ya que ambos son sencillos y flexibles. Además, Java tiene la característica peculiar de que es un lenguaje de programación orientado a objetos, multiplataforma y se integra fácilmente con otras tecnologías emergentes. Otra característica de selección es que es el lenguaje de programación más utilizado en la actualidad en la UTEZ para la programación de sus sistemas particulares. Por otro lado, el gestor de bases de datos MySql fue seleccionado debido a su forma libre de uso y descarga, así como a su sencillez para gestionar grandes volúmenes de información. Aunado a lo anterior, este gestor de bases de datos, permitirá almacenar de forma segura la información que será recabada en los diversos oficios y memorándums que se circulan en la Universidad. Continuando con las fases de la metodología propuesta por [3]; se tiene la fase ii) Construcción de los componentes del SIDUTEZ, de los cuales solo se describen algunos a continuación. En la figura 4, se muestra la pantalla de inicio del sistema. En ella el usuario podrá ingresar a la aplicación o bien deberá de registrarse proporcionando sus datos básicos de trabajador de la UTEZ.



Figura 4.- Pantalla de inicio del SIDUTEZ.

La figura 5, muestra la pantalla de ingreso a la aplicación, en la cual el usuario deberá colocar su usuario y contraseña de ingreso o bien, habilitar el mecanismo de recuperación de contraseña en caso de no recordarla en ese momento.

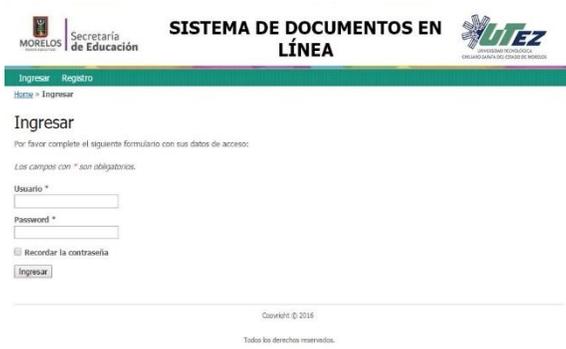


Figura 5.- Pantalla de ingreso al SIDUTEZ.

La figura 6, muestra el área de trabajo principal del SIDUTEZ, en donde el usuario puede crear, eliminar y buscar los diferentes oficios o memorándums que haya generado en su sesión. Además el sistema tiene la característica de poder mantener los documentos en formato de borrador. Como requisito esencial de este sistema fue la parte de la firma electrónica, la cual es generada a través de una cadena alfanumérica de forma segura.



Figura 6.- Pantalla principal del SIDUTEZ.

Otra característica importante del sistema, es la repuesta automática que manda la aplicación cuando el destinatario ya vio el documento que le fue enviado por otro usuario del sistema. Ello garantiza la lectura de los mismos en la plataforma.

Como parte de la conclusión del desarrollo del sistema SIDUTEZ, está la elaboración de iii) Procedimientos, manuales y pruebas del sistema, en esta etapa se elaboran los manuales de diseño, el de usuario, en donde se definen los siguientes puntos: Manual del usuario, en él se haya la descripción detallada del uso y operación del sistema SIDUTEZ, en otras palabras, la forma en cómo debe ser utilizado el sistema por los profesores y personal de gestión. Aunado a lo anterior, se elaboró el manual de diseño que describe la forma de comunicación con la base de datos, y la forma en cómo el SIDUTEZ procesa la información capturada. Finalmente, se desarrollaron los casos de prueba con sus respectivos escenarios propuestos, los cuales permitieron identificar de mejor manera las posibles vías alternas que puede tomar la ejecución del programa cuando los usuarios estén utilizando el sistema.

Implementación del sistema

La implementación del sistema está asociada estrechamente con los aspectos de hardware y software y consiste en instalar la aplicación en algún servidor disponible dentro del Site de comunicaciones de la UTEZ, con lo cual se dio inicio a la operación del mismo.

Posteriormente se enumeran los requerimientos mínimos necesarios de hardware y software para instalar el sistema en el servidor. Esta actividad está dividida en 3 etapas: i) La preparación de la instalación, la cual consiste en verificar que el servidor cuente con todos los requisitos de operación de hardware; así como de software tales como: sistema operativo, navegador de Internet y gestor de bases de datos. La segunda etapa ii) La instalación, en donde se realiza la instalación de la aplicación en el servidor, así como la configuración de la base de datos a utilizar, cabe indicar que todos los pasos antes mencionados están definidos en el manual de usuario del SIDUTEZ. Finalmente la etapa iii) La capacitación, está fue proporcionada mediante un curso de inducción para todos aquellos usuarios finales del sistema.

Operación del sistema

Esta es la última etapa de la metodología LGS y consiste prácticamente en la puesta en marcha del sistema, es decir, llevar a cabo las pruebas de funcionalidad pertinentes y realizar los últimos ajustes si son necesarios. Para este caso en particular (SIDUTEZ) se dio inicio con el registro de datos reales por parte de los usuarios para hacer pruebas, es decir, se registraron usuarios de cada División Académica, así como se capturó información de oficios y memorándums a enviar. En seguida, se elaboró un reporte de hallazgos encontrados en base a las

pruebas obtenidas del sistema. Por último, se plantearon algunas consideraciones generales de seguimiento e identificación de nuevas necesidades y mejoramiento; esta actividad se dividió en las tres sub etapas siguientes:

- i) Las pruebas de operación, consisten en que tanto el programador del sistema como el usuario final, deben tener la certeza de todas las sentencias y funciones se hayan probado correctamente sin ningún tipo de error. Esta actividad se realizó durante el desarrollo de los componentes del sistema, en común acuerdo entre el programador con el analista-diseñador del sistema.
- ii) Los resultados, se encontró que el SIDUTEZ cumple con las expectativas del usuario, dado que el sistema automatizaba los procesos operativos que se realizaban de forma manual. Además, el SIDUTEZ permite un mejor intercambio de información entre las diversas áreas de la Universidad, así como que la interfaz del SIDUTEZ permitía un mejor manejo de la información con mayor facilidad y rapidez, entre otras características más.

Finalmente en la etapa iii) El seguimiento e identificación de nuevas necesidades y planes de mantenimiento, permitió reconocer las necesidades de respaldos de la información de la bases de datos, así como de la actualización continua de los registros mismos y de las necesidades de capacitación a nuevos usuarios del SIDUTEZ.

Resultados y Discusión.

Los Sistemas de Información desarrollados a la medida son de mucha ayuda para las IES siempre y cuando estén en sintonía con las diversas actividades operativas y estratégicas del área de Tecnologías de la Información en particular. Para el caso del presente trabajo, la metodología LGS de [3] integra y se apoya en diferentes áreas del conocimiento teórico y técnico, así como de herramientas y técnicas de diagramación, además de la parte sistémica y metodológica de los proyectos en general.

La metodología LGS permitió alcanzar los siguientes logros:

- Rapidez y certeza en las actividades cotidianas sobre el envío y/o recepción de documentación oficial dentro de la UTEZ, así como del almacenamiento y control de su información de cada documento generado.
- Ahorro económico de gastos de papelería para la UTEZ, debido a la eliminación del uso de papel y de la compra de toners para impresoras, entre otros gastos más que se requieren para mantener carpetas de oficios y memos enviados y/o recibidos.
- Mejoramiento del proceso de envío y/o recepción de documentación oficial entre diversas áreas de la UTEZ, haciéndolas más eficientes.

Conclusiones.

Se espera que el desarrollo del SIDUTEZ permita agilizar y mejorar el control administrativo de la documentación oficial que circula en la Universidad, ya que ayudará a los usuarios a eficientar la redacción de oficios y memorándums oficiales, así como a mantener los datos almacenados de forma permanente. El SIDUTEZ podrá ser utilizado por todos los usuarios de la Universidad, que requieran la elaboración de algún tipo de documentación oficial. Adicionalmente, el SIDUTEZ contribuirá al ahorro de gastos en papelería, así como a la conservación del medio ambiente al reducir considerablemente el uso del papel en los cientos de oficios que son emitidos semanalmente por la Universidad.

Agradecimientos.

Este proyecto fue financiado por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (antes PROMEP, 2015) dependiente de la Secretaría de Educación Pública (SEP), bajo el esquema de Apoyo a la Reincorporación de Ex becarios PRODEP. Además el presente trabajo de investigación contó con la participación de la alumna Adilene Marías Mendoza de la carrera de Sistemas Computacionales con número control 11090835 durante su residencia profesional del 29 de Febrero al 01 de Julio del 2016.

Referencias.

1. Kenneth, C. Administración de los sistemas de información. Ed. Prentice Hall. EE.UU. 1996.
2. O'Brien, J. Sistemas de Información Gerencial. Ed. McGraw-Hill/Interamericana. Colombia, 2001.
3. Galindo, L. in PPS 8. Una metodología para el desarrollo de sistemas de información basado en computadoras. 2006.
4. Kendall, E. y Kendall, J. Análisis y Diseño de Sistemas. Ed.; Prentice-Hall. México, 2005.
5. Senn, J. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. Ed.; McGraw-Hill. España, 2002.

UN ACERCAMIENTO AL SISTEMA OPERATIVO ROBÓTICO

D.E. López-Borreguero¹, D. Mújica-Vargas¹ y J. Ruíz-Ascencio¹

¹*Departamento de Computación del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico-diana_elizabeth@cenidet.edu.mx, dantemv@cenidet.edu.mx, josea@cenidet.edu.mx, Interior Internado Palmira S/N, Col. Palmira, Cuernavaca Morelos, México-*

Área de participación: *Ciencias de la Computación*

Resumen: En este artículo se muestran las generalidades, configuraciones y características del Sistema Operativo Robótico (ROS), con el objeto de utilizar algunos algoritmos de localización y mapeo simultáneo (SLAM) a través del modelo de la plataforma robótica TurtleBot que se encuentra disponible en el simulador Gazebo. Las simulaciones se hicieron utilizando los paquetes de Gmapping y AMCL, utilizando el simulador RVIZ para observar la construcción del mapa. Esta familiarización con el sistema permite conocer las características y el desempeño que ofrece, para que en trabajos futuros, estas pruebas puedan ser implementadas en una plataforma robótica real basada en los diseños del TurtleBot 1, el cual usa un robot iRobot Roomba como base. Los mapas construidos fueron en 2D de diferentes entornos generados en el simulador.

1. Introducción.

La Localización y el Mapeo Simultáneo (*Simultaneous Localization And Mapping*, SLAM) es un proceso que permite a un robot generar un mapa de un entorno desconocido a la vez que se localiza y navega en él [3]. Estas tareas pueden resultar complejas debido a la gran cantidad de variables que se manipulan durante su ejecución. En la actualidad, los métodos probabilísticos son los que se desempeñan mejor para realizar dichas tareas de localización y mapeo simultáneo. Sin embargo, la reproducibilidad de estos algoritmos en diferentes plataformas robóticas suele ser un proceso laborioso, teniendo que reescribir de forma parcial o inclusive total el código para que funcione en otro robot, propiciando un desperdicio de tiempo, esfuerzo y dinero.

El Sistema Operativo Robótico (*Robot Operating System*, ROS) es una solución a ese tipo de situaciones, ya que provee una amplia variedad de librerías y herramientas que permiten la fácil implementación de una aplicación en una gran variedad de plataformas robóticas. ROS es un sistema operativo de tipo “*open source*” el cual es dirigido al campo de la robótica; su principal objetivo es facilitar la implementación de aplicaciones en plataformas robóticas, usando la reutilización de código, disminuyendo con ello las posibles modificaciones. Además, proporciona varios controladores para sensores, por lo que su configuración y uso es más fácil y rápido. Con estas bondades que el sistema ofrece, su crecimiento era de esperarse, convirtiéndose en un estándar a utilizar en muchos robots.

Al utilizar las herramientas que ROS proporciona, es posible realizar pruebas con los algoritmos de localización y mapeo simultáneo en una plataforma real para conocer el desempeño de cada combinación, pero siempre es importante y es una buena práctica llevarlo a cabo en primera instancia de manera virtual por medio de

simuladores, ya que proporcionan los elementos necesarios para comenzar a entender la forma en que se debe interactuar con ROS y la forma en que esas simulaciones se pueden llevar a un robot real.

En la literatura podemos encontrar trabajos en donde han utilizado ROS para implementar o utilizar algoritmos de localización y mapeo simultáneo, controladores, entre otros. En el trabajo de [4] utilizaron las técnicas SLAM 2D basadas en láser disponibles en ROS para realizar una evaluación de su desempeño. Analizaron cinco técnicas: HectorSLAM, KartoSAM, CoreSLAM, LagoSLAM y Gmapping. Mediante su experimentación pudieron concluir que Gmapping, KartoSLAM y HectorSLAM mostraron buenos resultados con una baja carga de procesos al CPU, mientras que CoreSLAM fue el que obtuvo malos resultados.

Los autores de [9] desarrollaron un esquema de control implementado en ROS para una plataforma robótica conformada por un robot Roomba, un sensor Kinect y una computadora. Dicho esquema de control permitió la navegación del robot usando la estrategia de Campos de Vectores de Velocidad (*Velocity Vector Fields*). Los resultados obtenidos en las pruebas de control mostraron un tiempo de estabilización del 95% de la señal de referencia en cerca de 5 segundos. En cuanto al seguimiento de trayectorias, los autores señalan que el comportamiento fue el esperado.

En el trabajo de [1] se presentó la construcción de un robot móvil con las capacidades de auto-localización, navegación y mapeo utilizando la placa de desarrollo Arduino, ROS y el sensor Kinect. Además, hicieron un controlador Proporcional Integral y Derivativo (PID) para el control del robot, en cambio, para la navegación implementaron el algoritmo de Búsqueda a lo Ancho (*Breadth First Search*, BFS) en un nodo de ROS para la planificación de trayectorias; el mapeo y la odometría se realizó de forma visual utilizando el sensor Kinect. Los resultados obtenidos en la localización presentaron errores menores al 5%; en cuanto al control, los motores se ajustaron correctamente y los resultados del mapeo también tuvieron errores, pero fueron insignificantes para los fines del proyecto.

En el artículo de [6] se realizó la construcción de un mapa 2D a partir del algoritmo Gmapping, utilizando la simulación de la plataforma robótica Turtlebot por medio de los programas de Gazebo y RVIZ disponibles en ROS. También se desarrolló un sistema de control para la navegación y el mapeo en entornos de interiores. Para llevar a cabo la localización usaron el paquete AMCL, para la planificación de trayectorias y navegación utilizaron el paquete de ROS "move_base". Con la combinación de estas herramientas, los autores concluyeron que se consiguen simulaciones muy cercanas a la realidad.

Estas y otras investigaciones muestran que en la actualidad existen algoritmos que permiten llevar a cabo el proceso del SLAM, sin embargo, no mencionan qué conjuntos de técnicas son las ideales para comenzar a incursionar en esta área o qué es necesario realizar antes de llevar a cabo la implementación en un robot real. Dado lo anterior, en este trabajo se presenta un acercamiento a las funcionalidades que posee ROS en esta área, con el fin de facilitar su incursión en este campo de la robótica.

2. Fundamento Teórico y Experimentos.

2.1 ROS.

El Sistema Operativo Robótico (*Robot Operating System*, ROS) es un *framework* ampliamente utilizado en el campo de la robótica para realizar varias aplicaciones de investigación, académicas, servicio o inclusive, para la industria [7]. La idea básica de ROS es hacer un código reproducible, modificable y escalable, de tal manera que pueda ser utilizado en cualquier otro robot adecuándolo a las necesidades, siendo esta forma de trabajo la que lo ha posicionado como un estándar a utilizar en esta área.

ROS provee dentro de sus herramientas, simuladores virtuales de robots, como, por ejemplo: Gazebo, Rviz, STDR, V-REP, Webots y Stage, los cuales permiten realizar pruebas de las aplicaciones robóticas desarrolladas antes de implementarlas en un robot real. ROS también incluye paquetes de localización, mapeo y navegación, los cuales están basados en los algoritmos de: AMCL (*Adaptive Monte Carlo Localization*), EKF (*Extended Kalman Filter*), ocupación de celdas, Dijkstra, A*, entre otros.

Actualmente, existen diez versiones de este sistema operativo, la última fue recientemente lanzada en el mes de junio, mientras que la octava (Indigo Igloo) en julio de 2014. Esta versión fue elegida, porque en el momento de realizar las pruebas, esta era la versión más estable y con más soporte. Una cosa importante de resaltar, es que ROS es un sistema embebido que trabaja sobre Linux. Para este proyecto, se utilizó Ubuntu 14.04 LTS que es la versión más reciente que Indigo Igloo soporta.

2.2 Localización y Mapeo Simultáneo.

La Localización y el Mapeo Simultáneo (*Simultaneous Localization And Mapping*, SLAM) es un proceso que dota a un robot con la capacidad de construir un mapa de un entorno desconocido mientras que de forma simultánea se localiza en este mapa y navega autónomamente. Este proceso es complejo, porque involucra tres actividades importantes: la localización, el mapeo y la navegación; y cada actividad involucra el conocimiento de otros puntos. Por ejemplo, para estimar la posición del robot, es necesario conocer la posición por odometría (puede ser visual o mecánica), la medición de los sensores y el entorno del mapa, que puede ser calculada por la Ecuación 1 [2, 11]:

$$p(x|z, u, m) \quad (1)$$

donde, x representa la position del robot, z son las mediciones de los sensores, u son las acciones de control y m es el entorno del mapa.

El mapeo necesita la información de los sensores, la posición estimada por la odometría y las acciones de control (los movimientos realizados por el robot), esto puede ser expresado por la Ecuación 2 [2, 11]:

$$p(m|x, z, u) \quad (2)$$

donde, m es el entorno del mapa, x es la posición estimada del robot, z es la información de los sensores y u es el vector que contiene las acciones de control.

La navegación está compuesta por el planificador de trayectorias y el seguimiento de trayectorias, que puede ser un algoritmo basado en Dijkstra o en A^* , que son los más utilizados en este campo. Finalmente, la integración de estas componentes permite realizar el proceso del SLAM, de acuerdo a la Ecuación 3 [2, 11]:

$$p(x, m|z, u) \quad (3)$$

donde, x es la posición estimada del robot, m es el entorno del mapa, z es la información de los sensores y u son las acciones de control.

Las ecuaciones anteriores involucran la manipulación de hasta cuatro variables importantes: estados (X), información de los sensores (Z), acciones de control (U) y el entorno del mapa (M). Este proceso puede ser descrito de la siguiente manera: el robot se encuentra en una determinada posición X , obtiene las respectivas mediciones de los sensores y ejecuta una acción de control (U) para desplazarse al siguiente estado mientras que de manera simultánea, genera una porción del mapa M , la cual es añadida a un mapa global; este proceso se repite tomando en cuenta la información de los estados anteriores hasta que la construcción del mapa finalice. Esto genera una gran cantidad de variables a manipular, convirtiéndose en una tarea larga y compleja.

2.3 TurtleBot.

TurtleBot es una plataforma robótica que está conformada por cuatro discos, los cuales son utilizados como soporte para colocar una computadora y un sensor RGB-D a la base del robot, que en su primera versión era un iRobot Create; actualmente la base es un robot Kobuki. Este kit puede ser comprado en la página oficial [5] o se puede construir, porque el mismo sitio web proporciona los documentos e instrucciones necesarias para hacerlo. Este robot puede trabajar sin problemas con ROS. La Figura 1 muestra la plataforma TurtleBot 2.



Figura 1.- TurtleBot 2 [6]

Este robot permite usar o inclusive implementar algoritmos y controladores por medio de ROS. En el sistema operativo, es posible simular este robot a través de los simuladores Gazebo y Stage.

2.4 Simulaciones.

Como se mencionó anteriormente, se instaló la versión Indigo Igloo de ROS en Ubuntu 14.04 de acuerdo a los pasos de instalación proporcionados por la página oficial de ROS [7]. Después se instalaron los paquetes necesarios para utilizar el modelo del TurtleBot 2 en el simulador Gazebo para ejecutar algunos algoritmos de localización, mapeo y navegación, siguiendo las instrucciones de la wiki de ROS [8].

Después de instalar los paquetes del turtlebot, se ejecutó ROS y posteriormente Gazebo con el TurtleBot para inicializarlo:

```
$ roscore
$ roslaunch turtlebot_gazebo turtlebot_world.launch
```

Con la ejecución de los comandos anteriores, el TurtleBot 2 con el sensor RGB-D Asus Xtion Pro son los componentes que aparecen en el simulador con algunos objetos alrededor, como se ilustra en la Figura 2.

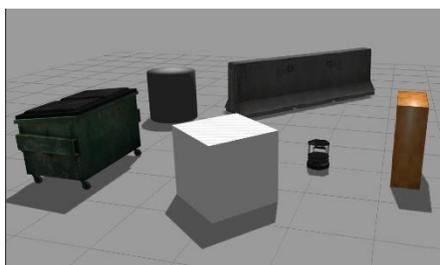


Figura 2.- Simulación del TurtleBot 2 en Gazebo

En los paquetes instalados del TurtleBot, hay una demostración de Gmapping (es un paquete que genera mapas en 2D por medio de un láser) y una de AMCL. Para la generación del mapa, se ejecutó Gazebo con el comando anterior, luego se ejecutó la demostración de Gmapping para comenzar la construcción del mapa [10]:

```
$ roslaunch turtlebot_gazebo gmapping_demo.launch
```

Después, se inicializó Rviz para la visualización de la construcción del mapa de acuerdo al entorno de Gazebo [10]:

```
$ roslaunch turtlebot_rviz_launchers view_navigation.launch
```

En este caso, la construcción del mapa se hizo utilizando la teleoperación del robot por medio del teclado de la computadora, ingresando [10]:

```
$ roslaunch turtlebot_teleop keyboard_teleop.launch
```

Con el comando anterior se visualizó una terminal con las respectivas instrucciones para controlar el robot. El mapa se construyó de acuerdo a los movimientos de la teleoperación y con el proceso de Gmapping ejecutándose. Una

vez finalizada la construcción del mapa, se guardó con el comando que se presenta a continuación; al ejecutar dicho comando se guardan dos copias, una con formato “yaml” y la otra en “pgm” [10]:

```
$ rosrn map_server map_saver -f nombre del mapa
```

El mapa generado se muestra en la Figura 3 y dicho mapa se utilizó para ejecutar el paquete AMCL para la localización del robot y para la navegación se ocupó el algoritmo DWA (*Dynamic Window Approach*) [10]:

```
$ roslaunch turtlebot_gazebo amcl_demo.launch map_file:= ruta al archivo YAML generado
```

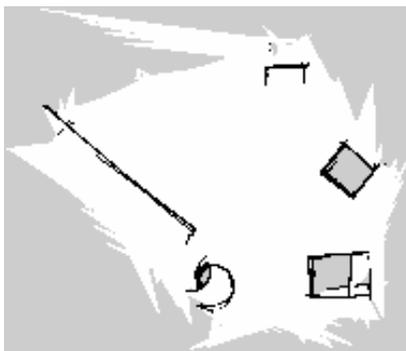


Figura 3.- Mapa generado

En las Figuras 4 y 5 es posible observar como las partículas están dispersas al principio, pero mientras el robot se está moviendo las partículas comienzan a compactarse hasta que finalmente obtienen la posición del robot.

Además, se puede visualizar la trayectoria generada con el algoritmo DWA.

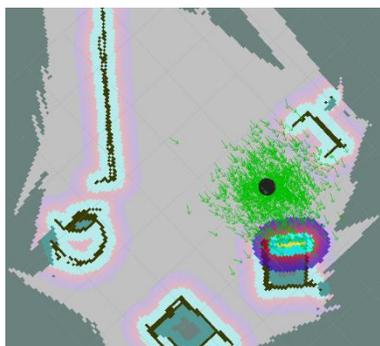


Figura 4.- Simulación de AMCL en Rviz

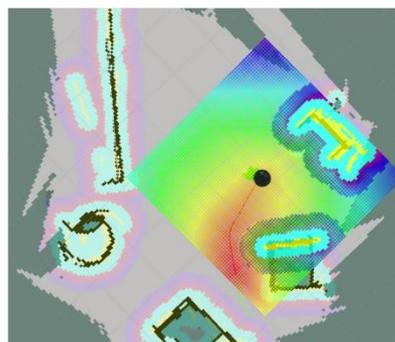


Figura 5.- Localización por AMCL

Se utilizó otro entorno en Gazebo para construir un mapa, este mundo (entorno) se llama “Corridor” y se incluye en la instalación del TurtleBot. La Figura 6 muestra este entorno compuesto de paredes y en la Figura 7, se puede observar el mapa generado usando el paquete de Gmapping y la teleoperación del TurtleBot, como en la simulación anterior.

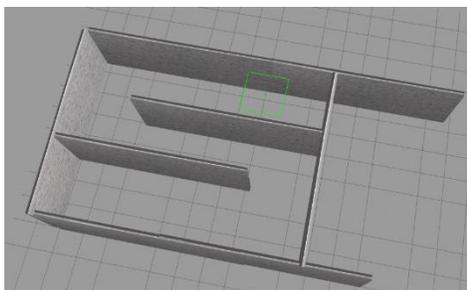


Figura 6.- Entorno “Corridor”



Figura 7.- Mapa del entorno “Corridor”

La generación de estos mapas tomó entre 25 y 45 minutos y fue necesario realizar dos recorridos de estos entornos para obtener un mapa mejor. Estas pruebas se realizaron utilizando una laptop equipada con un procesador Intel Core i5 de segunda generación a 2.3 Ghz y con 4 Gb de memoria RAM.

Finalmente, se construyó un primer bosquejo del entorno de la segunda planta del edificio del Departamento de Computación del CENIDET (Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico) utilizando las herramientas de Gazebo. Este bosquejo se muestra en la Figura 8 y en la Figura 9 se puede observar el mapa generado. Su construcción tomó alrededor de 70 minutos.

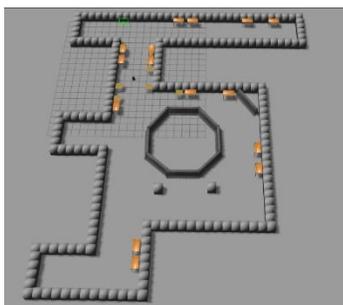


Figura 8.- Segunda planta del edificio del Departamento de Computación

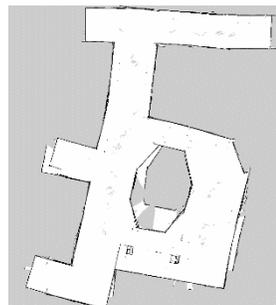


Figura 9.- Mapa generado del edificio del Departamento de Computación

3. Resultados y Discusión.

A partir de los mapas generados en las Figuras 3, 7 y 9, se puede observar que son muy aproximados a los respectivos entornos en los que se está simulando y proporcionan una referencia de la forma en que se pueden realizar estas tareas utilizando los simuladores de Rviz y Gazebo. Además, se puede ver que el algoritmo Gmapping obtiene buenos resultados en cuanto a la construcción del mapa. Por su parte, AMCL, se desempeña de forma adecuada, ya que, en poco tiempo, pasa de desconocer por completo la pose del robot a tener una muy buena estimación de ella. El único detalle que se necesita experimentar un poco más es en cuestión del tiempo de generación del mapa, ya que, si se incrementa la velocidad del robot durante la simulación para agilizar el proceso, éste pierde su posición en el mapa y comienza a generar errores durante la construcción. Este detalle se desconoce si se deba por las características de hardware del equipo,

por los simuladores, las configuraciones por omisión o simplemente es lo que realmente sucede con el algoritmo de Gmapping.

4. Conclusiones.

ROS es un sistema operativo que condensa una gran variedad de herramientas para el desarrollo de aplicaciones robóticas en un solo lugar. Algunas de sus principales herramientas son los algoritmos que se encuentran disponibles y los simuladores, que permiten observar que las simulaciones son una buena manera de entender y de introducirse al funcionamiento de los algoritmos de localización, navegación y de mapeo (como fue en este caso), ya que permiten probarlos sin problemas en diferentes entornos (los cuales pueden ser personalizados de acuerdo a las necesidades) para conocer su desempeño. Estas pruebas son un buen comienzo para familiarizarse con el sistema operativo y para conocer la manera en que se podrían utilizar estos algoritmos en una plataforma robótica real, que en trabajos futuros se llevará a cabo utilizando un robot iRobot Roomba y un sensor Kinect.

Agradecimientos.

Se agradece al CONACYT por el apoyo económico otorgado para realizar los estudios de posgrado. Al TecNM y en especial al CENIDET, por la preparación académica recibida y por facilitar el acceso a la información necesaria para la realización de este proyecto.

Referencias.

1. Caverzasi; F. Saravia; O. Micolino; L. Mathé; L. Lichtensztein in IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), 2014, pp. 786-791.
2. Cuentos-Cuánticos, "Robótica: Estimación de posición por odometría", 2011, recuperado de <https://cuentos-cuanticos.com/2011/12/15/roboticaestimacion-de-posicion-por-odometria/>.
3. S. Kolski, *Mobile Robots: Perception & Navigation*. Advanced Robotic Systems International, Croatia, 2007.
4. J. Machado; D. Portugal; R. Rocha in IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), 2013, pp. 1–6.
5. Open-Source-Robotics-Foundation, "Turtlebot," 2016, recuperado de <http://www.turtlebot.com/>.
 - A. Pajaziti; P. Avdullahu, *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 2014, vol. 2, no. 4, pp. 71–75.
6. ROS, "ROS", 2016, recuperado de <http://www.ros.org>.
7. ROS, "Turtlebot Installation", 2016, recuperado de <http://wiki.ros.org/turtlebot/Tutorials/indigo/Turtlebot%20Installation>.
8. E. Ruiz; R. Acuña; N. Certad; A. Terrones; M. Cabrera in IEEE Latin American Robotics Symposium (LARS), 2013, pp. 55–60.

9. M. Silliman, "Creating a Map," 2016, recuperado de <http://learn.turtlebot.com/2015/02/03/8/>.
10. S. Thrun, W. Burgard; D. Fox, *Probabilistic Robotics*. MIT Press, USA, 2006.

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DRONE PARA COMBATIR LA REPRODUCCIÓN DEL MOSQUITO AEDES AEGYPTI

E. Anguiano- Bello¹, J. E. Ortega-López², A. Carrillo- Quiroz³, F.J. Ramírez-Sandoval⁴ y M. Quevedo- Núñez⁵.

¹Departamento de sistemas y computación del Instituto Tecnológico de Iguala-ernestina.anguiano@itiguala.edu.mx, Carretera Nacional iguala-Taxco esquina periférico norte. Col. Adolfo López Mateos Infornavit. Iguala de la Independencia, Gro. México. ²Departamento de

Desarrollo Académico del Instituto Tecnológico de [Iguala -eduardo.ortega@itiguala.edu.mx](mailto:eduardo.ortega@itiguala.edu.mx),

³Departamento de Servicios Escolares del Instituto Tecnológico de [Iguala-](mailto:anastacio.carrillo@itiguala.edu.mx)

anastacio.carrillo@itiguala.edu.mx, ⁴Departamento de Gestión y Vinculación del Instituto

Tecnológico de [Iguala-fcojavier.ramirez@itiguala.edu.mx](mailto:igualafcojavier.ramirez@itiguala.edu.mx), ⁵Ingeniería en [Informática-](mailto:quevedo2728@gmail.com)

quevedo2728@gmail.com.

Área de participación: Robótica

Resumen: El presente trabajo desarrolla e implementa la tecnología Drone en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Iguala para realizar actividades de fumigaciones aéreas con el objeto de combatir la reproducción y el desarrollo del mosquito “Aedes Aegypti” y así disminuir el riesgo de contraer alguna de las enfermedades que transmite este mosquito como lo es el Dengue, la Chinkungunya y el Zika. El Drone es controlado a través de una aplicación móvil desarrollada en App Inventor para dispositivos Android, elevándose a una altura aproximadamente de 15 metros, detectando con la cámara VGA las áreas que se desean fumigar, realizando el proceso de fumigación de arriba hacia abajo.

Introducción.

En la actualidad la fiebre, dolor de cabeza, dolor muscular y articulaciones causadas por el Zika, Chinkungunya y Dengue son enfermedades transmitidas por estos virus de mayor impacto en la salud pública que afecta a muchos países entre ellos México. Este virus es transmitido por el mosquito “Aedes Aegypti”. Un pequeño insecto blanquinegro con rayas en el dorso de las patas, el cual es conocido como el “zancudo patas blancas”. Estos viven en zonas donde los seres humanos habitan, y por consecuencia, el contacto con este mosco es inevitable. Agregándole a la problemática que la mayor parte de las personas, ya sea por negligencia o desconocimiento de la enfermedad, que en ocasiones puede ser mortífera para una o más personas, contribuyen a la reproducción del insecto por el almacenamiento del agua en sus casas, ya sea en depósitos o en contenedores que utilizan para sus necesidades diarias o pequeños depósitos como charcos en lugares baldíos, los cuales no tienen un mantenimiento adecuado, haciendo que los mosquitos depositen ahí sus larvas y con esto su reproducción masiva sea muy rápida.

El Instituto Tecnológico de Iguala cuenta aproximadamente con 20 hectáreas de terreno donde el 60% son terrenos baldíos en el cual se podría reproducir el mosquito y procrear estas enfermedades.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Para el desarrollo del vehículo aéreo no tripulado se implementó la tecnología necesaria para el desarrollo del mismo, como son motores brushless, estos motores son los que nos permitirán elevar el drone y como su propio nombre indica, brushless quiere decir "sin escobillas". En este tipo de motor la corriente eléctrica pasa directamente por los bobinados del estator o carcasa, por lo tanto, aquí no son necesarias ni las escobillas ni el colector que se utilizan en los brushed. La ventaja de estos motores es que por su diseño giran a altas revoluciones por minuto lo cual permitirán elevar nuestro drone con un cierto peso que tendrá debido al insecticida que será utilizado para la fumigación.

Para que estos motores funcionen necesitan de un dispositivo adicional llamado ESC (Electronic Speed Controller) Controlador de Velocidad Electronico por sus siglas en inglés, este dispositivo permitirá tener el control de las RPM's del Drone con lo cual podremos elevarlo y poder dirigirlo por el aire todo esto estará controlado por un circuito de control central que será totalmente programable, para ello se hará uso de una tarjeta de desarrollo electrónica muy utilizada por los desarrolladores. Se decidió por utilizar la tarjeta "Arduino UNO R3" ya que es la más conveniente para nuestro drone, esta tarjeta funciona con el microcontrolador ATMEGA328P de la empresa Atmel, este microcontrolador permitirá tener el control del drone en el aire, así mismo dirigirlo ya que por algoritmos de programación esto será integrado un módulo Bluetooth (HC-06) en su versión V4.0 las ventajas que ofrece este dispositivo es que tiene un mayor alcance de recepción y emisión en zonas a campo abierto.

Una de las tecnologías adicionales que tendrá este Drone fumigador es que su control se logra a través de un dispositivo móvil, que cuente con el sistema operativo Android, Arduino ofrece una integración y comunicación muy sencilla entre estos dispositivos, la App que se utilizará será compatible con las distintas versiones del "SO Android". Esta app será desarrollada en la plataforma que el MIT Google ofrece de manera gratuita para el desarrollo de las mismas. Una parte importante de este drone es la batería que alimentara a todo el sistema, después de un análisis se determinó que la batería sería una LiPO de 11,1 a 1 AMP, misma que dará un tiempo de vuelo de 10 minutos.

Pero ahora es tiempo de hablar del sistema de fumigación mismo que será implementado en la parte de abajo del chasis para que a la hora de volar permita esparcir el "Clorpirifus", mismo que de acuerdo a datos de la Secretaria de Salud del estado de Guerrero y en base a la norma NOM – 032 – SSA2 – 2014 la cual establece la vigilancia, prevención, promoción y vigilancia de vectores. En base a esta Norma Oficial Mexicana se realizarán las fumigaciones ya sea en hogares domésticos o en terrenos donde sea necesario, además de que se cumplirá con las recomendaciones que hace esta norma, por ejemplo, que las velocidades de fumigación no excedan los 10 Km/hr, que no se fumigue en caso de vientos

fuertes, la cantidad en mililitros por hectárea, entre otros aspectos importantes que será considerado.

Desarrollo

Para el desarrollo de este prototipo se decidió por utilizar un chasis o carcasa ya fabricado y que se venden en el mercado nacional solo para ensamblar, el cual se muestra en la figura 1.



Figura 1.- Chasis del Drone.

Una vez que se adquirió el material se procedió a ensamblarlo y a la integración de las partes que formarán parte del Drone. Figura 2.

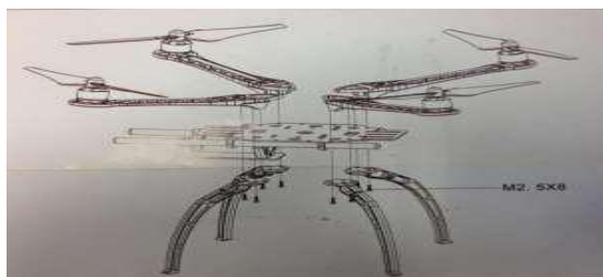


Figura 2.- Manual de armado del chasis.

Una vez armado el chasis lo que sigue es ensamblar los motores Brushless, poniendo al final de cada brazo un motor y asegurándolos con tornillos. Figura 3.

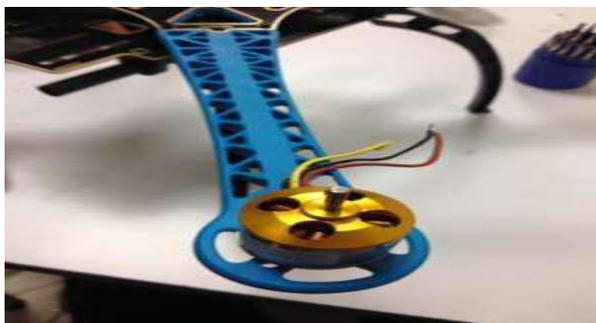


Figura 3.- Montaje los motores en los brazos del chasis.

Los ESC para controlar la velocidad de los motores. Figura 4.

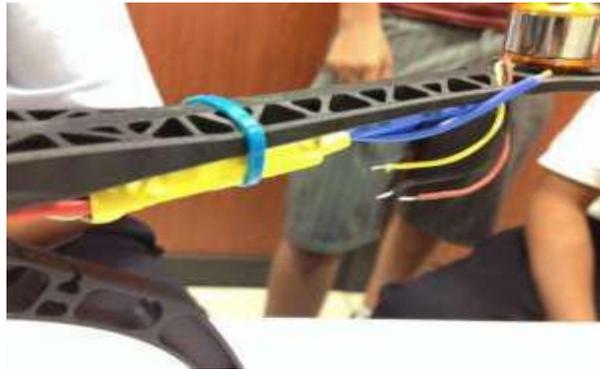


Figura 4.- Montaje de los ESC a los brazos.

Una vez que se va ensamblando todo, poco a poco el drone va tomando forma y viene el momento de colocar las hélices a los ejes de los motores. Figura 5.



Figura 5.- Montaje de las hélices a los ejes de cada uno de los motores

Ahora lo que sigue es la conexión de los ESC con los motores de acuerdo a las indicaciones del fabricante y se soldan los motores con los ESC. Figura 6.

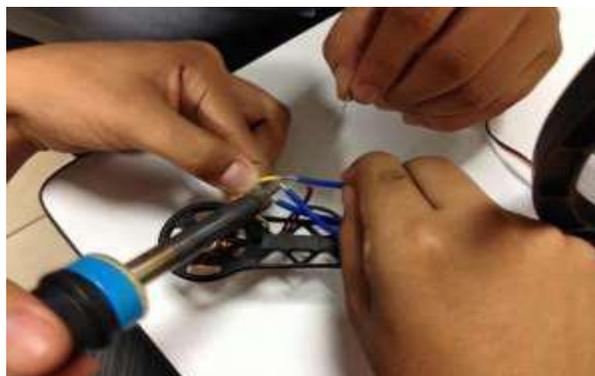


Figura 6. Conexión entre los motores y los ESC.

Una vez que ya se soldaron los ESC con su respectivo motor se soldán los ESC al chasis de acuerdo a como lo indica el manual. Figura 7.

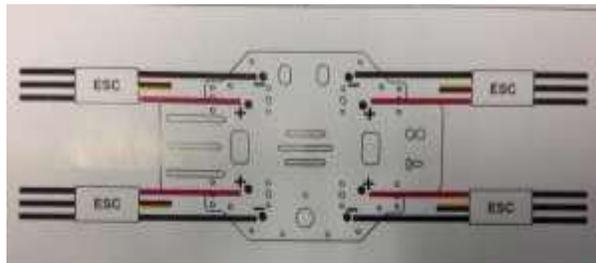


Figura 7.- Conexión de los ESC al chasis.

También se integrará una batería LiPO de 11.1 Volts a 1 Ampere que servirá para darle alimentación al sistema. Figura 8.



Figura 8.- Implementación de la batería LiPO.

Una vez ensamblados los motores Brushless, los ESC, la batería Lipo y la placa Arduino se procederá a hacer la conexión entre estos dispositivos con la siguiente configuración. Figura 9.

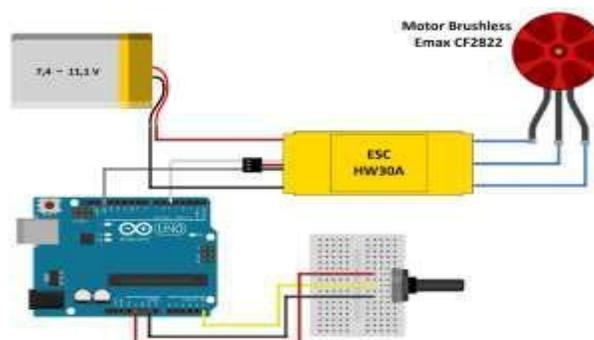


Figura 9.- Diagrama de conexiones.

Conectamos el bluetooth a la placa Arduino con su respectiva configuración. Figura 10.

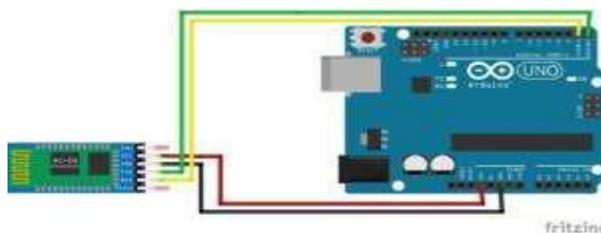


Figura 10.- Diagrama de conexión del Bluetooth y Arduino.

Esta conexión se hará de acuerdo a la distribución de pines del dispositivo y se hará de manera cuidadosa, para evitar tener fallos de comunicación. Figura 11.



Figura 11.- Conexión del Bluetooth.

Viene ahora la parte importante del Drone y se trata del dispositivo que se encargara de bombear el insecticida e integrara parte del sistema de fumigación. Figura 12 y 13.



Figura 12.- Bomba del sistema de fumigación.



Figura 13.- Sistema de Fumigación.

Una vez ensamblada y unidas cada una de sus partes este es el resultado final. Figura 14.



Figura 14.- Drone terminado listo para ser programado.

Resultados y Discusión.

Una vez realizado el prototipo y una vez hechas las pruebas, se obtuvieron los siguientes resultados. Cuando se hicieron las pruebas bajo la norma que establece la Secretaria de Salud, NOM – 032 – SSA2 – 2014 la cual establece la vigilancia, prevención, promoción y vigilancia de vectores, en donde se indica que cantidades de clorpirufus utilizar, bajo qué condiciones de clima se debe utilizar, la velocidad a la que debe volar el vehículo; ahí por ejemplo se establece que la velocidad máxima del vehículo serán a 10 Km/hr, también se dice que no se pueden volar o aplicar el clorpirufus si está lloviendo o que haya acabado de llover, fue de suma importancia la aplicación de esa norma, ya que en base a ello influyo el diseño del Drone. Como en todo prototipo surgieron algunos errores, que se fueron solucionando con el avance del proyecto sobre todo en las pruebas de vuelo, que fue en donde se complicó un poco, debido a que aparte del peso de la estructura del Drone, también afectaba el peso adicional que tenía de cargar con el insecticida a emplear, las pruebas de vuelo fueron realizadas dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Iguala, y se fueron haciendo las adecuaciones para las fumigaciones, se observó que el Drone, mostraba dificultades a la hora de cargar el peso por lo que fue necesario utilizar motores de más revoluciones y que soportaran un mayor peso, por otro lado además fue necesario la implementación de un sistema de control inteligente que fuera capaz de atender las llamadas del bluetooth para realizar alguna acción, así como suministrar el insecticida en el lugar adecuado, lo más importante fue el realizar la App en Android para poder controlar el dispositivo, cabe resaltar que gracias a la SSA de Guerrero que nos facilitó el clorpirufus ya que es un insecticida no comercial para poder realizar nuestras pruebas. A este proyecto aún se le pueden implementar más cosas, hasta poder llegar a hacerlo autónomo, y poder hacer que solo salga de una estación a fumigar ciertas áreas que se le indiquen, se puede aún seguir desarrollando más cosas para hacerlo más eficiente.

Conclusiones.

De acuerdo a la problemática identificada y en base a las investigaciones realizadas se optó por desarrollar e implementar un DRONE para realizar actividades de fumigación. La ventaja que se tiene de la utilización de esta tecnología es que se pueden abarcar mayores zonas para combatir la reproducción del mosquito, por ejemplo en terrenos baldíos en donde personal de la Secretaria de Salud no alcanza en ocasiones a fumigar, otra de las ventajas es que como la fumigación es de arriba hacia abajo se alcanza a fumigar casi todas las zonas, y luego con un DRONE se podría asegurar que este abarcará el 95% de las zonas que se pretendan fumigar, erradicando de esta manera la reproducción y desarrollo del mosquito "Aedes aegypti" y con las posibilidades de contraer alguno de los tres virus que este mosquito trasmite.

Agradecimientos.

Agradezco a los estudiantes que estuvieron trabajando en este proyecto y a los docentes por sus conocimientos que aportaron para la realización de la misma.

Referencias.

1. Andrea, D. *Battery Management Systems for Large Lithium Ion Battery Packs*. US: Artech House; 1^{ra} edition. (2010).
2. Arduino. (JUNIO de 2016). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
3. Enfermedades, C. N. *Guia de Nebulización (rociado espacial) para la aplicación de insecticidas a ultra bajo volumen (UBV) con equipo pesado*. México: Secretaría de salud (2015).
4. D.C. Hanselman; *Brushless Permanent - Magnet Motor Design* US: McGraw-Hill Inc.
5. R. Krishnan; *Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives*. US: CRC Press; 1^{ra} edition.
6. Nom-032-SSA2-2014. (2014). *Norma Oficial Mexicana para la Vigilancia Epidemiológica, Promoción, Prevención, y Control de Enfermedades Transmitidas por Vectores*. México.

TRADUCTOR SORDO/MUDOS ESPAÑOL USANDO KINECT® Y MYO®

J. P. Aragón-Hernández, J. Santa Olalla-Salgado, J. L. Pérez-Estudillo

¹*Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Zacatepec-
jpedro.ah@itzacatepec.edu.mx, jsantaolallas@hotmail.com, jluis.pe@itzacatepec.edu.mx*

Área de participación: Sistemas embebidos y el Internet de las cosas

Resumen: La lengua de señas, o lengua de signos, es una lengua natural de expresión y configuración gesto-espacial y percepción visual (o incluso táctil por ciertas personas con sordo ceguera), gracias a la cual los sordos pueden establecer un canal de comunicación con su entorno social, ya sea conformado por otros sordos o por cualquier persona que conozca la lengua de señas empleada. Mientras que con el lenguaje oral la comunicación se establece en un canal vocal-auditivo, el lenguaje de señas lo hace por un canal gesto-viso-espacial.

Esta brecha puede ser acortada mediante la detección de los gestos basándose en la Lengua de Señas Mexicana (LSM) convirtiendo las señas a cadenas de caracteres los cuales pueden ser representados como audio por APIS como Google Cloud Natural Language. Para ello se plantea generar una simbiosis entre la detección de patrones en articulaciones usando la tecnología proporcionada por los dispositivos Kinect, originalmente usados para video juegos, en unión con la detección de señas en las muñecas por medio de sensores electromagnéticos basándose en un producto de desarrollo llamado MyO. La unión de ambos elementos nos generara el entorno de datos necesario para trabajar en la normalización y detección de datos, la cual puede ser aprovechada por las tecnologías de Google APIS para la interpretación en Lenguaje Natural, en nuestro caso español.

Introducción.

La Lengua de Señas Mexicana o LSM, es el medio de comunicación en comunidad Sorda en las regiones urbanas y rurales de México. Es el idioma más utilizado, de 87.000 a 100.000 señantes (1986 TC Smith-Stark), por lo que es más grande que muchas familias enteras de lenguas indígenas en el país. Es según la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (Texto vigente publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2011): "La lengua de una comunidad de sordos, que consiste en una serie de signos gestuales articulados con las manos y acompañados de expresiones faciales, mirada intencional y movimiento corporal, dotados de función lingüística, forma parte del patrimonio lingüístico de dicha comunidad y es tan rica y compleja en gramática y vocabulario como cualquier lengua oral."

LSM puede ser separado en 2 áreas de trabajo: La primera área es la detección de los brazos, cuello, hombros, cadera, manos y codos, así como su posición relativa con respecto al cuerpo, para ello existen tecnologías actuales, comerciales y de bajo costo, entre ellas Microsoft Kinect.

Kinect tiene la capacidad de detectar automáticamente los esqueletos, tan solo quedándose con todo el cuerpo en frente del sensor.

Cada esqueleto tiene 20 articulaciones:

La funcionalidad estrella del sensor Kinect es el Skeletal tracking. Skeletal tracking significa seguimiento de esqueleto y se basa en un algoritmo que logra identificar

partes del cuerpo de las personas que están en el campo de visión del sensor. Por medio de este algoritmo podemos obtener puntos que hacen referencia a las partes del cuerpo de una persona y hacer un seguimiento de éstos identificando gestos y/o posturas.

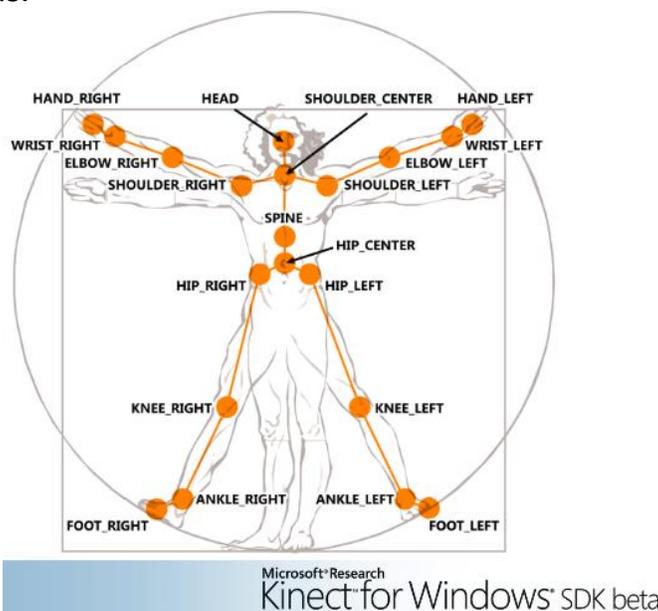


Figura 3.- Skeletal Tracking basado en Kinect 1.8

La segunda área de trabajo es quizás la más compleja ya que implica demasiadas variables; esta es la detección de las señas específicas de ambas manos en tiempo real usando los pulsos electromagnéticos generados por el sistema nervioso humano. Para ello se utiliza una tecnología de desarrollo llamada MyO. El brazalete Myo es un dispositivo de sensor de movimientos y control de movimiento portátil que le permite tomar el control de su teléfono, computadora, y mucho más, toca libre.

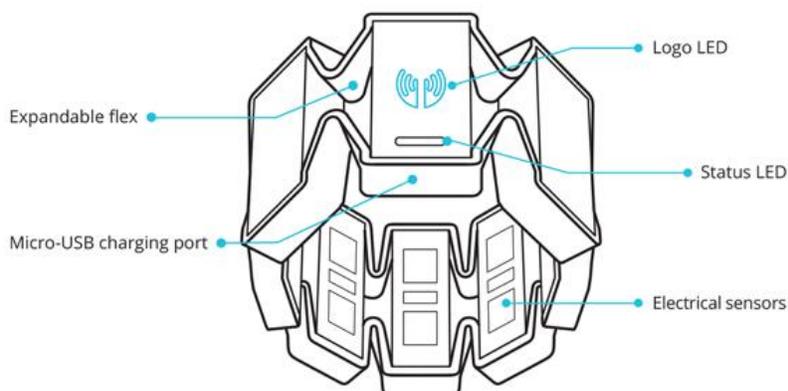


Figura 4.- Estructura del brazalete MyO

Consta de 9 sensores de acero inoxidable del grado médico EMG, de alta sensibilidad IMU en ejes que contienen giroscopio de tres ejes, acelerómetro de tres ejes, magnetómetro de tres ejes.

También cuenta con un Procesador ARM Cortex M4. Emite realimentaciones Hápticas (vibraciones) a cortas, medias, largas. Se conecta a los dispositivos

mediante tecnología Bluetooth® Smart. Esto último permitirá la libertad de movimiento sin tener que realizar demasiadas conexiones.

Con esta tecnología se pretende hacer uso de los 9 sensores así como giroscopios para detectar los gestos efectuados en ambas manos de forma paralela para 10 señas como mínimo

Los brazaletes Myo podrían ser utilizados para acercar más los mundos lingüísticos del lenguaje hablado y la lengua de señas utilizado por personas con capacidades diferentes, específicamente personas sordomudas mediante la conversión de la lengua de señas en cadenas de caracteres.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Antes de iniciar el análisis de datos, cada una de nuestras partes debe ser programada generando un entorno de análisis y pruebas cómodo.

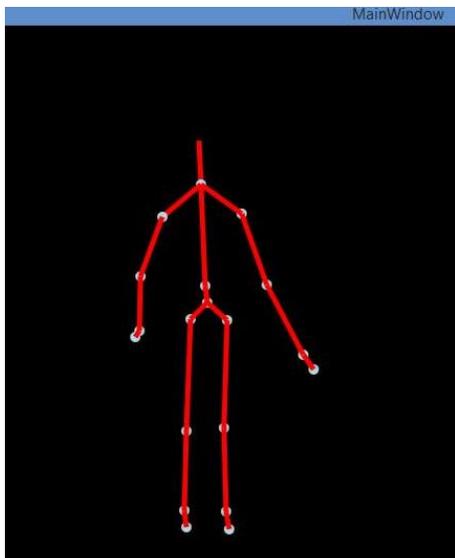


Figura 5.- Skeletal Tracking

En el caso de la primera área de trabajo, antes de iniciar la detección de los gestos, se trabajó en la visualización del esqueleto (Skeletal Tracking) para corroborar la detección en las posturas del cuerpo. Para ello se usó el software llamado Kinect Development Kit, el cual se integra en Visual Studio, en principio el trazo del esqueleto se realiza mediante vectores los cuales se recalculan en tiempo real, aunado a estos vectores, se realizó el remarcado de las articulaciones, cabe mencionar que en este trabajo se hará la detección del gesto que realizan los brazos, ya que, para lenguaje sordo mudo, las piernas no tienen relevancia alguna.

Posteriormente se colocaron etiquetas de control sobre las cuales se plasmarán valores de X, Y, Z para ambos brazos o para la articulación con la que se trabaje. Debajo de estas etiquetas se colocaron otras 2 para la posición de los brazos.

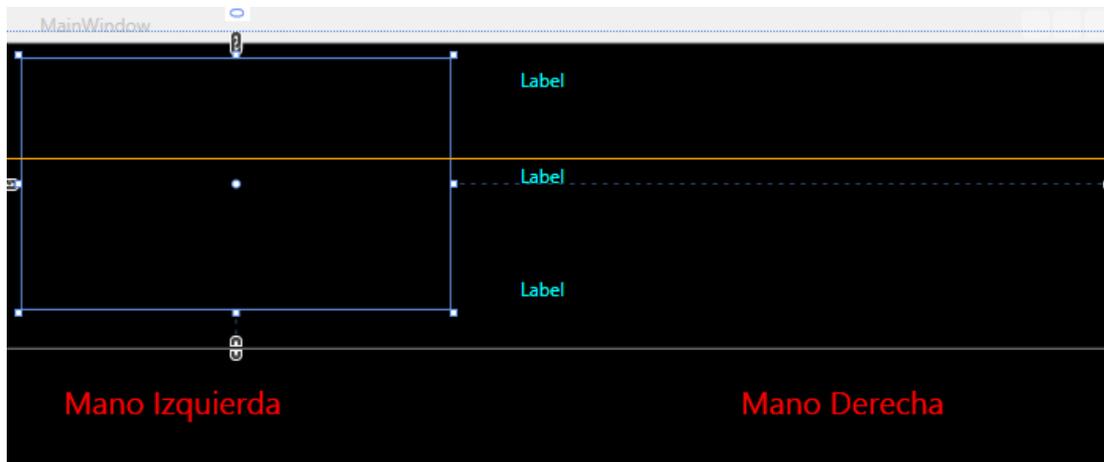


Figura 6.- Posición de etiquetas.

Y por último se ocupan esas etiquetas para sus respectivas funciones. Cabe mencionar que la detección del gesto con los brazos se realiza por medio de operaciones en tiempo real en base a la posición relativa del radio de cada uno de los puntos con respecto a los giros del cuerpo.

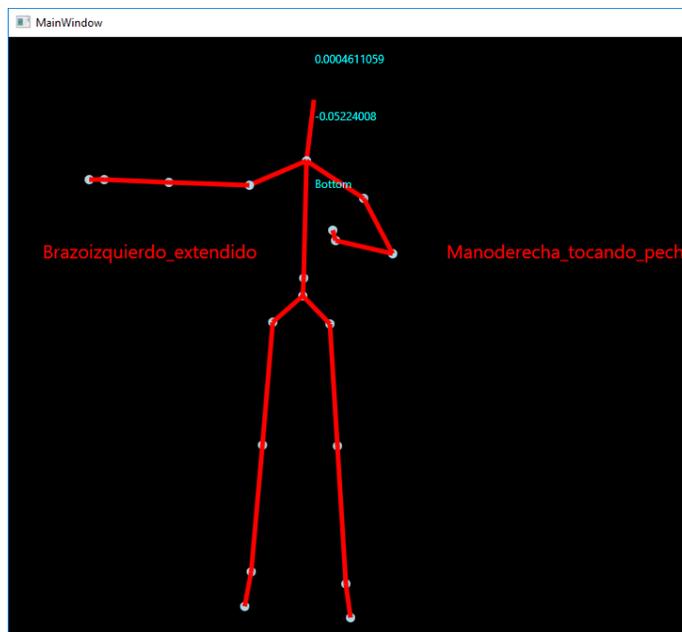


Figura 7.- Detección de gestos, brazo izquierdo y derecho

En la segunda área de trabajo, el problema se elevó exponencialmente, ya que se requiere la detección de los gestos de ambas manos. Lo cual incrementa de 9 a 18 sensores electromagnéticos que detectan simultáneamente.



Para realizar esta labor primero se tuvo que generar un entorno de trabajo donde pudiéramos monitorear el estado de cada uno de los dispositivos MyO, conocer los datos en tiempo real de cada sensor, y siguiendo el pensamiento de: “una imagen dice más que mil palabras”; los cientos de datos que genera por segundo nuestro sistema nervioso deben ser representados en graficas donde se compara valor sobre tiempo.

Figura 8.- Myo en cada brazo

En la siguiente Figura se puede apreciar el entorno de trabajo con el cual realiza todo el trabajo con MyO.

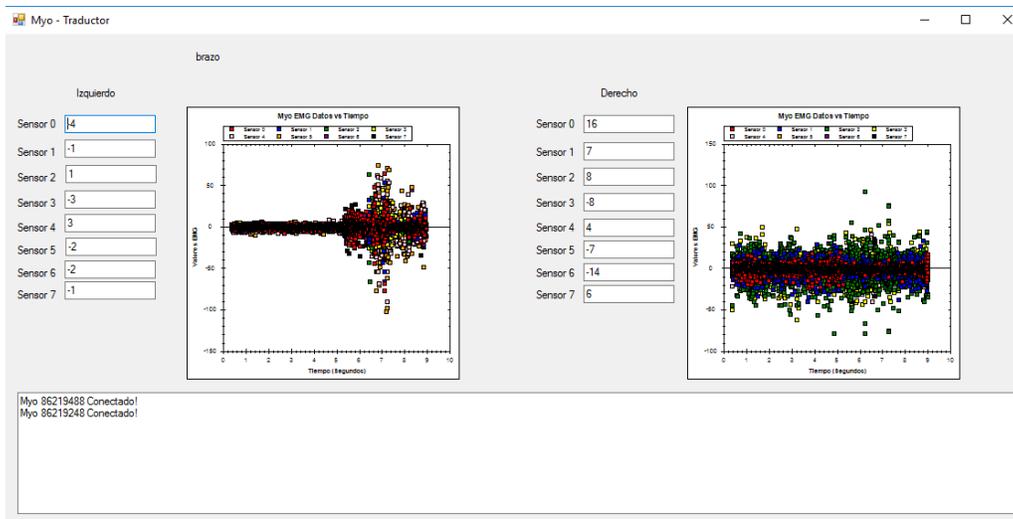


Figura 9.- Entorno de trabajo MyO

La primera consideración ya que se generó el entorno trabajo paralelo para ambos brazos es el siguiente: si tomamos en cuenta un rango de 5 segundos, solamente entre los segundos 60 y 65 de una muestra, pueden ser cualquier muestra, pero trabajamos con ella por el pico de señales, podemos apreciar que los están en la escala de cientos.

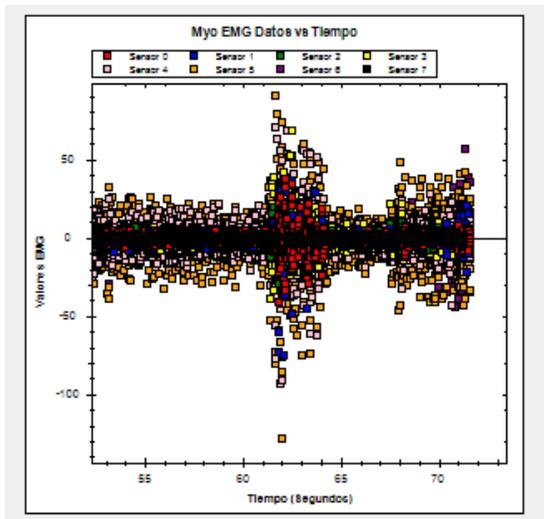


Figura 10.- MyO. Toma sin acercamiento

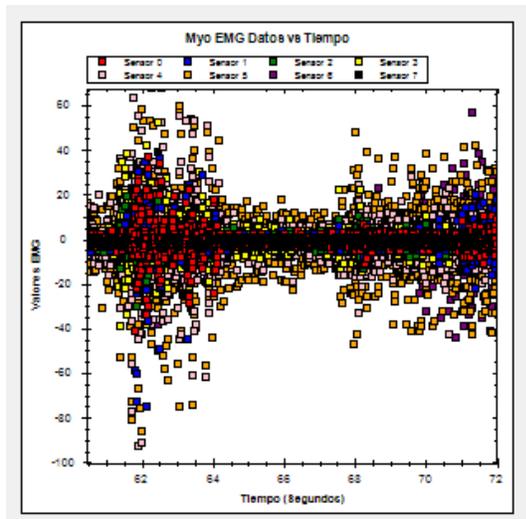


Figura 11.- MyO. Primer acercamiento, seg. 63 al 72

En la Figura 9 se aprecia un acercamiento a estos datos donde sin usar ningún método de conteo ni estadístico, se aprecian cientos de datos en poco más de 6 segundos, si solo consideramos los segundos 63 al 64, la magnitud de los datos es enorme, el concepto de tiempo real es apabullante, ya que el sistema nervioso humano no espera a que la tecnología llegue a las velocidades suficientes para interpretar todos esos valores numéricos.

Como una muestra más, la Figura 10 tiene un acercamiento de menos de 2 segundos, y la cantidad de datos que se presentan está en el rango de cientos, cabe denotar que, en el acercamiento, estos valores no son todos, solo se muestra de 25 a -35, y los picos más altos están por arriba de los rangos de +50 a -50 según se puede apreciar en la Figura 8.

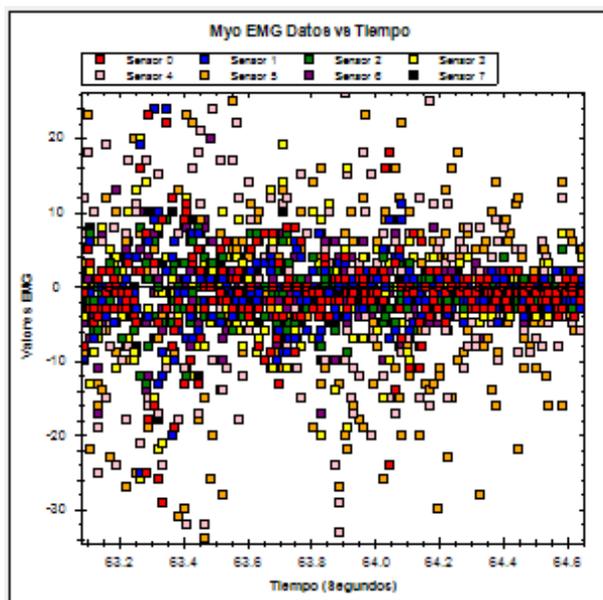


Figura 12.- MyO. Segundos 63 al 64.5

La percepción normal dicta que miles de datos deben ser almacenados para su posterior análisis, la perspectiva moderna informática dicta usar paradigmas como NoSql, BigData, etc.

La percepción matemática dice que estos valores deben ser anotados en listas y analizar sus series, así como la función que realizan para comprender el resultado a alcanzar.

Después de bastante análisis se decidió separar el trabajo con MyO, de las áreas de ciencias de la computación, para profundizar en áreas de análisis de señales.

Transformada rápida de Fourier: FFT es la abreviatura usual (del inglés Fast Fourier Transform) de un eficiente algoritmo que permite calcular la transformada de Fourier discreta (DFT) y su inversa. La FFT es de gran importancia en una amplia variedad de aplicaciones, desde el tratamiento digital de señales y filtrado digital en general a la resolución de ecuaciones en derivadas parciales o los algoritmos de multiplicación rápida de grandes enteros. El algoritmo pone algunas limitaciones en la señal y en el espectro resultante. Por ejemplo: la señal de la que se tomaron muestras y que se va a transformar debe consistir de un número de muestras igual a una potencia de dos. La mayoría de los analizadores TRF permiten la transformación de 512, 1024, 2048 o 4096 muestras. El rango de frecuencias cubierto por el análisis TRF depende de la cantidad de muestras recogidas y de la proporción de muestreo.

Uno de los algoritmos aritméticos más ampliamente utilizados es la transformada rápida de Fourier, un medio eficaz de ejecutar un cálculo matemático básico y de frecuente empleo. La transformada rápida de Fourier es de importancia fundamental en el análisis matemático y ha sido objeto de numerosos estudios. La aparición de un algoritmo eficaz para esta operación fue una piedra angular en la historia de la informática.

Las aplicaciones de la transformada rápida de Fourier son múltiples. Es la base de muchas operaciones fundamentales del procesamiento de señales, donde tiene amplia utilización. Además, proporciona un medio oportuno para mejorar el rendimiento de los algoritmos para un conjunto de problemas aritméticos comunes.

Este método matemático para la transformación y normalización de datos se puede plasmar en un algoritmo informático apegado al paradigma de la programación orientada a eventos en tiempo real, solo se debe adaptar su algoritmo básico:

Sean x_0, \dots, x_{N-1} números complejos. La transformada discreta de Fourier (DFT, por sus siglas en inglés) se define como

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-i2\pi k \frac{n}{N}} \quad k = 0, \dots, N-1.$$

La evaluación directa de esa fórmula requiere $O(n^2)$ operaciones aritméticas. Mediante un algoritmo FFT se puede obtener el mismo resultado con sólo $O(n \log n)$ operaciones. En general, dichos algoritmos dependen de la factorización de n pero, al contrario de lo que frecuentemente se cree, existen FFTs para cualquier n , incluso con n primo.

La idea que permite esta optimización es la descomposición de la transformada a tratar en otras más simples y éstas a su vez hasta llegar a transformadas de 2 elementos donde k puede tomar los valores 0 y 1. Una vez resueltas las transformadas más simples hay que agruparlas en otras de nivel superior que deben resolverse de nuevo y así sucesivamente hasta llegar al nivel más alto. Al final de este proceso, los resultados obtenidos deben reordenarse.

Dado que la transformada discreta de Fourier inversa es análoga a la transformada discreta de Fourier, con distinto signo en el exponente y un factor $1/n$, cualquier algoritmo FFT puede ser fácilmente adaptado para el cálculo de la transformada inversa. Por lo general, tenemos que:

$$x_n = \text{IDFT}\{X_k\} = \frac{1}{N} (\text{DFT}\{X_k^*\})^*$$

Resultados y Discusión.

En los resultados actuales del trabajo con Kinect podemos denotar la simplicidad de detección de gestos con Kinect ya que el mismo SDK está diseñado para esta actividad.

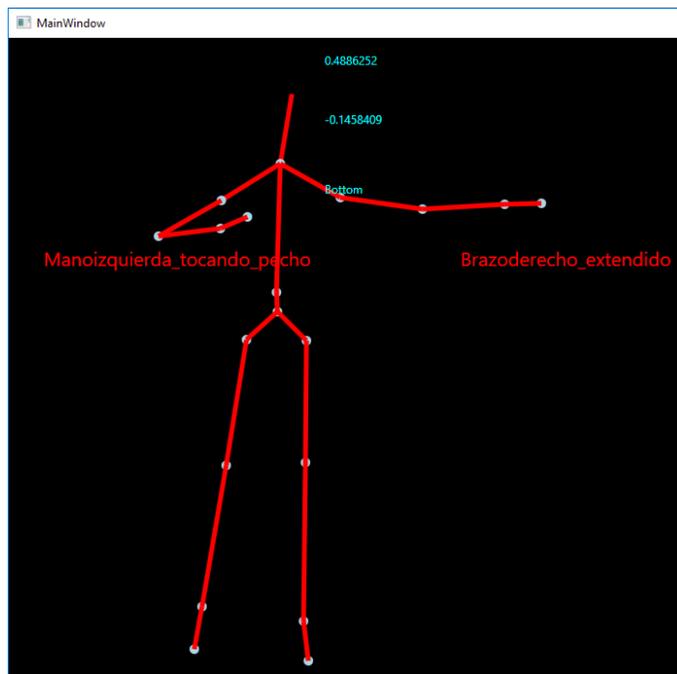


Figura 13.- Kinect. Detección de gestos

Los resultados obtenidos actualmente son aún muy tempranos, podemos iniciar con el trabajo que se debió realizar para adaptar el proyecto MyoSharp (librerías base libres) de trabajo con una sola pulsera MyO al trabajo con 2 pulseras en modo paralelo.

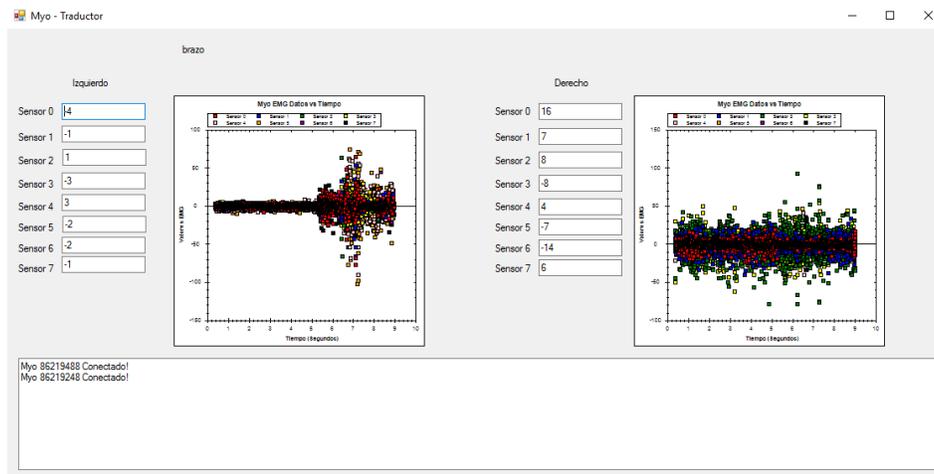


Figura 14.- Trabajo paralelo de 2 pulseras MyO.

Conclusiones.

Los cálculos necesarios para realizar la detección paralela requieren bastante poder de cómputo, además el uso de etiquetar para los puntos de control numérico consume demasiado tiempo, para fines de pruebas no hay problema, pero en una implementación real sin un sistema 100% dedicado a esta actividad, el uso de estos datos debe eliminarse o restringirse a lo mínimo.

En cuanto a la segunda área de trabajo, la detección de señas con MyO, por el momento las conclusiones apuntan hacia las mismas de Kinect, el poder de cálculo necesario es demasiado, parte de estos cálculos y tiempo se consumen en la presentación, además, la implementación de algoritmos matemáticos que sugieren cálculos recursivos provoca la lentitud en la estandarización de datos.

Al momento de fusionar estas 2 áreas de trabajo en un producto para generar una caja negra que se unirá al arsenal de dispositivos trabajando en el internet de las cosas, será necesario eliminar todos los cálculos y presentación innecesarios para construir una plataforma más fluida y sólida, ya que aún falta la tercera área de trabajo, el habla natural en lenguaje español.

Las posibilidades aún son infinitas, y el trabajo que falta es igualmente infinito, más no imposible.

Referencias.

1. Microsoft Authors in *Kinect for Windows | Human Interface Guidelines v1.8*, 2013 Ed. Microsoft Corporation; First Edition, 1-142.
2. Abhijit Jana in *Kinect for Windows SDK Programming Guide*; 2012 Packt Publishing, first publishing, 19-355.

SERVICIO PARA IDENTIFICACION DE DISPOSITIVOS MÓVILES BASADOS EN BLUETOOTH

L. A. Gama-Moreno, O. Reynoso, A. Ramirez-Molina,
A. Torres-Rangel, J.L. Torres-Rodriguez

*Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Km. 10
Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga Jalisco, México-
{lgama, oreynoso, aramirez, atorres, jltorres}@ittlajomulco.edu.mx*

Área de participación: *Desarrollo Web y Móvil*

Resumen: Los avances en las tecnologías de telecomunicaciones y cómputo móvil, han dado al campo de la identificación de personas que se encuentran en movimiento, una importancia relevante en diversas áreas, en especial la seguridad. Estas tecnologías han dado lugar al desarrollo de diversas aplicaciones y plataformas para recuperar información de usuarios mediante sus dispositivos móviles. Usando tecnologías inalámbricas tales como Wi-Fi, GPS, Bluetooth, etc., los usuarios de estos dispositivos pueden conectarse a diferentes redes y acceder a una gran gama de servicios, una vez que han sido autenticados. En este artículo se presenta el desarrollo de un conjunto de aplicaciones que permitan identificar personas a través del descubrimiento de sus dispositivos móviles basados en Bluetooth, denominado "Sistema de Identificación de Usuarios basado en Bluetooth (SIUB)". El sistema SIUB está basado en la librería WCL (*Wireless Communication Library*) la cual provee acceso a las características inalámbricas de los dispositivos móviles para plataformas de Windows. Esta librería de comunicaciones permite a los desarrolladores crear aplicaciones para dispositivos Bluetooth, IrDA, Puertos Seriales, WII Remote o Kinect, y crear aplicaciones basadas en la identificación de usuarios tales como: *marketing de proximidad, asistencia de usuarios a eventos, publicidad, mensajería, intercambio de archivos*, entre otros.

Introducción.

La computación móvil se ha vuelto realidad gracias a la convergencia entre dos tecnologías: la aparición de dispositivos portátiles y el desarrollo de redes inalámbricas [1]. La computación móvil ha dado grandes beneficios a los usuarios, como el acceso a la información en cualquier momento y lugar. Generando nuevos retos en el desarrollo de aplicaciones para estos escenarios, así como para su ejecución en los diferentes dispositivos móviles.

Las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área geográfica donde el usuario se conecta a la red (denominada área de cobertura). En este trabajo se abordan las redes de área personal (Wireless Personal Area Network: WPAN) basadas en la tecnología de Bluetooth, para la identificación de usuarios en espacios relativamente cortos.

Wireless Personal Area Network (WPAN)

Las redes inalámbricas de área personal WPAN son redes que comúnmente cubren distancias alrededor de los 10 metros, normalmente utilizadas para conectar varios dispositivos portátiles personales sin la necesidad de utilizar cables (ver figura 1). Esta comunicación de dispositivos "peer-to-peer" (P2P), o red de pares, normalmente no requiere de altos índices de transmisión de datos.

El tipo de ámbito y los relativos bajos índices de datos tienen como resultado un bajo consumo de energía haciendo a la tecnología WPAN adecuada

para el uso con dispositivos móviles pequeños, que funcionan con baterías, tales como teléfonos celulares, asistentes personales PDAs o cámaras digitales. Una red inalámbrica de área personal (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunos pocos metros.



Figura 1.- Conectividad de redes WPAN

Se han creado diversos esfuerzos en el desarrollo de tecnologías móviles. En [2] se describe la tecnología de computación móvil, los diferentes dispositivos que existen, así como las ventajas y desventajas que aporta. En [3] se presenta la evolución de la tecnología inalámbrica y el estándar WAP (Wireless Application Protocol). En [4] se describe la tecnología Bluetooth (IEEE 802.15) la cual permite una comunicación entre dispositivos a corto alcance (<10m) para crear redes de área personal (WPAN: Wireless Personal Area Network); esta tecnología ofrece características tales como: bajo costo, bajo consumo de energía, seguridad, identificación de servicios, entre otros. En [5] se presenta una comparación entre la tecnología Bluetooth y la tecnología IrDA (Infrared Data Association) para transferencia de datos unidireccional. En [6] se presenta una breve descripción de las diferentes APIs de desarrollo para Bluetooth (JSR-82, API WCL, BlueZ, Android Bluetooth, LightBlue).

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 *Experimental y/o Fundamento Teórico* se describe el diseño y la implementación del "Sistema de Identificación de Usuarios basado en Bluetooth (SIUB)". En la sección 3 *Resultados y Discusión* se presenta la funcionalidad del sistema SIUB a través de un caso de estudio para identificar personas en un evento. Y finalmente en la siguiente sección se presentan las conclusiones.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Tecnología Bluetooth

La tecnología Bluetooth elimina la necesidad de alambres, cables y los conectores correspondientes entre los teléfonos móviles, módems, auriculares, PDAs, ordenadores, impresoras, proyectores y allana el camino para los nuevos dispositivos. Bluetooth permite el diseño de radios de baja potencia, de pequeño tamaño y de bajo costo que se pueda integrar en los dispositivos existentes.

Eventualmente, estos radios integrados conducirán hacia la conectividad ubicua y realmente conectar todo con todo [7].

Características

La especificación de Bluetooth define un canal de comunicación de máximo 720Kb/s con rango óptimo de 10m (opcionalmente 100m con repetidores). La frecuencia de radio con la que trabaja está en el rango de 2.4 a 2.48 GHz con amplio espectro y saltos de frecuencia con posibilidad de transmitir en Full Dúplex con un máximo de 1600 saltos. Los saltos de frecuencia se dan entre un total de setenta y nueve frecuencias con intervalos de 1Mhz; esto permite dar seguridad y robustez.

Versiones

El protocolo de Bluetooth, ha ido evolucionando desde la versión 1, donde la capacidad de transmisión de datos era de de 721.3 kbps, hasta la versión 5.0 que fue liberados a mediados de 2016, tendrá el doble de velocidad, mejor fiabilidad y rango de cobertura; además de que contará con mayor capacidad que su versión anterior.

Diseño: Sistema de Identificación de Usuarios basado en Bluetooth (SIUB)

En la figura 2 se muestran las diferentes clases que componen el sistema SIUB, así como también se muestra la interacción entre objetos. Las clases TwclBluetoothDiscovery, TwclProximitySender y TwclAPI, son librerías que contiene la biblioteca WCL. La biblioteca WCL (Wireless Communication Library) es la base de implementación del sistema SIUB.

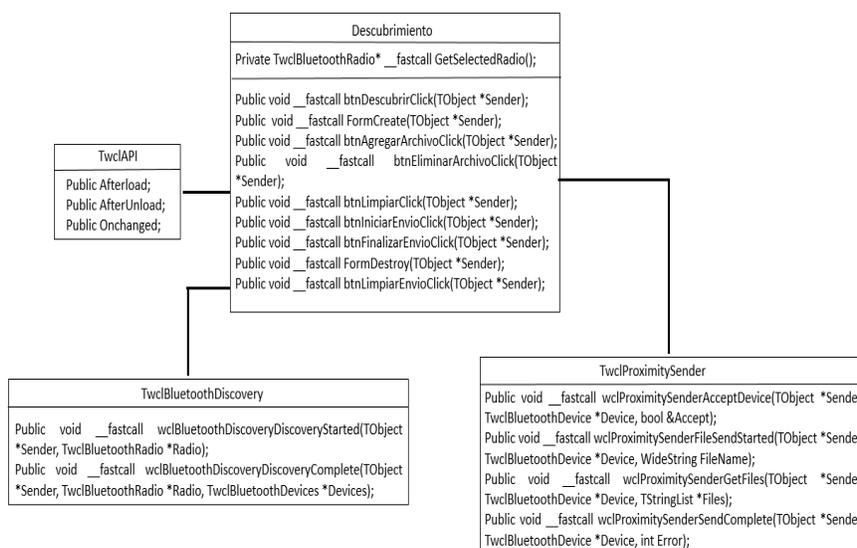


Figura 2.- Diagrama de clase del sistema SIUB.

Es una tecnología de comunicación que utiliza una biblioteca de servicios especializados para: Nokia, para los smartphones basados en Symbian, el conjunto de protocolos Microsoft, Toshiba y BlueSoleil. WCL incluye un paquete completo de componentes para desarrollar aplicaciones en las cuales se desea utilizar las tecnologías Bluetooth, IrDA, Wi-Fi o la comunicación que se realiza desde los puertos serie. Puede ser utilizada con Borland Delphi, Borland Developer Studio, Borland CBuilder, Microsoft Visual Studio .NET, Microsoft Visual C++ y Microsoft Visual Basic 6.

Descubrimiento y emparejamiento de dispositivos

El establecimiento de una conexión entre dos dispositivos Bluetooth se explica a continuación:

Modo pasivo:

- Solicitud: Búsqueda de puntos de acceso
- Paginación: Sincronización con los puntos de acceso
- Descubrimiento del servicio del punto de acceso
- Creación de un canal con el punto de acceso
- Emparejamiento mediante el PIN (seguridad, [opcional])
- Utilización de la red

Durante el uso normal, un dispositivo funciona en modo pasivo, es decir que está escuchando la red. El establecimiento de una conexión comienza con una fase denominada "solicitud", durante el cual el dispositivo maestro envía una solicitud a todos los dispositivos que encuentra dentro de su rango, denominados puntos de acceso. Todos los que reciben la solicitud responden con su dirección. El dispositivo maestro elige una dirección y se sincroniza con el punto de acceso mediante una técnica denominada paginación, que principalmente consiste en la sincronización de su reloj y frecuencia con el punto de acceso. De esta manera se establece un enlace con el punto de acceso que le permite al dispositivo maestro ingresar a una fase de descubrimiento del servicio del punto de acceso, mediante el protocolo denominado SDP. Cuando esta fase de descubrimiento del servicio finaliza, el dispositivo maestro está preparado para crear un canal de comunicación con el punto de acceso, mediante el protocolo L2CAP. Dependiendo de las necesidades del servicio, se puede establecer un canal adicional, denominado RFCOMM que funciona por el canal L2CAP, para proporcionar un puerto serial virtual. El punto de acceso puede incluir un mecanismo de seguridad denominado emparejamiento, que restringe el acceso sólo a los usuarios autorizados para brindarle a la piconet cierto grado de protección. El emparejamiento se realiza con una clave cifrada, número de identificación personal (Personal Information Number, PIN), para esto, el punto de acceso le envía una solicitud de emparejamiento al dispositivo maestro. La mayoría de las veces se le solicitará al usuario que ingrese el PIN del punto de acceso, si el PIN recibido es correcto, se lleva a cabo la conexión. En el modo seguro, el PIN se enviará cifrado con una segunda clave para evitar poner en riesgo la señal, cuando el emparejamiento se activa, el dispositivo maestro puede utilizar

libremente el canal de comunicación establecido. Para que se realice una conexión Bluetooth es necesaria la siguiente secuencia de pasos (ver figura 3):

1. El dispositivo B se configura como servidor, aceptado conexiones entrantes.
2. El dispositivo A solicita la conexión al dispositivo B, para ello, es necesario que A conozca la dirección física de B.
3. En el caso de que A no conozca la dirección de B, la conexión no podrá llevarse a cabo.

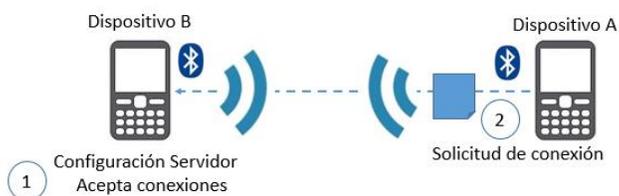


Figura 3.- Secuencia de conexión Bluetooth.

Caso de estudio (Registro de asistentes)

En la figura 4 se muestra la arquitectura del sistema SIUB, a continuación, se explica la funcionalidad del sistema.

- El **asistente** es aquella persona que asistirá a cualquiera de los eventos que se encuentran registrados dentro del sistema SIUB.
- El **administrador** es la persona encargada de manejar, modificar, actualizar y eliminar la información que ha capturado el sistema SIUB.



Figura 4.- Caso de estudio para registro de asistentes.

1. El asistente ingresará previamente la información que le solicita el sistema para poder participar en los eventos como también en las actividades que se llevarán a cabo en el mismo. Dentro de este primer paso de registro, el asistente proporcionará información necesaria para que SIUB pueda

- cumplir con su correcto funcionamiento, cómo es el proporcionar la dirección MAC del dispositivo móvil con el cual cuenta en su propiedad.
2. Como requerimiento esencial, se le solicitará al asistente que encienda la tecnología Bluetooth con la que cuenta su dispositivo móvil en modo visible, al mismo tiempo el equipo designado para la tarea de tomar asistencia, contará con la tecnología Bluetooth encendida y en modo visible.
 3. El sistema SIUB iniciará el descubrimiento de dispositivos móviles por medio de Bluetooth, el cual recibe la información de aquellos dispositivos que se encuentran dentro del rango de identificación, SIUB solo obtendrá la dirección MAC con la que cuenta el dispositivo como también el nombre que el asistente le designo a su dispositivo móvil y que previamente registro, iniciándose así la transferencia de información.
 4. El administrador se encargará de tomar asistencia de los dispositivos presentes, los cuales se han registrado previamente, la información que ha capturado SIUB, se almacena en la base de datos diseñada especialmente para el sistema.
 5. El asistente recibirá por medio de un mensaje en formato jpg el cual será transmitido por SIUB por medio de Bluetooth, la confirmación de su asistencia al evento en el cual se encuentra participando.

Resultados y Discusión.

Se implementó un modelo de prueba simulado, en el centro de cómputo del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jal., en el cual SIUB, se encargaba de registrar la asistencia de los diferentes usuarios del centro de cómputo y enviar via Bluetooth un mensaje en formato .jpg confirmando su asistencia.

Funcionalidad

Para mostrar la funcionalidad de la aplicación, se realizó una prueba que consistió en hacer un pre-registro a los usuarios (asistentes) del centro de cómputo con dispositivos móviles Bluetooth, tales como: Pocket Pc, Teléfonos móviles, PDAs, entre otros, y enviar un mensaje en formato .jpg la confirmación de su asistencia al lugar, de esta forma los asistentes quedarán registrados en la base de datos al momento de su llegada, bajo los siguientes pasos:

- Registrar al asistente y dispositivo móvil
- Iniciar el descubrimiento del dispositivo móvil.
- Agregar archivos a la aplicación.
- Permitir la conexión entre la aplicación y el dispositivo móvil.
- Recepción de archivos.

Agregar archivos a la aplicación

Los archivos se deben agregar después de iniciar la identificación del dispositivo, dicho archivo es enviado a los dispositivos móviles que se hayan registrado y que se encuentren dentro del alcance de SIUB.

Permitir la conexión entre la aplicación y el dispositivo móvil

En esta parte el proceso, SIUB solicita llevar a cabo la transferencia de archivos, una vez que el dispositivo móvil permite la conexión, tendrá que aceptar o rechazar el envío del objeto, en la figura 5, se puede visualizar el mensaje que recibe el dispositivo móvil para establecer conexión con SIUB.

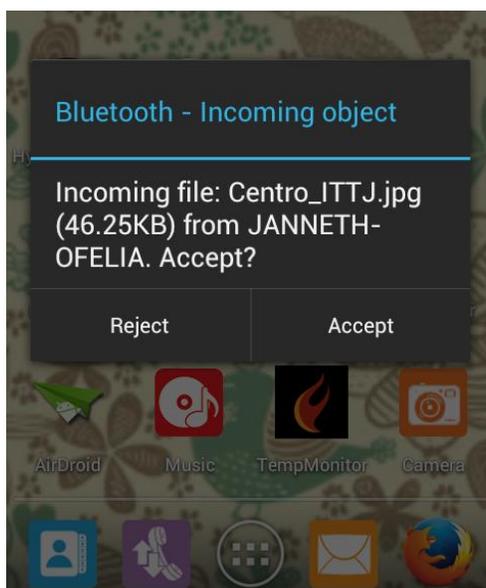


Figura 5.- Recepción del archivo en el dispositivo móvil.

Conclusiones.

En este trabajo se presentó el diseño e implementación de un "Sistema de Identificación de Usuarios basado en Bluetooth" denominado SIUB. El cual está basado en la tecnología de descubrimiento por proximidad a través de dispositivos móviles basados en Bluetooth. El sistema SIUB está basado en la librería WCL (*Wireless Communication Library*) la cual provee acceso a las características inalámbricas de los dispositivos móviles para plataformas de Windows. cual permite el registro y la comunicación de dispositivos que cuenten con la tecnología Bluetooth dentro del rango de descubrimiento.

Se presentó un caso de estudio para registrar usuarios que asisten a un evento. El proceso consistió en un pre-registro de usuarios a manera de registrar su asistencia al evento. Una vez que un usuario entra en el rango de descubrimiento del sistema SIUB, este lo registra enviándole un archivo con información y detalles del evento. Con este ejemplo, se mostró la facilidad del uso y conectividad de los dispositivos Bluetooth.

Con el sistema SIUB, los desarrolladores pueden realizar aplicaciones basadas en proximidad, e implementar soluciones en el mercado tales como: marketing de proximidad, detección de usuarios, publicidad basada en perfiles de usuario, entre otros.

Agradecimientos.

Este trabajo ha sido desarrollado bajo el proyecto de investigación financiado por PROMEP oficio no. PROMEP/103.5/13/9000 con clave de registro ITTLAJ-PTC-002, "Composición de Servicios Web para identificación de personas a través de sus dispositivos móviles". Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jal.

Referencias.

1. Barbara Daniel, "Mobile Computing and Databases-A Survey", IEEE transactions on knowledge and data engineering, vol. 11, no. 1, January/February 1999.
2. Wireless World Research Forum (WWRF), Technologies For The Wireless Future. Volume 3 Edited by Klaus David, ComTec, University of Kassel, Germany Copyright, 2008 Wireless World Research Forum, This edition first published 2008 by John Wiley & Sons, Ltd.
3. J. Kardach, "Bluetooth Architecture Overview", Intel Technology Journal Q2, pp 2, 6-8, 2000.
4. B. Hopkins, A. Ranjith. "Bluetooth for Java". ISBN: 1590590783 Apress. 2003.
5. L. A. Gama, M. Alvarado. "Transacciones para Cómputo Móvil: presente y perspectiva futura". Revista Digital Univ., Vol. 3 No. 4. ISSN: 1607-6079. 2002.
6. LightBlue: a cross-platform Python Bluetooth API <http://lightblue.sourceforge.net/>
7. J. C. Haartsen, "The Bluetooth radio system". IEEE Personal Communications. February 2000.

CONSTRUCCIÓN DE ROMPEOLAS PARA PUERTO DE ORIGEN O HOME PORT, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO, SONORA

G. Bahena-Arizmendi¹, J. M. Ramírez-Cuevas¹ y M. Bobadilla-Flores²

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos. C.P. 62780. bahena1993@gmail.com, jose.rc@itzacatepec.edu.mx

² Obras y Proyectos Civiles Mexicanos HB S.A. de C.V. cembobadilla@hotmail.com

Área de participación: Ingeniería Civil del siglo XXI.

Resumen: A la largo de la historia el hombre ha buscado la manera de protegerse del impacto de las olas del mar, tanto para realizar sus actividades de forma segura como para la protección de los bienes próximos a la costa. Los rompeolas son estructuras que se construyen en el mar, ligados a la costa o no, para responder a dicha necesidad de seguridad relativa, en específico, a las actividades portuarias, el transporte marítimo, el atraque de embarcaciones y parte de la industria de la recreación costera.

En la medida que la demanda en transporte marítimo ha aumentado los requerimientos de infraestructura portuaria lo han hecho también, por lo que muchos puertos se han visto en la necesidad de ampliar sus instalaciones y han tenido que construir nuevos puertos o extender los ya existentes. De igual manera, al aumentar el tamaño y calado de las embarcaciones, se han tenido que adecuar tanto los puertos como las obras de protección, para la recepción de dichas embarcaciones. Para tal caso, se llevó a cabo un proyecto para la construcción de un rompeolas para Puerto Peñasco, Sonora, e impulsar el sector productivo y turístico de la zona; por lo que se pretende dar a conocer el procedimiento constructivo realizado para su construcción.

Introducción.

Los rompeolas funcionan para proteger un puerto de la acción de los agentes hidrodinámicos como son el viento, la marea, las corrientes y principalmente el oleaje, reflejándolo y disipando parte de su energía, proporcionando con esto la maniobrabilidad de las embarcaciones en sus diferentes tipos de operaciones ya sea carga o descarga de diversos productos.

La región del Mar de Cortés se caracteriza por contar con gran potencial de desarrollo turístico, determinado por su vasta biodiversidad y su belleza natural. Su ubicación dentro de la zona libre de la frontera norte de México, le permite que los turistas extranjeros se internen fácilmente. Por lo que Puerto Peñasco es un paraíso recién descubierto al turismo, y con el presente proyecto se generará más empleos para los habitantes del lugar, y así mismo se enriquecerá el sector turístico de la zona.

En el presente trabajo, se describirá la etapa de Construcción del rompeolas de 1,351 m de largo. Su construcción implica la extracción de rocas de un banco de material; así como la producción de las unidades de concreto que contribuirán con la estabilidad de la estructura; además de presentar las consideraciones a tomar en la construcción.

Fundamento Teórico.

La construcción del rompeolas se localiza al Noroeste del Estado de Sonora, en la costa norte del Mar de Cortés, en las coordenadas 31° 19' 27" Latitud Norte y 113° 36' 24" Longitud Oeste. Situado a poco más de una hora en automóvil de la frontera con Estados Unidos, Puerto Peñasco es un poblado pesquero mexicano que recibe cada vez a un mayor número de residentes que añora la playa. En la actualidad, Puerto Peñasco atrae un gran número de vacacionistas que busca un complejo turístico con eficiencia en sus instalaciones y mejores opciones de alojamiento.



Figura 1.- Localización de Puerto Peñasco en el Estado de Sonora.

La construcción de un rompeolas es siempre una obra compuesta generalmente de una serie de tramos, con condiciones y características distintas. Dentro de un mismo tramo, la sección tipo del rompeolas está constituida por varios elementos o componentes, como el empotre, el cuerpo y el morro. El empotre, conecta al rompeolas con el suelo, localizado por lo general en la playa donde el oleaje es mínimo o nulo; el tronco o cuerpo, comprende la zona que va desde el inicio en la costa hasta poco antes del final de la estructura; y el morro corresponde a la parte final de la obra y es la parte más expuesta al oleaje. Las partes que componen un rompeolas básicamente son: la coraza o manto principal, la capa secundaria, el núcleo, los delantales y el filtro. (Figuras de 2 a 4)

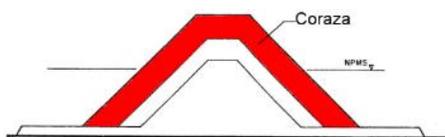


Figura 2.- Capa de coraza o manto principal



Figura 3.- Capa secundaria

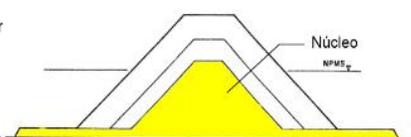


Figura 4.- Capa de núcleo

Dentro del proyecto, se determinó la geometría del rompeolas. Para el cálculo del peso de lo elementos se usaron expresiones empíricas en función de la altura de la ola de diseño. La fórmula más usada para calcular el peso de los elementos de la coraza es la siguiente:

$$w = \frac{\gamma_s H^3}{K_D (S_s - 1)^3 \cot \phi} \dots 1$$

Donde:

W =Es el peso de un elemento de la coraza en Kg.

γ_s = Es el peso específico del elemento que va a formar la coraza en kg/m^3 .

S_s = Es la densidad de sólidos, igual a γ_s / γ , en donde γ es el peso específico del agua en el cual estará inmerso el rompeolas, adimensional.

H = Es la altura de ola de diseño frente a una sección o tramo del rompeolas en m.

ϕ = Es el ángulo del talud de la estructura con respecto a la horizontal, en grados.

K_D = Es un coeficiente de estabilidad, adimensional (tabla 1)

Para la selección del coeficiente de estabilidad, intervienen variables como: forma de los elementos que constituyen el rompeolas (tetrápodos, dolos, cuadrípodos, tribares, cubo modificado, etc.); número de unidades que forman el espesor de la coraza; manera de colocar los elementos; tipo de ola que incide sobre la estructura; parte de la estructura que se está diseñado; y ángulo que forma el talud de la estructura con respecto a la horizontal.

Tabla 1.- Valores de KD (coeficiente de estabilidad)

Tipo de elementos en la coraza	n(1)	Colocación	Cuerpo (tronco)del rompeolas KD (4)		Morro del rompeolas KD		Talud Cot .Ø
			Ola rompiente	Ola no rompiente	Ola rompiente	Ola no rompiente	
Roca de cantera							1,5 a 3,0
Lisa y redondeada	2	AZAR	2.1	2.4	1.7	1.9	(5)
Lisa y redondeada	>3	AZAR	2.8	3.2	2.1	2.3	(5)
Rugosa y angulosa	1	AZAR(2)	(2)	2.9	(2)	2.3	(5)
Rugosa y angulosa	2	AZAR	3.5	4	2.9	3.2	1.5
Rugosa y angulosa	>3	AZAR	3.9	4.5	2	2.3	3
Rugosa y angulosa	2	ESPECIAL(3)	4.8	5.5	3.5	4.5	(5)
Tetrápodo y Cuadrípodo	2	AZAR	7.2	8.3	5.9	6.6	1.5
Tribar	2	AZAR	9	10.4	5.5	6.1	2
Dolos	2	AZAR	22(6)	25(6)	3.7	4.1	3
Cubo modificado	2	AZAR	6.8	7.8	8.3	9	1.5
Hexapodo	2	AZAR	8.2	9.5	7.8	8.5	2
Tribar	1	UNIFORME	12	15	7	7.7	3
					13.5	15	3
					-	5	(5)
					5	7	(5)
					7.5	9.5	(5)

Datos para el cálculo:

- Peso específico de la coraza = 2100 kg/m^3
- Peso específico del agua de mar = 1030 kg/m^3
- Coeficiente de daño K_D (Tabla 1) = 6.8
- Altura de ola significativa = 4.3 m
- Talud del rompeolas = 2:1
- Cubo colocado al Azar

Aplicando la ecuación 1, se obtiene que el peso del elemento es igual a 10.9 toneladas. Sin embargo, es casi imposible localizar una pedrera en donde se obtenga elementos con este peso, por lo que para un buen diseño es necesario utilizar elementos prefabricados. El elemento que se opto por utilizar es el cubo, ya que es el que más se asemeja a una roca y trabaja por gravedad al igual que la misma. Los datos para el cubo ranurado es: peso específico de concreto = 2200

kg/m³; peso del elemento = 10.26 Ton.; volumen = 4.6636 m³; altura del cubo 1.675 m.; mientras que para el cálculo del ancho de la corona del rompeolas se utilizó la siguiente expresión:

$$B = n' K_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3} \dots 2$$

Dónde:

n' = número de elementos (se recomienda como mínimo 2)

K_Δ = Es un coeficiente de capa.

W = Es el peso de un elemento de la coraza en Kg.

El coeficiente de W/γ_s es el volumen del elemento.

Aplicando la ecuación 2, se obtiene un ancho de la corona de 7.1 metros. Muchas veces el ancho mínimo se considera tomando en cuenta el equipo de construcción y el procedimiento constructivo; mientras que para el espesor de la coraza y capa secundaria, se determina con dos ecuaciones semejantes al de la corona, pero en la que n es el número de capas que forma el espesor y que generalmente es igual a dos.

*Espesor de la capa de la coraza
puerto lado mar

* Espesor de la capa de la coraza lado

$$E = n K_{\Delta} \left(\frac{w}{\gamma_s} \right)^{1/3} \dots 3$$

$$E = n K_{\Delta} \left(\frac{w/2}{\gamma_s} \right)^{1/3} \dots 4$$

Dónde:

n = número de capas que forma el espesor

K_Δ = Es un coeficiente de capa

W = Es el peso de un elemento de la coraza en Kg.

El coeficiente de W/γ_s es el volumen del elemento.

El resultado para el espesor de la coraza lado mar es de 4.80 metros, para el espesor de la coraza lado puerto es de 3.82 metros. El peso de los elementos de la capa secundaria deben ser de un peso mínimo de W/10 del peso de los elementos de la coraza; por lo que se optó por utilizar elementos pré-fabricados con las siguientes características: Peso específico de concreto = 2200 kg/m³; Peso del elemento = 1.026 Ton; Volumen = 0.46636 m³. Para el cálculo de espesores de la capa secundaria, lado del mar y lado del puerto se aplican las ecuaciones 3 y 4. Por lo que se obtienen valores de 2.24 y 1.78 metros respectivamente.

Resultados y Discusión.

Iniciaremos por mencionar que se requiere primeramente tener un banco de materiales donde se extrae el material que se utiliza en los diferentes frentes para la construcción del rompeolas. Para extraer dicho material, se requirió de maquinaria especial de trabajo y de la realización de algunos trabajos como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 5.- Track Drill. Realiza la barrenación en el banco de materiales.



Figura 6.- Carga de los barrenos para su posterior detonación.



Figura 7.- Ejemplo de detonación para la obtención de los materiales.



Figura 8.- Excavadora Caterpillar 345-B. Utilizada para remover el material y cargarlo al equipo de transportación.



Figura 9.- Cargador frontal 966-F. Transporta el material hacia la zona de carga y la rezaga hacia la zona no utilizable.



Figura 10.- Camión articulado 350-D. Transporta el material hacia la zona de cribado, y la rezaga hacia la zona no utilizable.

Respecto a las “voladuras”, se puede decir, que para poblar y tronar no se requiere de maquinaria, si no solamente los explosivos y los dispositivos para producir la detonación. Después de cada tronada se hace el amacice y el retiro del material flojo por medio de maquinaria pesada para despejar el frente.



Figura 11.- Equipos utilizados para cribar el material.



Figura 12.- Cribado del material.

Para la remoción, selección y carga de material, es necesario un control sobre el avance y los volúmenes de obra ejecutada, así como también de la colocación de los elementos de acuerdo a las líneas del proyecto. Para el acarreo y la colocación

de la roca, se requirieron unidades con una capacidad de carga de 50 ton. Para la colocación del núcleo se ocuparon góndolas de 28 m³. (Figura 13).



Figura 13.- Equipos y actividad de vertido de roca para el núcleo del rompeolas.

Otra de las actividades realizadas fue la fabricación de los cubos ranurados de concreto (capa secundaria y capa de coraza). Se realizó la instalación de una planta dosificadora de concreto hidráulico con una capacidad de 40 m³/h. Los moldes fueron hechos en el lugar con lámina y ángulos de acero reforzado. Para una mayor duración y protección a estos se les aplicó pintura anticorrosiva.



Figura 14.- Fabricación de los moldes para los elementos pré-fabricados del rompeolas (cubos ranurados de concreto).



Figura 15.- Terminación de los moldes para los elementos pré-fabricados del rompeolas (cubos ranurados de concreto).

Para el colado de estos elementos, el concreto fue transportado en ollas revoledoras de 7.5 m³ de capacidad, colocado y consolidado.



Figura 16.- Colado en los moldes para los cubos ranurados del rompeolas.

El descimbrado del molde se realizó con la ayuda de gatos hidráulicos de más de 20 toneladas y un aditamento especial para levantar la cimbra apoyándose en el

propio cubo. Una vez retirado los gatos hidráulicos con los que se descimbraron los moldes, estos se levantan con la ayuda de una grúa, se limpian perfectamente y se vuelven a colocar para el siguiente colado.



Figura 17.- Retiro de la cimbra con apoyo de estructura metálica y camión grúa.

Se habilitó un área para almacenar los elementos de alrededor de 30,000 m², para los patios de colado, almacenamiento de cubos, camas de colado, almacén de obra, taller de maquinaria y oficinas de campo de la empresa supervisora y constructora.



Figura 18.- Movimiento y almacenado de los cubos ranurados.

Por ultimo, la carga, el acarreo y la colocación de los cubos, se realizaron con el mayor cuidado, ya que en el caso de que algún cubo sufriera daños serios durante su carga, acarreo o colocación tenía que ser remplazado por uno en buenas condiciones y el elemento de concreto dañado quedara inservible. Para las maniobras se usaron grúas equipadas con tenazas.



Figura 19.- Acarreo y transporte de los cubos ranurados al lugar de la obra.



Figura 20.- Colocación de cubos ranurados en el rompeolas.

Cabe también señalar que además de todos estos trabajos y actividades fue necesario establecer al inicio de la obra, las instalaciones previas para la correcta supervisión y ejecución de los trabajos como: instalación de la bascula de pesaje; caseta de control para el personal, y el habilitado de oficinas administrativas para el control y supervisión de la obra.

Conclusiones

Una rompeolas es una construcción de gran magnitud y muy indispensable para proteger las instalaciones portuarias, en la que es esencial tener un conocimiento básico de obras portuarias ya que las actividades propias del proyecto lo requieren para poder tener un desempeño óptimo en la ejecución del mismo.

El banco de materiales es pieza fundamental en la construcción de un rompeolas ya que sin él, sería imposible avanzar en la misma.

De acuerdo al procedimiento constructivo realizado y lo aprendido en este tipo de trabajos se recomienda lo siguiente:

- Revisar constantemente el pronóstico climatológico para considerarlo en las diferentes actividades de la obra.
- Limpiar constantemente la zona del cribado del material para evitar perder demasiado tiempo al momento de realizar la limpieza.
- Tener una persona encargada de revisar y mantener el servicio mecánico de los equipos.
- Verificar el proceso de colado de los elementos (vertido, vibrado, desmoldado y acomodo de los cubos de capa secundaria y coraza), e identificar los cubos que cumplen con la resistencia a los 28 días de acuerdo a las fechas en las que fueron colados.
- Mantener los accesos en buen estado.

Referencias.

1. Comisión Federal de Electricidad (CFE), Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidráulica Marítima. 1983.
2. Muñoz Morales Anayansi. Construcción de rompeolas, bordos y rellenos para la ampliación del puerto de Progreso, Yucatán. Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil. Instituto Politécnico Nacional 2006.
3. Ramírez Cuevas José Miguel. Estudio Experimental de rompeolas superficiales permeables con ampliación de berma. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional 2009.
4. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Obras de Protección. Construcción de Puertos 2006.
5. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Elementos precolados de Concreto. Construcción de Puertos 2006.

INSPECCIÓN DEL ESTADO FÍSICO, FUNCIONAL E HIDROLÓGICO DE UNA PRESA DERIVADORA Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DETECTADOS. CASO: PRESA DERIVADORA “AGUA HEDIONDA” CUAUTLA, MORELOS

M. G. Estrada-Chávez¹, J. M. Ramírez-Cuevas¹, E. G. Carrillo-González¹ y R. A. Briseño Ramiro²

¹Instituto Tecnológico de Zacatepec. Departamento de Ciencias de la Tierra. Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos. C.P. 62780, margech.93@gmail.com, jose.rc@itzacatepec.edu.mx, erica.griselda@gmail.com, ²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62550, rbrisen@tlaloc.imta.mx

Área de participación: Ingeniería Civil del siglo XXI.

Resumen: Este trabajo presenta un análisis de las presas derivadoras tomando el caso de estudio de la presa derivadora “Agua Hedionda”, para su análisis. Haciéndole las revisiones físicas, funcionales e hidrológicas para definir si se presentan algunas deficiencias y/o problemas.

En el caso particular de este proyecto se realizó un enfoque en el aspecto hidrológico de la presa, ya que, es una obra que lleva un lapso considerable de tiempo en funcionamiento, y las características hidrológicas de la zona han cambiado, localizada en Cuautla, en el estado de Morelos, que anteriormente era una zona rural y actualmente, se considera la segunda zona urbana más importante del estado, después de la zona metropolitana de Cuernavaca.

Realizada las revisiones, se plasman las conclusiones y observaciones del estado actual y se mencionan algunas propuestas para mejorar y optimizar el funcionamiento de tal obra, que debido a su ubicación, es importante para las zonas de cultivo en esta zona del estado de Morelos con el propósito de establecer una metodología de revisión de seguridad para este tipo de obras hidráulicas.

Introducción.

La agricultura en México es considerada como el sector productivo más importante desde un punto vista económico, social y ambiental. La zona dedicada a la producción agrícola en México es amplia, cerca de 145 millones de hectáreas dedicadas a esta actividad. Existiendo con esto, muchos distintos sistemas de riego. Sin embargo, las presas de derivación ocupan una de las mejores y más eficientes obras que constituyen un sistema de riego; debido que su funcionalidad y eficiencia son fundamentales para la adecuada captación de caudales.

Actualmente, algunas de estas obras se encuentran en un estado de abandono. Por lo que se requiere incrementar los esfuerzos para que se operen y conserven; en muchos casos se requiere de una rehabilitación debido a que ya han alcanzado o rebasado su vida útil. En la mayoría de las presas derivadoras, los estudios hidrológicos que sirvieron para su proyecto son obsoletos.

El presente trabajo tiene como propósito principal, además de los estudios correspondientes a la presa Agua Hedionda, replantearse la importancia de las presas derivadoras, y enfatizar la problemática de que la mayoría, se encuentran

en operación, sin embargo la operación es ineficiente por el estado de abandono en el que se encuentran.

Fundamento Teórico.

El hombre encontrado aguas atmosféricas, aguas superficiales, y aguas profundas que puede utilizar para satisfacer sus necesidades, que se obtienen por medio de una obra de captación, que son estructuras que permiten tomar en las mejores condiciones posibles el agua de la fuente elegida o seleccionada. Para efectos de este análisis se tomará en cuenta únicamente las aguas superficiales debido a que son éstas las que son aprovechadas por las presas; ya que estas son estructuras hidráulicas de contención.

Por su parte, una presa derivadora es: *“Una obra hidráulica que tiene la función de elevar el nivel del río para después derivarla hacia el canal de conducción de riego o bien para su almacenamiento”*. [Campos, 1998]. En una presa derivadora existen partes que se consideran fundamentales para cumplir con el fin principal. De acuerdo a la siguiente figura (figura 1), se tienen las siguientes:



Figura 1.- Presa derivadora “El Ancón”, Chihuahua

En México existen más de 500 presas derivadoras (SISP, 2016), éstas obras constituyen un elemento fundamental para el sistema de conducción y aprovechamiento de zonas de riego. Gran parte de estas obras presentan problemas de azolvamiento, deterioro en el concreto, falta de mantenimiento preventivo y correctivo a sus mecanismos de operación, en diversos casos olvidadas e invadidas por los usuarios, realizándose reparaciones mínimas para su operación, con el riesgo de un mal funcionamiento y conflictos en la operación que podría provocar pérdidas económicas por reconstrucción de la obra, bajos rendimientos en cultivos por escases del riego y posiblemente daños a la población e infraestructura ubicadas aguas abajo. Por lo que se requiere valorar el estado físico y funcional en que se encuentran y cualquier condición que pueda representar peligro de afectación.

Resultados y Discusión.

La presa derivadora “Agua Hedionda” está ubicada en la Región Hidrológica No. 18, Balsas, en la cuenca del Río Amacuzac, subcuenca Río Cuautla en el municipio de Cuautla en el estado de Morelos (Figura 2 y 3), fue construida en el año 1961 por la Secretaría de Recursos Hidráulicos e inaugurada por el presidente

Adolfo López Mateos con el fin de beneficiar una superficie de 1500 ha de riego en el estado de Morelos.

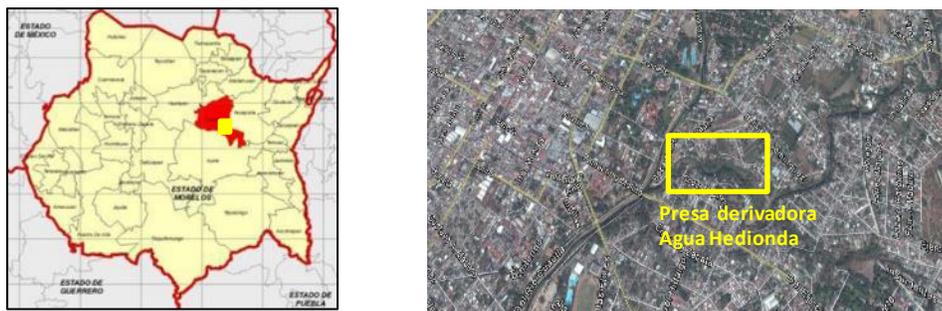


Figura 2 y 3.- Ubicación de la presa dentro del estado de Morelos.

De acuerdo a la tabla 1, la presa derivadora en estudio tiene las siguientes características:

Tabla 3.- Características principales de la presa

Tipo de cortina	Rígida, por gravedad
Material de la cortina	Mampostería
Longitud de la corona	26.00 m
Ancho de la corona	2.5 m
Altura máxima	4.00 m
Tipo de obra de toma	Puente de maniobras con compuerta
Desarenador	Si
Tipo de desarenador	Compuerta radial con pantalla de concreto
Elevación de la corona	1312.25 msnm

Posterior a la recopilación de información se realizó una visita de inspección con el fin de realizar la revisión física, funcional y operacional de la presa. En la siguiente figura se muestra las principales estructuras que la componen:



Figura 4.- Panorámica y principales estructuras de la presa derivadora Agua Hedionda.

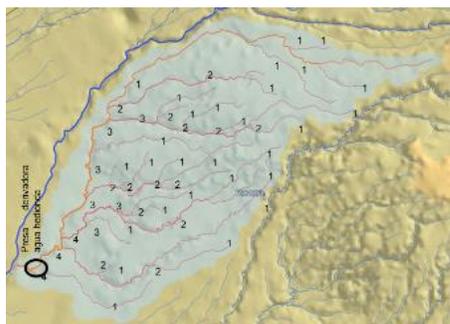
A continuación se muestra la información con las deficiencias detectadas para cada una de las principales estructuras de la presa derivadora:

Tabla 4.- Deficiencias detectadas en la visita de inspección a la presa Agua Hedionda.

Elemento	Observaciones	
Cortina vertedora	<p>En la Figura 5 se muestra la cortina vertedora, su cresta vertedora tiene un ancho de 2.5 m; al pie se encuentra una estructura disipadora de energía tipo tanque amortiguador de 5.0 m de ancho, 26.0 m de largo y 0.80 m de profundidad. Sobre el cimacio se observan filtraciones, el concreto deteriorado, vegetación y lloraderos. La cresta del cimacio se encuentra deteriorada, el concreto desconchado y fisuras con vegetación (Figura 6). En la Figura 7 se observa el tanque amortiguador con azolve, agua estancada y vegetación en la margen derecha.</p>	
	 <p>Figura 5.- Cortina vertedora y tanque amortiguador vistos desde la margen derecha.</p>	 <p>Figura 6.- Desconchamiento en el cimacio y azolve en el canal de llamada.</p>
Obra de toma o bocatoma	<p>La presa cuenta con una obra de toma que se ubica en la margen izquierda de la cortina, y está constituida por tres compuertas deslizantes, que por el nivel de agua disponible en la presa no se pudieron medir, pero de acuerdo al Sistema de Seguridad de Presas (SISP), tienen dimensiones de 1.5 x 1.75 m. En la Figura 8 y 9 se observa la falta de mantenimiento general en los mecanismos operadores de la obra de toma (vástagos oxidados, falta de lubricación y pintura).</p>	
	 <p>Figura 8.- Mecanismos operadores de bocatoma, compuertas con oxidación.</p>	 <p>Figura 9.- Tres compuertas deslizantes de la obra de toma.</p>
Canal desarenador	<p>El canal desarenador se opera por medio de una compuerta radial de 1.8 x 2.0 m (Figura 10). El canal desarenador se encuentra con acumulación de basura, se observó la falta de mantenimiento general en el mecanismo operador y de la compuerta radial. En la Figura 11 se muestra el canal de descarga con severa erosión regresiva sin atender.</p>	
	 <p>Figura 103.- Acumulación de vegetación y falta de mantenimiento en la compuerta radial.</p>	 <p>Figura 11.- Erosión regresiva en el canal de descarga.</p>

El siguiente aspecto a considerar es la revisión hidrológica, incluyendo la delimitación de la cuenca, la determinación de las características fisiográficas

necesarias para aplicar un modelo lluvia-escorrentamiento, y el cálculo de la avenida de diseño con información climatológica.



La delimitación de la cuenca se realizó utilizando Simulador de flujos de agua de cuencas hidrológicas (SIATL), resultando que tiene una superficie de 53.14 km², un orden de corrientes de grado 4. (Figura). El cauce principal tiene una longitud hasta el sitio de la obra en estudio de 18.69 km, la pendiente media del cauce principal de 0.0193. (Figura 13).

Determinación del cauce principal:

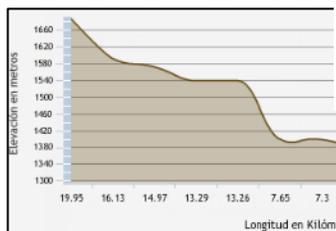


Figura 13.- Perfil del cauce principal

$$S = \frac{H}{L} = \frac{1687 - 1300}{199} = 0.0193$$

Figura 12.- Delimitación de la cuenca y determinación del orden de corriente.

Debido a que no existen estaciones hidrométricas en la cuenca, el cálculo de la avenida de diseño se llevó a cabo por métodos probabilísticos con los datos de las estaciones climatológicas cercanas; realizándoles pruebas de homogeneidad e independencia a dichas estaciones para determinar cuál era apta para realizar estos cálculos. Posteriormente con una estación climatológica elegida, y para diferentes periodos de retorno, se realizó el cálculo de la tormenta extrapolando los datos, para ello se utilizó la estimación de la función de distribución de probabilidad de mejor ajuste. Con los valores de la precipitación máxima anual en 24 horas de la estación analizada, se llevó a cabo el análisis y se utilizaron las funciones de distribución de probabilidad siguientes: Normal, Lognormal 2 y 3 parámetros, Gumbel, Exponencial, Gamma 2 y 3 parámetros. Se concluye que la mejor función de distribución para la serie de datos es la Gamma por 3 parámetros por el método de momentos. La Tabla 33 contiene los valores extrapolados de la lluvia máxima en 24 h para distintos periodos de retorno, para la función de mejor ajuste de la estación.

Tabla 3.- Precipitaciones máximas, diferentes periodos de retorno y una duración de 24 h.

Tr(Años)	hp (mm)
2	194.60
5	201.61
10	211.63
20	220.36
50	232.14
100	244.71
200	257.37
500	269.41

1000	281.88
2000	297.12
5000	309.96
10000	317.54

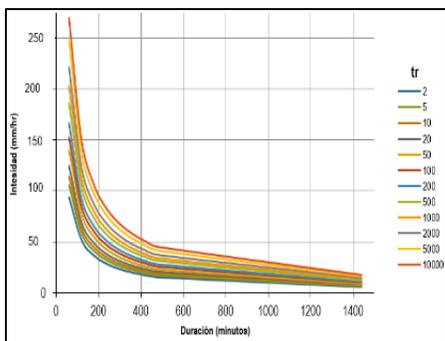


Figura 14.- Curvas i-d-tr (intensidad-duración-periodo de retorno).

Se obtuvo la intensidad para cada duración y periodo de retorno con el fin de obtener las curvas intensidad, duración, periodo de retorno (i-d-tr) (figura 14). En la obtención del hietograma se hace uso de las curvas i-d-tr, en el cual se recomienda dividir el hietograma en 8 intervalos (tabla 4). Para mayor seguridad se usa el caso más crítico de 10,000 años. En la figura 15 se muestra un hietograma para un periodo de retorno de 10,000 años para la cuenca de la presa Agua Hedionda.

Tabla 4.- Intervalos del hietograma.

Intervalo	%
1er intervalo	4.00
2do intervalo	4.8
3er intervalo	8.8
4to intervalo	22.2
5to intervalo	37.8
6to intervalo	12.2
7mo intervalo	5.7
8vo intervalo	4.5

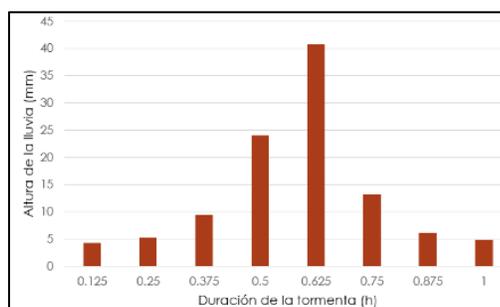


Figura 15.- Hietograma para un periodo de retorno de 10,000 años para la cuenca de la presa Agua Hedionda.

Para obtener el hidrograma triangular se calcula el gasto pico con su respectivo tiempo pico y tiempo base. Las características del hidrograma unitario triangular se muestran en la Tabla 5. Finalmente se determina el hidrograma unitario curvilíneo del SCS (figura 16).

Tabla 5.- Resumen de valores usados para el Hidrograma unitario sintético del SCS y el triangular

Resumen de valores para el Hidrograma unitario sintético del SCS y el triangular
Gasto pico, $q_p = 2.654$ h
Tiempo pico, $t_p = 4.16$ h
Tiempo de concentración, $t_c = 3.03$ h
Tiempo de retorno, $t_r = 2.42$ h
Tiempo base, $t_b = 11.11$ h

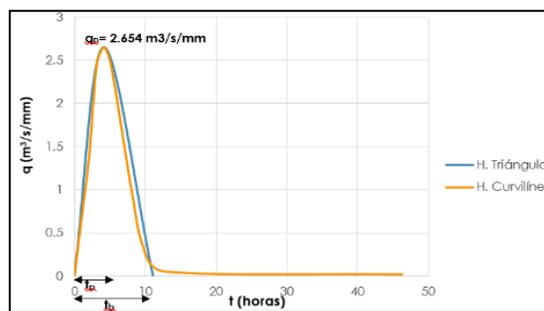


Figura 16.- Hidrograma unitario triangular y curvilíneo del SCS.

Con esta información recabada es posible realizar un mapa de zonas de peligro de inundación con el fin de delimitar las áreas más peligrosas en términos de inundación o fallas de laderas. Se realizó el estudio de inundaciones para las

zonas de peligro aguas abajo de la presa Agua Hedionda, ante un evento o descarga extraordinaria. Se evaluó la capacidad del cauce aguas abajo para delimitar zonas de peligro. Se usó la información recabada anteriormente en la revisión hidrológica, para la realización de una simulación para determinar las zonas de inundación de la presa usando el programa HEC-RAS 5.1 que permite el uso de mallas 2D en los terrenos para realizar la modelación de una inundación en la zona. Se usó una imagen de Google Earth, posteriormente se introducen las elevaciones con uso del Continúo de Elevaciones Mexicano (CEM 3.0), determinándose la separación de la malla 2D a cada 5 metros, después se corrió la simulación arrojando los siguientes resultados:

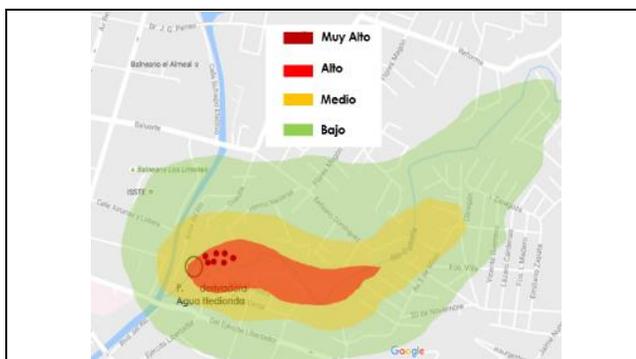


Figura 17.- Zonas de inundación aguas arriba

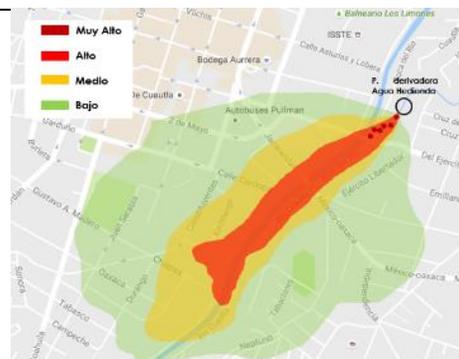


Figura 18.- Zonas de inundación aguas abajo

En esta figura se muestran las zonas aguas arriba de la presa, que se verían afectadas por una inundación producto de un evento extraordinario calculado con un $Tr=10,00$ años, el área total que se encontraría con cierto grado de peligro es de 1.60 km^2 . En color rojo se tienen las zonas de peligro alto con un área de 0.19 km^2 ; en color amarillo las zonas de peligro medio, con un área de 0.32 km^2 ; y en color verde las zonas de peligro bajo, con área de 1.09 km^2 . Por su parte el color guinda representan los puntos específicos donde el peligro es muy alto.

En esta figura **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las zonas aguas abajo de la presa, que se verían afectadas por una inundación producto de un evento extraordinario calculado con un $Tr=10,00$ años, el área total que se encontraría con cierto grado de peligro es de 2.11 km^2 . En color rojo se tienen las zonas de peligro alto con un área de 0.27 km^2 ; en color amarillo las zonas de peligro medio, con un área de 0.35 km^2 ; y en color verde las zonas de peligro bajo, con área de 1.48 km^2 . Por su parte el color guinda representan los puntos específicos donde el peligro es muy alto.

Conclusiones.

La presa “Agua Hedionda” se encuentra con anomalías estructurales (erosión regresiva), que representan riesgos a la integridad de la presa, sí no se atienden a tiempo. Es importante dar mantenimiento a nuestras obras hidráulicas para alargar

su vida útil y seguir contando con los beneficios que nos brindan. En la



Figura 19 se muestra un croquis con las principales recomendaciones y propuestas de solución para mitigar los riesgos de falla de la obra.

En este trabajo se logró la elaboración de una metodología que puede ser utilizada en la revisión de seguridad de presas derivadoras, porque se adecua a las necesidades y características de este tipo de obras en particular. Dicha metodología se resume de la siguiente manera: recabar información en distintos medios; realizar una visita de inspección a la presa derivadora para de manera presencial verificar el estado de la presa; realizar la revisión hidrológica que consta de una serie de investigación de datos de la cuenca, climáticos e hidrológicos para posteriormente usar esos datos en los cálculos correspondientes; la revisión estructural de la cortina y la cimentación; la revisión funcional y operacional de la presa; posteriormente con toda la información analizada y calculada en los pasos anteriores se realiza la delimitación de zonas de peligro de inundación para alertar a la población aledaña; y por ultimo con todas las revisiones crear un panorama de las fallas actuales y cuáles son las posibles soluciones a las mismas.

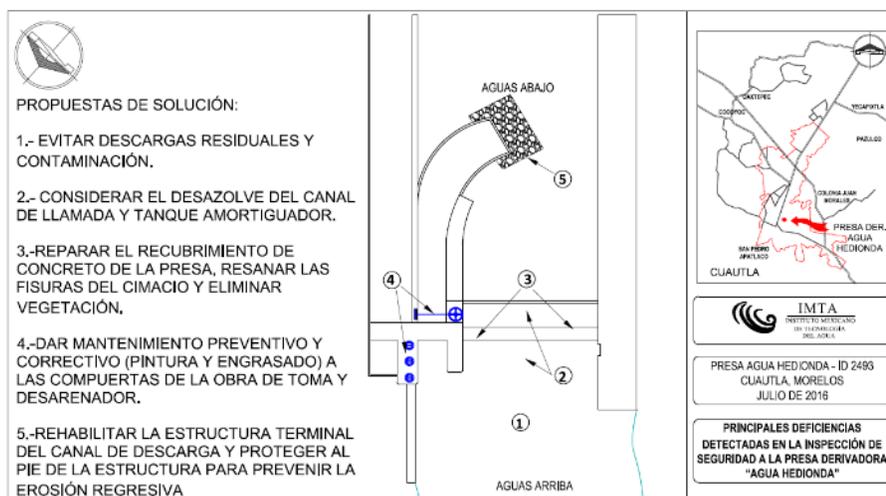


Figura 19.- Propuestas de solución para la presa Agua Hedionda.

Agradecimientos.

Al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua por el apoyo y las herramientas brindadas.

Referencias.

1. Aparicio M. F. J. "*Fundamentos de Hidrología de superficie*". Ed. Limusa, Mexico, D.F. 2006.
2. Campos Aranda. "*Procesos del Ciclo Hidrológico*". 3ra. Reimpresión. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. San Luis Potosí, México. 1998.
3. Centro Nacional de Prevención y Desastres CENAPRED. Serie Fascículos: Inundaciones. México D.F. 2006
4. Comisión Nacional del Agua. "*Atlas del Agua en México*", México, D.F. 2015.
5. Comisión Nacional del Agua. "*Estadísticas Agua en México edición 2015*", México, D.F. 2015.
6. Comisión Nacional del Agua. "*Instructivo de hidrología para determinar la avenida máxima ordinaria*", México, D.F. 1987.
7. Comisión Nacional del Agua. Sistema Informático de Seguridad de Presas (SISP, 2016). <http://201.116.60.136/inventario/hinicio.aspx>
8. INEGI. 2010 Simulador de flujos de agua de cuencas hidrológicas (SIATL, V. 2.2). http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#
9. O. Velasco. "*Presas de Derivación. Modelo México*". Plan Nacional para obras de Desarrollo Rural. México, DF. 1975.
10. Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH). "*Manual para la Estimación de Avenidas Máximas en Cuencas y Presas Pequeñas*". Dirección General de Obras Hidráulicas y de Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural, México, D.F. 1982.

INSPECCIÓN DE ZONAS DE PELIGRO POR INUNDABILIDAD CON HEC-RAS 4.0.1 PARA LA PRESA ÁLVARO OBREGÓN, SAN LUIS POTOSÍ

D.A. Portillo-Rodríguez¹, C. Bustos-Mejía², J.M. Ramírez-Cuevas², R.A. Briseño-Ramiro³

^{1,2} Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias de la Tierra. Calzada Tecnológico No. 27. Zacatepec, Morelos. C.P. 62780. dalex990@hotmail.com, carlosbume@hotmail.com, jose.rc@itzacatepec.edu.mx, ³Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Colonia Progreso C.P. 62550 Jiutepec, Morelos r.brisen@gmail.com

Área de participación: Ingeniería Civil del siglo XXI.

Resumen: Una presa es el conjunto de varias obras complementarias destinadas a la captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua. Se construyen a través de un río, arroyo o canal para utilizar el agua generalmente en el riego, abastecimiento a poblaciones, pesca, y/o producción de energía eléctrica. Por lo que son de suma importancia en el desarrollo de cada país.

Muchas de las presas derivadoras y centrales hidroeléctricas en México se diseñaron y construyeron siguiendo los lineamientos que establecían las normas existentes, y que de acuerdo con los nuevos criterios ya no son las adecuadas; por lo que muchos de los vertedores de las presas no serían capaces de controlar las avenidas que hoy en día se presentan en algunas partes de la República Mexicana.

El incremento de la seguridad de presas no debe plantearse sólo como un beneficio social, sino que indudablemente debe verse como un mejoramiento en su capacidad de regulación y de la generación de energía.

En el presente trabajos, se escogió al azar una presa en la república mexicana llamada Álvaro Obregón, en el Municipio de Mexquitic Carmona, del estado de San Luis Potosí, a la que se le realizaron los estudios de inundabilidad con el programa HEC-RAS 4.0.1.

Introducción.

Las presas de hoy en día causan una gran controversia para su construcción y desarrollo desde el punto de vista social, ambiental y económico; ya que se desplaza a personas cercanas para poder construir las, se contamina el área inundada por los embalses y se tienen altos costos que superan en promedio el presupuesto. Aun después de estos riesgos, las presas son útiles ya que pueden ser multifuncionales, tanto para abastecimiento de agua en uso doméstico, riego en cultivos, ganadería y en ocasiones como hidroeléctricas que evitan el consumo de carburos en termoeléctricas.

En el presente trabajo se crearán trabajos para diagnosticar si es o no, una presa de alto riesgo para la población cercana a ella. Se realizará una inspección hidráulica de la presa, en sus diferentes partes como, el Río Mexquitic y el embalse.

De igual manera, se identificarán las áreas de predominio de la presa, la invasión del embalse y el Río Mexquitic (aguas abajo), para ello se utilizará el software HEC-RAS 4.1.0, y se revisará el estudio de inundabilidad.

Fundamento Teórico.

Un análisis de seguridad permitirá, sin duda, construir presas más seguras y económicas, corregir algunas de las construidas con criterios audaces y tomar en cuenta la confiabilidad que deben tener sus estructuras, analizar opciones de rehabilitación y ejecutar los trabajos requeridos.

Por lo anterior, se tienen como fin conocer el estado en el que encuentran las presas, así como cualquier situación que represente riesgo de afectación a las obras, la población, sus bienes e infraestructura ubicada en el vaso o aguas abajo; evitándose problemas realizados por las bajadas de agua principalmente en la temporada de lluvias, que van desde pérdidas materiales hasta pérdidas humanas que es lo que se busca proteger.

La presa elegida se encuentra en el norte de la República Mexicana cuenta con una área de 58.034 km² y un perímetro de 35.98 km, su cauce aguas abajo tiene una pendiente de 0.01445, es una cuenca pequeña endorreica de orden 4.



Figura 1 y 2.- Localización municipal de la presa Álvaro Obregón.

La corriente principal se determinó utilizando el criterio de orden de corriente. Su cauce principal tiene una longitud de 16.630 km.

Cabe señalar, que la información se puede obtener del *INEGI* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), Cartas Topográficas, Red Hidrográfica, Cartas de Edafología, Usos de Suelo, Cartografía Geoestadística Urbana y Rural.

Resultados y Discusión.

A continuación se describirá la metodología llevada a cabo para la revisión, análisis, proceso y resultados de la información.

Primeramente, se deben obtener las curvas de nivel del lugar de origen de la presa Álvaro Obregón, proporcionadas por el INEGI o con Google Earth para ello se importan las curvas de nivel a Civil 3D con el comando MAPWSPACE, nos abrirá una ventana que nos dice que partes de la carta queremos ya que contiene curvas de nivel, calles, corrientes de agua, cuerpos de agua, obras de infraestructura civil como canales presas etc., en este caso elegimos solo escurrimientos cuerpos de agua y curvas de nivel esperamos un momento y se cargaran, por ultimo falta guardar el archivo para poder usarlo ya que están bloqueadas, para ello debemos guardarlo con un comando que se llama MAPAEXPORTCURRENTMAPTODWG, especificando la ruta de guardado.



Figura 3.- Georeferenciada de Google Earth de la presa Álvaro Obregón con sus respectivas curvas de nivel

Una vez lo anterior, se procede a utilizar el software gratuito HEC-RAS 4.1.0 (figura 4). Cabe mencionar que actualmente varias dependencias en el ámbito hidráulico, solicitan estos estudios.

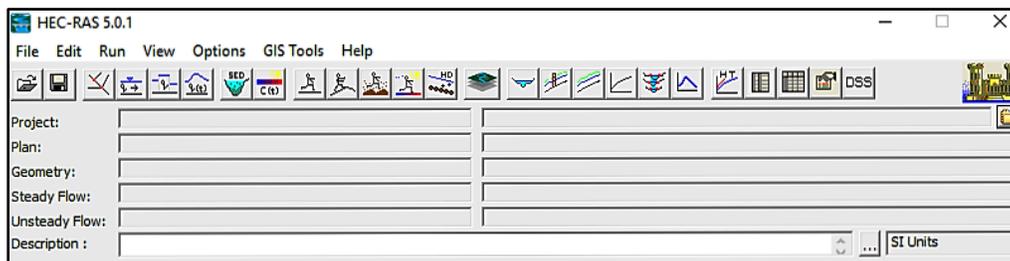


Figura 4.- Ventana principal de HEC-RAS 4.0.1.

HEC-RAS 4.1.0 (Hydrological Engineering Center River Analysis System) es un programa de modelización hidráulica unidimensional compuesto por 4 tipos de

análisis en ríos como: (*Modelización de flujo en régimen permanente, Modelización de flujo en régimen no permanente, Modelización del transporte de sedimentos y Análisis de calidad de aguas*). Este programa nos permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel del agua por lo que su objetivo principal es realizar estudios de inundabilidad y determinar estas zonas de vulnerabilidad.

De esta manera, se procedió a ingresar las secciones transversales al modelo HEC-RAS 4.1.0 a cada 20 metros para la simulación unidimensional, (figura 5).

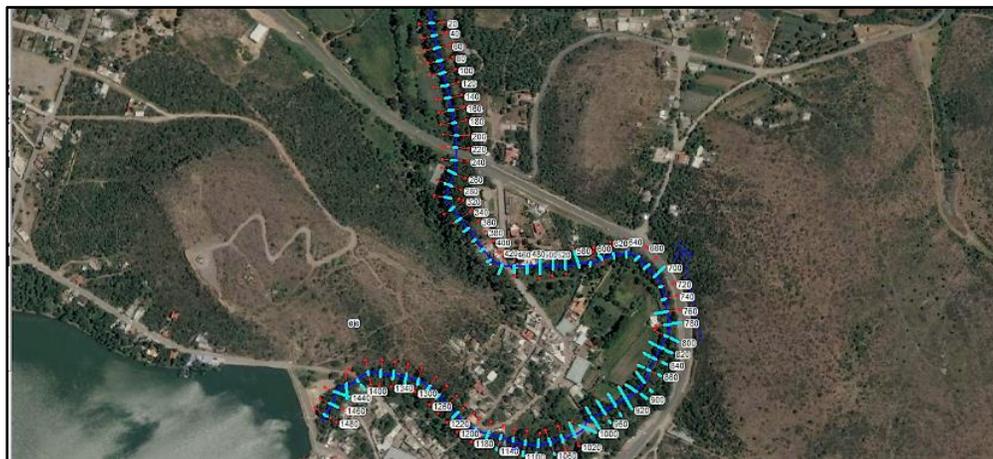


Figura 5.- Vista en planta de las secciones transversales del Rio Mexquitic de la Presa Álvaro Obregón, en la ventana de HEC-RAS 4.1.0.

De igual manera se obtuvo la pendiente a partir del desnivel del Rio Mexquitic cuya cota de entrada es de 2012.53 m y la cota de salida es de 1990.97 m y la longitud del cauce 1492.53 m de longitud.

$$S = \frac{(2012.53 - 1990.97)}{1492.53} = 0.01445 \quad (1)$$

Además de las secciones transversales se requiere la pendiente del Rio Mexquitic de la presa ($S=0.01445$), el coeficiente de rugosidad ($n=0.035$) y el gasto necesario para la simulación calculado a partir de la carga del nivel del agua (NAME) hasta la obra de toma que se encuentra en malas condiciones, con una altura de 10 m, utilizando la ecuación $V=(2gh)^{1/2}$, obtendremos la velocidad y cabe recordar que la obra de toma tiene una tubería de 20 pulgadas o 0.503 m de diámetro, por ultimo con la ecuación de continuidad $Q=AV$ obtendremos el gasto de $2.83 \text{ m}^3/\text{s}$.

A continuación se muestran las figuras del programa con su respectiva descripción como parte de la metodología implementada para el cálculo y resultados del presente estudio.

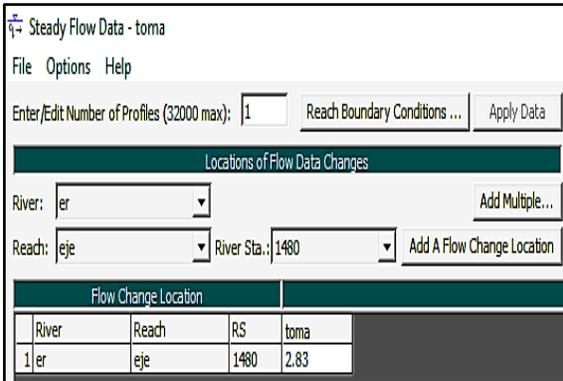


Figura 6.- En esta ventana se ingresa el gasto o periodos de retorno, además de editar los nombres para cada gasto.

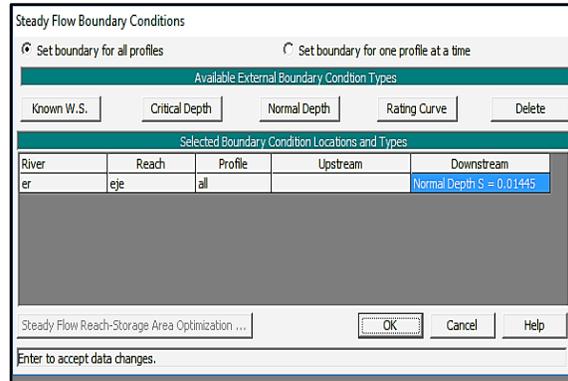


Figura 7.- En esta ventana se ingresa la pendiente media, aguas abajo o aguas arriba, y se elige si es crítico o normal.

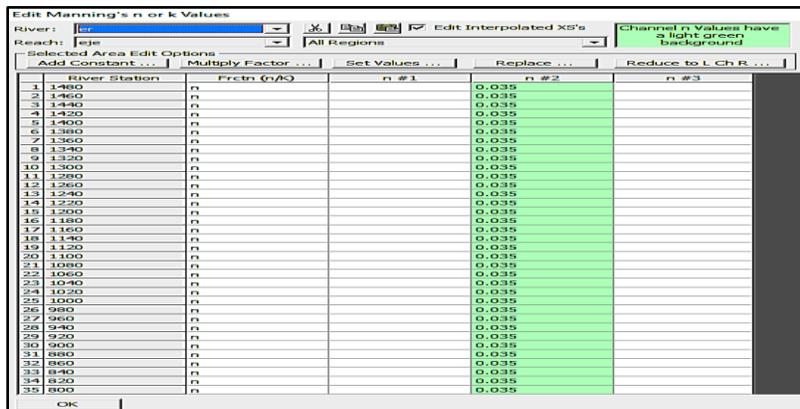


Figura 8.- En esta ventana se ingresa el coeficiente de rugosidad (n) de manning para el cauce, este dato es de acuerdo al tipo de material con el que está construido el cauce.

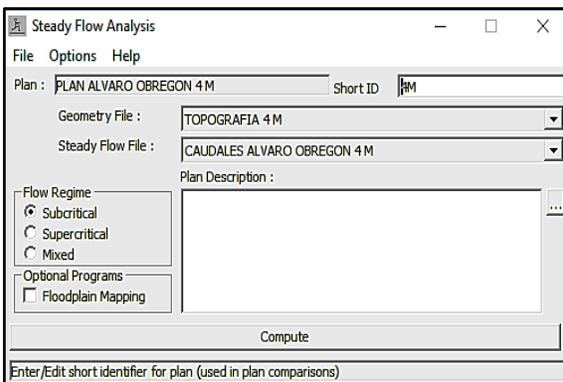


Figura 4.- En esta ventana se muestra el plan, y por ultimo colocar qué régimen es, subcrítico, crítico o mixto, y damos en compute y correrá el programa.

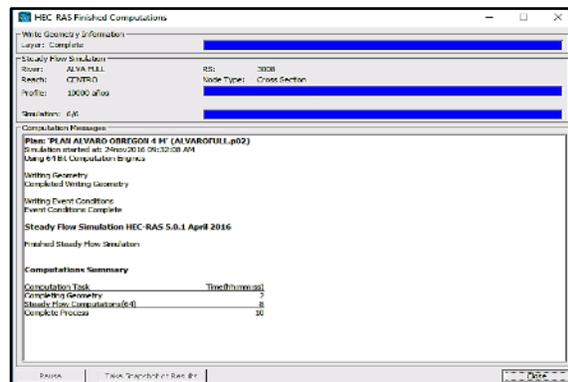


Figura 5.- En esta ventana se muestra la finalización de la corrida del programa en HEC-RAS 4.0.1.

Una vez corrido el programa solo queda revisar las secciones, observando aquellas que presentan desborde; así como la velocidad, gasto, número de froude,

profundidad hidráulica, área de superficie y volumen. A continuación se muestran solo algunas secciones como ejemplo. (Figuras de la 11 a la 14).

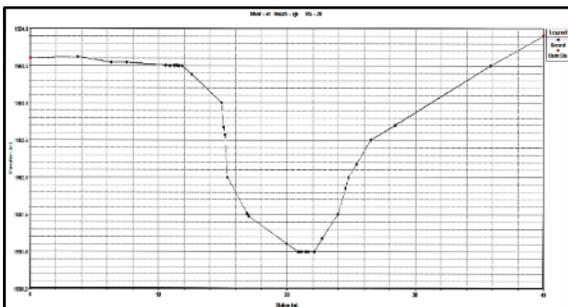


Figura 11.- Sección transversal del cadenamiento 0+020

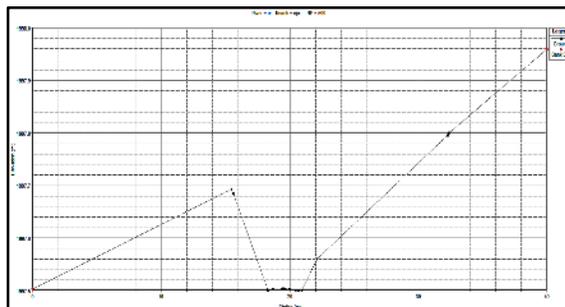


Figura 12.- Sección transversal del cadenamiento 0+500

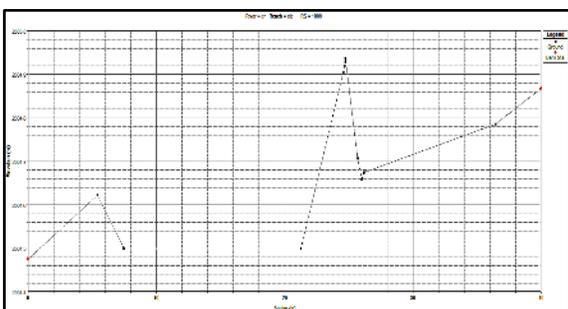


Figura 13.- Sección transversal del cadenamiento 1+000

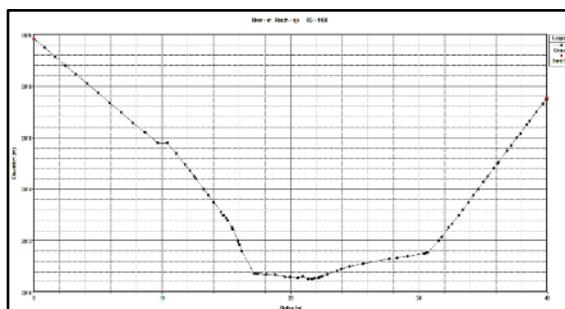


Figura 14.- Sección transversal del cadenamiento 1+480

Una vez lo anterior, y con los datos de entrada, se recurre nuevamente al programa HEC-RAS 4.1.0 para realizar la ejecución del gasto analizado y establecidos y la revisión de las secciones; teniéndose como resultado que para el gasto obtenido se tienen 24 secciones transversales que presentan desbordamiento por la margen izquierda y 26 secciones con desbordamiento por la margen derecha. La sección transversal que presenta la velocidad máxima es la 0+400 con 1.76 m/s (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) mientras que la que presenta el mayor tirante de inundación es la 1+080 con 2.4 metros (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

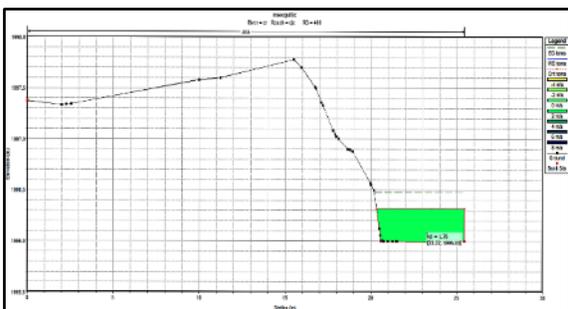


Figura 15.- Distribución de velocidades de la sección transversal 0+400 con 1.76 m/s.

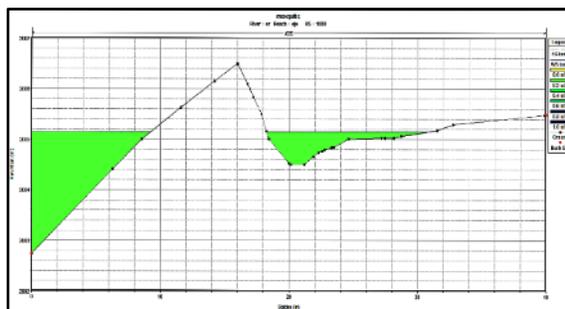


Figura 16.- Tirante alcanzado en la sección transversal 1+080 con 2.4 m.

Con este programa también se puede modelar el cauce y observar todo su comportamiento hidráulico. Por ejemplo en la siguiente (figura 18) se muestra el perfil del Rio Mexquitic para el gasto ingresado de 2.83 m³/s.

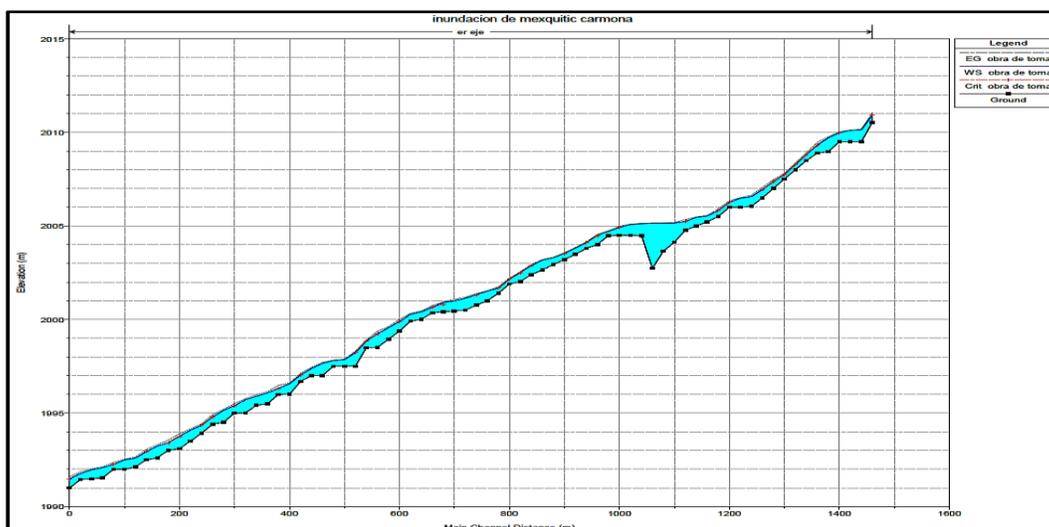


Figura 17.- Perfil del Rio Mexquitic para un gasto de 2.83 m³/s.

Con el programa HEC-RAS 4.1.0, se puede observar el cauce en 3D (figura 19 y 20), ayudando con esto al análisis y comprensión del comportamiento del cauce de una manera visible. Para nuestro caso, esta modelación nos mostró las áreas donde se pudiera presentar inundaciones y de esta forma también se pueden tomar medidas de mitigación o de protección a un evento de inundación, y con esto prevenir algún desastre y/o hasta pérdidas humanas.

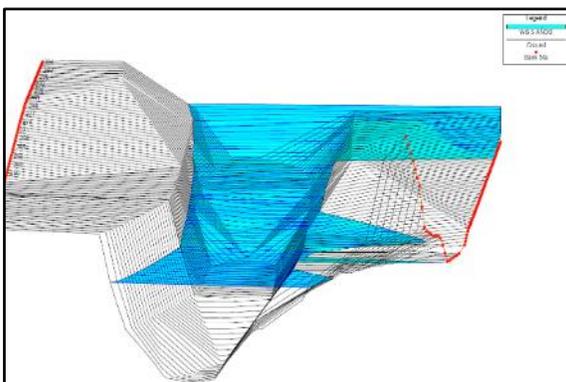


Figura 186.- Vista en 3D de un tramo del Rio Mexquitic de la presa Álvaro Obregón.

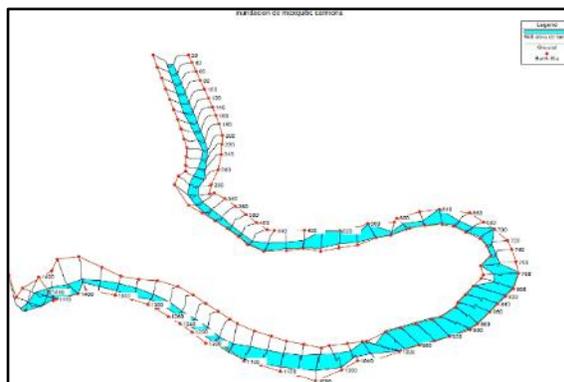


Figura 19.- Vista en 3D del cauce completo aguas abajo de la presa Álvaro Obregón.

Conclusiones.

Según el análisis de la simulación unidimensional en el programa HEC-RAS 4.1.0 se tienen 24 secciones transversales que presentan desbordamiento por la margen izquierda y 26 secciones con desbordamiento por la margen derecha del Rio Mexquitic.

El Rio Mexquitic de la presa Álvaro Obregón posee poco más de 1480 metros de longitud, en el cual se trazaron 74 secciones a cada 20 metros, por lo que (24/74) se desbordan por la margen izquierda y (26/74) por la margen derecha lo que representa un 32 % por la parte izquierda y el 35% por la parte derecha de las secciones totales, esto indica el alto riesgo de inundación. Por lo que la presente Presa en estudio no es segura por lo que será clasificada como presa de alto riesgo.

Activar un programa social en donde se advierta a la población de los peligros que corren, ya que se observa como la población se ha estado ampliando y acercándose al embalsé (aguas arriba) y al Rio Mexquitic (aguas abajo).

Podría realizarse un canal en el Rio Mexquitic pero el costo sería demasiado alto, por lo que otra solución recomendable es construir un vertedor y encausar el agua por otra ruta mucho más corta, y así el agua desfogaría por ambos lados desalojando un mayor gasto, reduciendo su nivel de peligrosidad.

Referencias.

1. Aparicio, M. F. J., "Fundamentos de hidrología de superficie", Limusa, México, 1997.
2. Chow V. T., Maidment D. R., Mays L. W., "Hidrología aplicada", Editorial Mc Graw Hill, México, 1994.
3. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) "Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0)" <http://www.inegi.org.mx>.
4. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) "Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III)", México, D.F., 2000.
5. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) "Red hidrográfica escala 1:50,000 edición 2.0" <http://www.inegi.org.mx>.
6. INEGI. 2010 Simulador de flujos de agua de cuencas hidrológicas (SIATL, V. 2.2).

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE ROMPEOLAS SUPERFICIALES PERMEABLES CON AMPLIACIÓN DE BERMA, UNA SOLUCIÓN A VIEJOS Y DAÑADOS ROMPEOLAS CONVENCIONALES

J. M. Ramírez-Cuevas¹, J. R. Ruiz y Zurvia-Flores² y L. Frago-Sandoval²

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra. Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27. Zacatepec, Morelos. C.P. 62780. jose.rc@itzacatepec.edu.mx

² Instituto Politécnico Nacional. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIA, Unidad Zacatenco. jaruizz@ipn.mx y lfrago@ipn.mx

Área de participación: Ingeniería Civil del siglo XXI.

Resumen: En México se realizan actividades de intercambio comercial que se desarrollan principalmente por la vía marítima a través de los puertos, los cuales deben brindar instalaciones y servicios de calidad; para lo cual, deben contar con obras de protección adecuadas que den seguridad y resguardo tanto a las embarcaciones atracadas como a las instalaciones y servicios con las que cuenta el recinto portuario.

Debido a que algunas obras de protección (rompeolas), en los puertos Mexicanos son muy antiguos y los frecuentes eventos meteorológicos, estos presentan daño en su estructura, además de tener bajas cotas de coronamiento (4.5 metros o menos), permitiendo que la ola rebasa al rompeolas (overtopping), ocasionando que el oleaje de tormenta afecte considerablemente las operaciones portuarias, presentándose así, agitación en el recinto portuario, y ocasionando que los buques no puedan realizar sus actividades de carga y descarga de productos y mercancías, generando así, pérdidas económicas, de equipo, instalaciones, y algunas veces, de vidas humanas.

Por lo anterior, se llevó a cabo un estudio en un modelo físico reducido de un rompeolas de enrocamiento superficial permeable, proponiéndose implementar una berma con dos diferentes anchos de corona de 10 y 20 metros, y dos taludes diferentes de 1.5:1 y 2:1 para conocer mediante el análisis y experimentación su comportamiento, el diseño más adecuado para este tipo de estructuras ante la incidencia de oleaje irregular extremo. Pretendiendo con esto minimizar el rebase del oleaje, y así mismo disminuir los costos de construcción.

Introducción

Dentro de los puertos, las obras de protección (rompeolas y escolleras), tienen como función minimizar la incidencia del oleaje y con esto generar una zona de calma dentro del puerto para que las embarcaciones puedan realizar sus operaciones de carga y descarga de mercancías. Los rompeolas de berma, estudiados y construidos en diferentes países del mundo, han tenido gran funcionalidad para mitigar el oleaje y al mismo tiempo, presentan costos más económicos de construcción comparado con rompeolas convencionales de enrocamiento. Al ser estas una alternativa de solución, se estudiaron las bermas como implementaciones a los rompeolas con daños y con cotas bajas de coronamiento para ser rehabilitados y mejorar su operatividad y funcionalidad.

Para el estudio de esta alternativa se empleó un equipo de medición de oleaje controlado por computadora para recabar y posteriormente analizar los datos de

oleaje obtenidos. En cada ensayo se evaluó el rebase del oleaje (overtopping); además se empleó equipo de fotografía y video para registrar los efectos del oleaje sobre la obra de protección, y un perfilador de fondo manual para obtener el perfil de la sección después de cada ensayo y conocer el comportamiento y estabilidad de la estructura (para cada berma); y de los análisis de resultados se obtuvieron gráficos del comportamiento del rebase del oleaje utilizando varios métodos encontrados en el estado del arte.

Sección Experimental

Durante años, los modelos físicos han sido una herramienta importante para resolver problemas en la Ingeniería Hidráulica. En la actualidad se disponen de técnicas avanzadas y muchas otras sofisticadas para la modelación física de fenómenos hidráulicos; permitiendo predecir con alto grado de certidumbre lo que puede ocurrir en el prototipo y por consiguiente obtener los mejores resultados de funcionalidad, estabilidad, diseño, economía, entre otras ventajas. [Vergara, 1993]

La **instalación** empleada en el estudio, es un canal de oleaje angosto con el que cuenta el Laboratorio de Ingeniería Hidráulica de la Escuela Superior de Ingeniería



y Arquitectura de la Unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional. Este canal está prácticamente conformado por paredes de concreto, y en algunos tramos del canal con paredes de acrílico reforzado con acero estructural; el espesor de acrílico es de 15 mm. Las dimensiones del canal son las siguientes: 24.50 metros de longitud, 0.66 metros de ancho y 0.90 metros de profundidad (figura 1).

Figura 1.- Canal de oleaje angosto del Laboratorio de Ingeniería Hidráulica de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, I.P.N.

El canal de oleaje angosto utilizado, está provisto de un generador de oleaje que reproduce señales de oleaje regular e irregular mediante una paleta de tipo pistón cuyos movimientos son de tipo traslacional generados por un gato hidráulico, el cual es controlado por un equipo de cómputo. Este generador de oleaje es controlado y operado con un equipo de cómputo, el cual cuenta con un software llamado WAVEGEN, el cual permite simular las condiciones del mar dependiendo de las necesidades del estudio o proyecto y de forma variable [Ruiz, 2005].

Como **instrumentación** para la medición de oleaje a reproducir en los ensayos, se pueden utilizar sensores de oleaje de tipo resistivo; además también se cuenta con un perfilador de fondo manual, el cual está graduado al milímetro para

levantar los perfiles de las diferentes estructuras utilizadas en el estudio y así poder obtener los valores para ser graficados posteriormente.

Para el diseño y construcción de la sección transversal de una escollera o rompeolas generalmente se conforma de 3 capas principales que son: Núcleo, Capa secundaria y Coraza. [C.F.E., 1983], [DACE-II, 1984].

Los pesos de los elementos de la capa correspondiente a la coraza de las obras de protección de ciertos Puertos de México oscila entre las 6 y 20 toneladas. En su mayoría se tienen pesos de aproximadamente 12 toneladas; por lo que se toma este valor para dicha capa del rompeolas. La fórmula más utilizada para calcular el peso de los elementos, es la propuesta por Hudson y está basada en la de Iribarren, siendo la siguiente:

$$W = \frac{\gamma_s H^3}{K_D (S_s - 1)^3 \cot \theta} \quad \dots (1.1)$$

Partiendo de ese valor se prosigue a calcular los pesos de las otras dos capas: núcleo y capa secundaria, siendo para la capa secundaria $W/10$ $\therefore W = 1.2$ toneladas; mientras que para el núcleo se tendrá:

$$\frac{W}{200 \text{ a } 6000} \quad \therefore W = \text{aproximadamente } 60 \text{ kg.}$$

La altura de la ola de diseño se obtuvo a partir de la fórmula de Hudson (1.1) para el peso de los elementos, de la cual despejando a H se obtuvo:

$$H = \sqrt[3]{\frac{WK_D (S_s - 1)^3 \cot \theta}{\gamma_s}} \quad \dots (1.2)$$

Teniendo por consiguiente una altura de diseño de 5.20 metros. Sin embargo para el estudio se consideraron olas de 5.76 metros de altura.

Con respecto a los anchos de corona, se tendrá que el ancho mínimo constructivo de la corona, tanto de la coraza como de la capa secundaria, se determina con la expresión (1.3); mientras que para el espesor de las mismas capas se calcula con la expresión (1.4). [Bruun, 1985].

$$B = nK_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3} \quad \dots (1.3)$$

$$E = nK_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3} \quad \dots (1.4)$$

El ancho de corona para la capa de coraza es de aproximadamente 5.60 metros, y para la capa secundaria se tuvo un ancho de corona de 4.00 metros. Las ecuaciones anteriores son aplicables para la capa de coraza y capa secundaria, en el caso del núcleo, el ancho de corona se establece en función de la superficie

de rodamiento necesario para la circulación de un vehículo de carga (camión de volteo) durante su construcción.

El resultado del espesor (E), para la capa correspondiente a la coraza es de 3.84 = 4.00 metros, el espesor de la capa secundaria de 2.00 metros aproximadamente.

El número de capas de acuerdo a recomendaciones se opta por utilizar de 2 a 3 capas de coraza y de 2 a más capas secundarias. Las variables que se presentaron en las ecuaciones anteriores (de la 1.1 a la 1.4) se definen a continuación:

Tabla 1.- Variables de las ecuaciones utilizadas en el cálculo del rompeolas

W.- Peso del elemento, Ton.	N = Número de elementos
K_{Δ} = Coeficiente de capa	H = Altura de ola, m
Kd = Coeficiente de estabilidad, adimensional	n = Número de elementos que forman la capa
γ_s = Peso específico del elemento, Ton/m ³	Ss= Densidad de los sólidos (γ_s/γ) donde γ es el peso específico del agua, adimensional

Para la construcción del modelo se tuvieron que realizar previamente una serie de actividades para que las instalaciones e instrumentos a utilizar se encontraran en las mejores condiciones para la realización del fenómeno a reproducir y a estudiar como:

- a) *Habilitado del perfil del fondo del canal*
- b) *Mantenimiento del amortiguador de oleaje irregular*
- c) *Construcción de un depósito de aforo*
- d) *Obtención, clasificación y pintado de la roca a utilizar*
- e) *Mantenimiento al perfilador de fondo manual*
- f) *Trazado y elaboración de los escantillones*

Después de establecer la sección del rompeolas en estudio, se colocó el material para las diferentes capas de la estructura dentro del canal de oleaje angosto (figura 2), y posteriormente con base al estado del arte y las condiciones del equipo e instalación, así como a las características de los rompeolas existentes en México, tres diferentes bermas a estudiarse (Tabla 2).



Figura 2. Colocación de las diferentes capas del rompeolas tipo.

Tabla 2.- Anchos de las bermas en modelo y prototipo.

Rompeolas	Talud	Ancho de berma (p)	Ancho de berma (m)
Rompeolas con berma (roca)	2:1	10 m	25 cm
Rompeolas con berma (roca)	2:1	20 m	50 cm
Rompeolas con berma (roca)	1.5:1	20 m	50 cm

Ensayos

En el estudio se consideró una sección de un rompeolas promedio en México (sección o estructura tipo) y tres secciones de ampliaciones de berma (la primera con talud de 2:1 y ancho de corona de 10 metros, la segunda con un talud 2:1 y ancho de 20 metros, y una tercera con un talud 1.5:1 y ancho de corona de 20 metros). Es menester mencionar que aproximadamente los cinco primeros ensayos para cada estructura no presentaron problema alguno; por lo que se harán mención de los ensayos finales para cada estructura.

Ensayos para rompeolas sin berma (primera estructura tipo).



Al final de los ensayos para esta primera estructura el ascenso máximo rebasa por completo la corona de la estructura. Se observó que la mayoría de las olas rebasaban la misma. Se presentaron desplazamientos de algunas rocas de las diferentes franjas del rompeolas tipo (capa de coraza). (Figura 3).

Figura 3.- Rompeolas tipo (Estructura sin berma), talud 2:1, $T_p = 12.02$ segundos y $H_s = 5.76$ metros. 10,000 olas acumuladas.

Ensayos para rompeolas con berma (Estructura 2 con berma, talud 2:1, ancho de berma de 10.0 metros)

En los ensayos para esta estructura 9, 10 y 11, el mayor desplazamiento de las rocas de berma correspondió a la franja blanca y verde. Hubo un reacomodo de la berma y movimiento de sus elementos. La franja de la berma de color verde tuvo desplazamientos. La franja de color azul perteneciente a la coraza quedó un poco descubierta. Un total de 20 rocas de berma desplazadas hacia el lado puerto. Se observaron aproximadamente 130 rebases de oleaje (overtopping). El ascenso máximo se dió en la roca de coraza; mientras que el descenso máximo se presentó en la franja superior azul. (Figura 4).



Figura 4.- Ensayo 10. Primera berma con talud 2:1; $T_p = 12.02$ segundos y $H_s = 5.76$ metros. 10,000 olas acumuladas.

Ensayos para rompeolas con berma (Estructura 3 con berma, talud 2:1, ancho de berma de 20.0 metros)

En los ensayos 10 y 11 el ascenso máximo se presenta en la parte inicial de la coraza, el descenso máximo se encontró a la mitad de la franja roja de la berma.



Figura 5.- Ensayo 10. Segunda berma con talud 2:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 10,000 olas acumuladas.

La roca de la franja verde de la berma se desplazó en mayor cantidad. La roca de la berma de color roja fue desplazada hacia la franja azul de la berma. Los desplazamientos mayores se encuentran en la parte superior del ancho de la berma (en la coraza). También se observó que la ampliación de berma reduce en gran medida la energía del oleaje, y fue notorio también una deformación con respecto al perfil original, adoptando una forma de “S” visible. (Figura 5)

Ensayos para rompeolas con berma (Estructura 4 con berma, talud 1.5:1, ancho de berma de 20.0 metros)

Con respecto a los ensayos 7, 8 y 9, el ascenso máximo se dio en la parte media de la coraza. El descenso máximo se presentó entre la mitad y la parte superior de la franja roja. Existe mayor salpicado, mayor movimiento y desplazamiento de roca, principalmente de color blanca, roja y verde. Se observó un perfil tendiente a la forma de “S”. Se presentó mayor rebase de ola (overtopping). También se observó que la berma amortigua el oleaje; es decir, disipa la energía de la ola en gran medida. (Figuras 6 y 7).



Figura 6.- Ensayo 11. Tercera berma con talud 1.5:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 11.000 olas acumuladas.



Figura 7.- Ensayo 12 Tercera berma con talud 1.5:1, Tp = 12.02 segundos y Hs = 5.76 metros. 12.000 olas acumuladas.

Resultados y discusión

Los resultados correspondientes a las mediciones de la descarga de agua por rebase de la estructura (como resultado de la transmisión del oleaje por rebase) fueron validados con tres criterios localizados en el estado del arte: Owen (1980), Van der Meer (1992), y Jorgen Juhl y Peter Sloth (1994).

Una vez procesado los resultados, se continuo con el análisis de la información obtenida de los ensayos, observaciones y cálculos. Para lo cual fue necesario realizar unas tablas de cálculo y comparar los criterios anteriormente mencionados. Posteriormente, se realizó una gráfica (figura 8), la cual relaciona los rebases vs la altura de ola incidente para el rompeolas tipo, y cada berma ensayada.

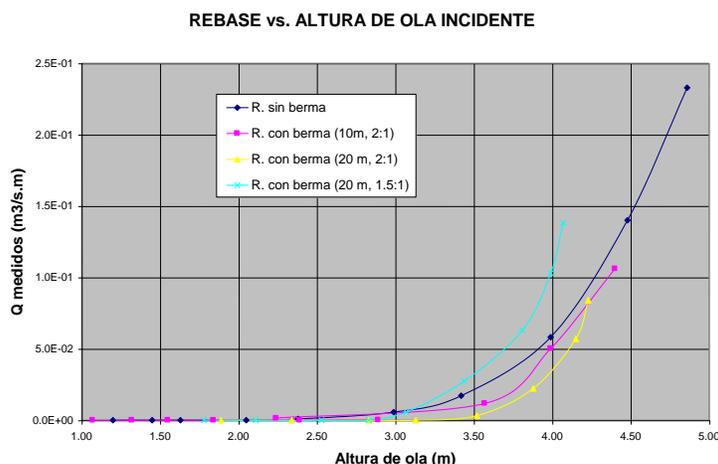


Figura 8.- Descargas de rebase vs. Altura de ola incidente (Rompeolas sin berma y rompeolas con las diferentes bermas).

Conclusiones

A través del estudio en un modelo físico reducido se puede demostrar que un rompeolas con ampliación de berma es una alternativa de solución para rehabilitar viejos y dañados rompeolas convencionales, y así mismo, disminuir el rebase del oleaje en condiciones de tormenta.

Los rompeolas con ampliación de berma aprovechan mayor material de explotación de las pedreras a comparación de otros tipos de obras de protección, generándose costos más viables.

Todas las bermas disminuyeron el rebase del oleaje. La primera ampliación de berma (ancho de berma de 10 metros y talud 2:1), redujo un 23% el rebase del oleaje. En la segunda berma (ancho de berma de 20 metros y talud 2:1), tuvo una

reducción de hasta un 66% del rebase de oleaje. La tercera berma (ancho de berma de 20 metros y talud 1.5:1), tuvo una reducción del rebase del oleaje de un 48%.

También se pudo validar alguna ecuación dentro del estado del arte para el rebase del oleaje. De los criterios utilizados para el cálculo del rebase del oleaje, se tiene que la ecuación más favorable y que podría aplicarse para estructuras similares es la de Jorgen Juhl y Peter Sloth (1994).

Referencias

1. Andersen Lykke T. Scale Effects - Berm Breakwaters. Hydraulic Response of Rubble Mound Breakwaters. Hydraulics & Coastal Engineering. Department of Civil Engineering, Aalborg University. ISSN 0909_4296. December 2006
2. Beresford P. J., WAVEGEN-Wave Generator Control Software Program, User Manual (1994), Report IT 411, HR-Wallingford
3. Bruun Per (1985). Design and Construction of Mounds for Breakwaters and Coastal Protection. Elsevier Science Ltd.. Vol. 37. 938 Pp.
4. Comisión Federal de Electricidad (CFE), Instituto de Investigaciones Eléctricas. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia, A.2.13, Hidráulica Marítima. 1983. 420 Pp.
5. Hughes Steven A. Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering, World Scientific, Advanced Series on Ocean Engineering, 1993. Vol 7, World Scientific.
6. Juhl Jorgen and Sloth Peter. Wave Overtopping of Breakwaters under Oblique Waves. Coastal Proceedings 1994. Chapter 86. Pp. 1182-1196.
7. Ruiz y Zurvia, Flores Jaime R. Canal Angosto y Generador de Oleaje Irregular de la E.S.I.A.-I.P.N., en la Enseñanza de la Hidráulica. ESIA-U. Zacatenco. Mayo 2005.
8. Sigurdarson Sigurdur, Bjarki Smarason Omar and Viggosson Gisli. Design Considerations of Berm Breakwaters. Coastal Proceedings 2000. Pp. 1610-1621.
9. Sigurdarsson S., Juhl J., Sloth P., Smarason O.B. Advances in berm breakwaters. Coastlines, structures and breakwaters. Edited by Allsop N.W.H., 1998. Pp.161-173.
10. Sigurdarson Sigurdur et. al. Berm Brakwater, Fifteen years experience, Coastal Proceedings 1998. Pp. 1407-1420.
11. USACE, 1984. U. S. Army Corps of Engineers. *Shore Protection Manual*. Vol. I. y Vol. II. 4ta. Edición. Washington, 1984
12. Van der Meer and Van de Walle. Wave Run-up and Overtopping on Coastal Structures. Coastal Proceedings 1992, Chapter 134.
13. Vergara, Sánchez Miguel A. Técnicas de Modelación en Hidráulica. Ediciones Alfaomega S.A. de C.V. México 1993

CONSTRUCCION DE CURVAS INTENSIDAD – DURACION - FRECUENCIA A PARTIR DE LLUVIAS MÁXIMAS EN 24 HORAS MEDIANTE MODELACION

N. Guzmán-Bedoya¹ y M. X. Guzmán-Rojo²

¹Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, Bolivia - ngb19754@hotmail.com. ²Universidad Católica Boliviana San Pablo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia - monica_guzmán_rojo@hotmail.com

Área de participación: Ingeniería Civil

Resumen: La disponibilidad de curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) permite la utilización de metodologías para la estimación de crecidas en cuencas hidrográficas que tienen tiempos de concentración pequeños, y su utilidad principal es poder estimar la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación, a partir de registros pluviográficos, sin embargo, debido a la carencia de estaciones pluviográficas en todo el Departamento de Chuquisaca, a excepción de la estación del Aeropuerto de la ciudad de Sucre, no es posible disponer de estas curvas regionalizadas en las diferentes regiones del departamento.

Con la finalidad de disponer tanto de una metodología como de información regional en lo que se refiere a intensidades de lluvia para el diseño de obras de drenaje y seguridad tanto a nivel urbano como rural, se plantea la necesidad de realizar una serie de estudios a nivel regional en el Departamento de Chuquisaca, ubicado en Bolivia. Estos estudios tienen objetivos muy bien definidos a mediano y largo plazo, que van desde la implementación de estaciones pluviográficas hasta el manejo integral de cuencas prioritarias. El objetivo global es el de contribuir al estado del arte sobre hidrología regionalizada.

Introducción.

La distribución temporal de las precipitaciones es de gran interés para fines hidrológicos, los mismos que pueden proporcionar indicadores para permitir la alimentación de modelos precipitación – escorrentía, lo que permitiría mejorar la información disponible para un adecuado dimensionado de obras civiles emplazadas en cursos naturales de agua. Para esto, sería necesario conocer las intensidades de precipitación para diferentes períodos de retorno.

La precipitación se puede definir a través de su intensidad, su distribución espacial y temporal, y su frecuencia o probabilidad de ocurrencia, y para poder caracterizarla, es necesario un gran número de observaciones que generalmente deben ser extraídas de series pluviográficas, con el objeto de poder deducir el patrón de comportamiento en una región determinada.

Por otra parte, la disponibilidad de datos de caudales es imprescindible para el diseño de obras hidráulicas emplazadas en cursos de agua, pero, por lo general, no se dispone de estos registros, son muy escasos, o éstos no tienen la suficiente extensión como para hacer los análisis de frecuencia requeridos, por lo tanto, debe utilizarse información pluviométrica para estimar crecidas de cierta frecuencia a través de la utilización de modelos precipitación – escorrentía.

Es importante señalar que uno de los primeros pasos que deben seguirse en muchos proyectos de diseño hidrológico, como es el caso de drenaje urbano o rural, es la determinación del evento o eventos de lluvia que deben utilizarse. La

forma más común de hacerlo hoy en la práctica es utilizar una tormenta de diseño (sintética) o un evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, la duración y las frecuencias o períodos de retorno. Esta relación se representa a través de las llamadas curvas intensidad – duración - frecuencia (IDF), que son determinadas para cada región en particular.

La disponibilidad de estas curvas, construidas a partir de registros pluviográficos, permite la utilización de metodologías para la estimación de crecidas en cuencas hidrográficas que tienen tiempos de concentración pequeños, y su principal utilidad es poder estimar la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación, sin embargo, debido generalmente a la carencia de estaciones pluviográficas, no es posible disponer de estas curvas regionalizadas para su aplicación a diferentes regiones.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

El desarrollo del estudio se fundamenta en la necesidad de poder contar con información de lluvia que permita la aplicación de modelos precipitación – escorrentía para la estimación de caudales máximos para el dimensionado de obras hidráulicas emplazadas en corrientes naturales de agua, ante la total inexistencia de datos de información pluviográfica regional, así como de caudales, en todo el departamento de Chuquisaca (Bolivia).

Es importante mencionar, que a nivel regional no existe ningún estudio relacionado con el diseño de las curvas IDF, siendo éste el primero, por cuanto lo consideramos de vital importancia para la planificación hidrológica de la región.

El estudio tiene como punto de partida, una metodología propuesta por Varas y Sánchez, citado por EULA, (1993), denominada “curvas IDF generalizadas”, que permite estimar el valor de las precipitaciones máximas para distintos duraciones o intervalos de tiempo y períodos de retorno, a partir de la información de precipitación total diaria registrada en las estaciones pluviométricas.

Este procedimiento consiste en realizar un análisis de frecuencia de la serie anual de lluvias máximas diarias, información generalmente disponible, con el objeto de calcular las precipitaciones máximas horarias para diferentes duraciones y periodos de retorno con el uso de coeficientes, a través de la siguiente relación (Ec. 1):

$$P_T^t = K * CD_t * CF_T * P_{24}^{10} \quad \text{Ec. (1)}$$

donde P_T^t es la precipitación máxima horaria para una duración “t” y un periodo de retorno “T”, K es un coeficiente de mayoración para obtener la precipitación máxima en 24 horas, CD_t el coeficiente de duración, CF_T coeficiente de frecuencia y P_{24}^{10} es la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años, base del análisis. Esta metodología define al coeficiente de duración (CD_t) como la razón entre la lluvia caída en un intervalo cualquiera y la lluvia caída en 24 horas, ambas para un período de retorno de 10 años. Análogamente, define al coeficiente de frecuencia (CF_T) como la razón entre la lluvia asociada a un cierto

período de retorno y la lluvia de igual duración, pero de 10 años de período de retorno.

Esta relación tiene aplicación para duraciones entre 1 y 24 horas, por lo que no es aplicable a cuencas con tiempos de concentración menores a una hora (caso común en obras de drenaje y pequeñas obras hidráulicas).

La modelación realizada tiene como base de sustento, la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de T años, y para su aplicación se han realizado algunas bases teóricas, las cuales se detallan a continuación:

- Está basada en la metodología propuesta por Varas y Sánchez (duraciones entre 1 y 24 horas), pero es desarrollada para duraciones desde 5 minutos hasta 2 horas.
- No considera la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (P_{24}^{10}) como base de análisis, sino mas bien establece que la precipitación base de análisis puede corresponder a periodos de retorno menores a mayores a 10 años (P_{24}^T), en función a las características pluviométricas regionales, la misma que puede ser obtenida en el proceso de calibración del modelo
- Los coeficientes de duración y frecuencia son determinados directamente en forma conjunta a través de simulaciones de Monte Carlo, sobre la base de la precipitación máxima para determinado periodo de retorno obtenida en el proceso de calibración del modelo.
- El proceso de calibración se desarrolla a través de simulaciones de Monte Carlo, para lo cual se establecen de rangos iniciales de fluctuación de los coeficientes de duración y frecuencia, a partir de los cuales mediante proceso iterativo, se definen rangos más reducidos hasta obtener los valores finales de los coeficientes de duración y frecuencia.

El proceso de calibración del modelo se realiza a través de la relación (Ec. 2):

$$p_j = p_{j\text{mín}} + (p_{j\text{máx}} - p_{j\text{mín}}) * u_j \quad \text{Ec. (2)}$$

donde p_j es el valor del parámetro calibrado (CD_t , CF_T), $p_{j\text{mín}}$ es el valor mínimo del rango, $p_{j\text{máx}}$ es el valor máximo del rango y u_j son números aleatorios generados para el proceso de iteración.

El proceso de calibración se realiza contrastando los valores de precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno, obtenidas a través de la metodología clásica de construcción de curvas IDF sobre la base de registros pluviográficos y las precipitaciones máximas generadas con el uso de los coeficientes de duración y frecuencia, utilizando el coeficiente de determinación R^2 como medida de desempeño.

El modelo propuesto ha sido aplicado a la ciudad de Sucre del departamento de Chuquisaca, Bolivia, sobre la base de los registros pluviográficos y precipitaciones máximas en 24 horas disponibles en la estación pluviográfica del Aeropuerto de Sucre (estación única).

Para el desarrollo del estudio se han utilizado técnicas como herramientas informáticas de apoyo, bajo el siguiente procedimiento:

- Obtención de toda la información pluviográfica, así como de los registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación pluviográfica del aeropuerto de la ciudad de Sucre, y la respectiva clasificación de la misma.
- La serie anual de precipitaciones máximas en 24 horas ha sido sometida al test de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov a efectos de establecer la función probabilística de mejor ajuste, habiéndose verificado que la serie se ajusta muy bien a la función de distribución de valores extremos Gumbel.
- A partir de los registros pluviográficos disponibles, se han construido las curvas IDF con metodologías disponibles, y a partir de éstas se han determinado las precipitaciones máximas para diferentes duraciones y periodos de retorno.
- El análisis estadístico de los registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la región en estudio, ha sido realizado con la utilización del software CHAC (Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas), desarrollado por el Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) de Madrid, España.
- Para la determinación de los coeficientes de duración y frecuencia (calibración del modelo), el coeficiente de mayoración K, así como para la generación de información (registros de precipitaciones máximas para diferentes duraciones y periodos de retorno) se han utilizado las simulaciones de Monte Carlo, lo que ha permitido la realización de un gran número de iteraciones (1000) hasta lograr un buen ajuste.
- El proceso de calibración ha sido realizado contrastando los valores de precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno obtenidas de las curvas IDF pluviográficas con las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno generadas con la metodología propuesta (uso de coeficientes de duración y frecuencia), utilizando como medida de desempeño el coeficiente de determinación R^2 .

Resultados y Discusión.

Bajo el procedimiento antes descrito, producto de la modelación realizada entre registros pluviográficos y precipitaciones máximas en 24 horas, se han obtenido los siguientes resultados:

- Los coeficientes de duración (CD_t) y frecuencia (CF_T), que se resumen en las tablas 1 y 2

Tabla 1.- Coeficientes de duración

t (min)	5	10	15	20	30	45	60	120
CD_t	0.274	0.367	0.435	0.494	0.578	0.679	0.754	1.000

Tabla 2.- Coeficientes de frecuencia

T (años)	2	5	10	20	25	50	100
CF_T	0.465	0.637	0.799	1.000	1.093	1.366	1.732

- El factor de mayoración K para transformar la lluvia total diaria a máxima en 24 horas, que para la región en estudio corresponde un valor de 1.125.
- El valor de la precipitación máxima en 24 horas, base para el análisis de los coeficientes de frecuencia, corresponde a un periodo de retorno de 20 años para la región en estudio

Una vez definidos los parámetros necesarios para la aplicación del modelo, se han generado las precipitaciones máximas para duraciones menores a dos horas y periodos de retorno entre 2 y 100 años, y a partir de ellas, se han construido las curvas IDF en base a registros de precipitaciones máximas en 24 horas.

Todo el proceso de calibración ha sido controlado utilizando como medida de desempeño, el coeficiente de determinación R^2 , que según los resultados obtenidos, se ha observado que este valor está por encima de 0.90, lo que implica que la metodología aplicada en el presente estudio con el uso de simulaciones de Monte Carlo es altamente confiable, pese a que la serie de registros pluviográficos disponibles apenas es de 8 años, lo cual podría suponer que cualquier análisis utilizando series cortas (menores a 10 años) podría no ser confiable.

Finalmente, para corroborar esta situación, en la figura 1 se puede observar en forma objetiva, el comportamiento de las curvas IDF construidas con el modelo sobre la base de precipitaciones máximas en 24 horas, frente a las curvas IDF construidas sobre la base de registros pluviográficos, para duraciones entre 5 y 120 minutos, y periodos de retorno entre 2 y 100 años.

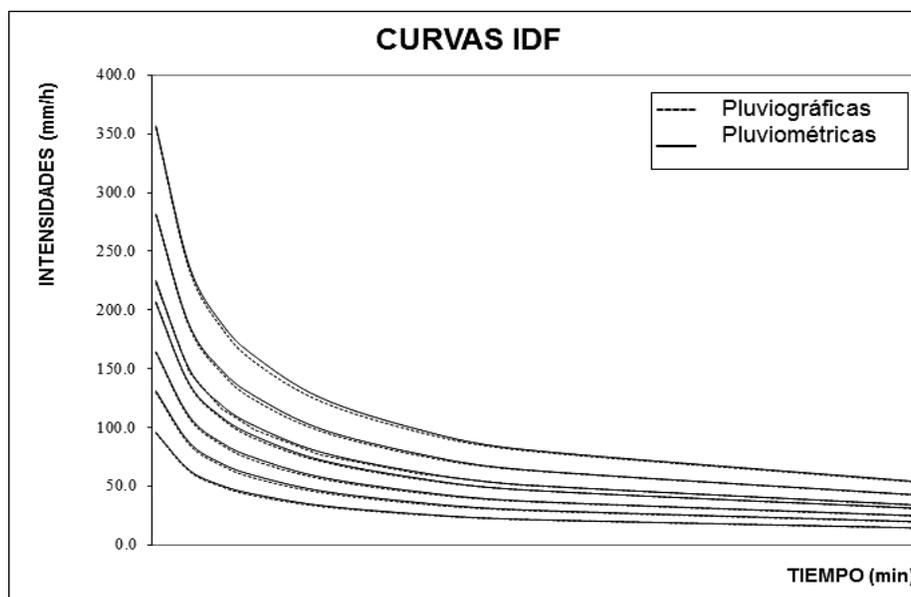


Figura 1.- Curvas IDF pluviométricas y pluviográficas

Agradecimientos.

La realización de este trabajo fue posible gracias a la valiosa y desinteresada colaboración de muchas personas, a quienes hago llegar mis más sinceros agradecimientos.

Un reconocimiento especial a mi hija, MSc. Ing. Mónica Ximena Rojo, profesora de la Universidad Católica Boliviana San Pablo, por su contribución a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Debo agradecer al mismo tiempo al Met. Franz Delgadillo, Responsable del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) regional Sucre, por el suministro de información de la estación del Aeropuerto de Sucre.

Referencias.

1. Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, *Manual de Carreteras, Instrucciones y criterios de diseño*, MOP-DGOP, Santiago, Chile; 2015 Vol. 3.
2. E. Martínez, *Hidrología Práctica*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, España, 2001
3. F. Ferrer, *Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Crecidas*, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Madrid, España, 1993.
4. G. Monsalve, *Hidrología en la Ingeniería*. Escuela Colombiana de Ingeniería, Santa Fé de Bogota, Colombia, 2002
5. J. R. Témez, *Cálculo Hidrometeorológico de Caudales Máximos en pequeñas cuencas naturales*, Dirección General de Carreteras, Madrid, España. 1978
6. M. Díaz Granados, *Modelación Hidrológica*, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia, 2003
7. M. Villón, *Hidrología Estadística*, Ediciones Villón, Lima, Perú, 1993
8. R. Linsley; P. Kohler; J. Paulhus, *Hidrología para Ingenieros*, Mc Graw-Hill Latinoamericana, Ciudad de México, México, 1988
9. R. Pizarro; A. Abarza; J. P. Flores, *Análisis Comparativo de las Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) en 6 Estaciones Pluviográficas (VII Región del Maule, Chile)*, Universidad de Talca, Chile, 2001.
- 10.V. Chow; D. Maidment; L. Mays, *Hidrología Aplicada*, Mc Graw-Hill Interamericana, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1994.

ANÁLISIS BIDIMENSIONAL DE LAS ÁREAS DE INUNDACION POR DESBORDAMIENTO DE CAUCE MEDIANTE LOS PROGRAMAS FLO-2D Y ArcGIS

M. Carranco Bonilla¹, O. de J. Llaguno Guilberto², J. M. Rodríguez Varela², E. G. Carrillo González¹ y J. M. Ramírez Cuevas¹

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México - carranco.bonilla.milena@gmail.com, erica.griselda@gmail.com, jose.rc@itzacatepec.edu.mx,

² Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Paseo cuauhahuac no. 8532, Col Progreso, Jiutepec, Morelos.- oscar.llaguno@tlaloc.imta.mx, manuel.rodriguez@tlaloc.imta.mx.

Área de participación: INGENIERÍA CIVIL DEL SIGLO XXI

Resumen: Los mapas de peligro por inundación, aplicados a un cauce natural, donde obtienen mediante un gasto a base a través de iteraciones sucesivas, y se observan que las secciones donde se desborda el cauce, al proceder a realizar la simulación hidráulica para diferentes escenarios (periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años), en el cual se observaran a detalle las zonas que sufren mayor afectación o vulnerabilidad de inundarse, todo esto es posible debido a la combinación de herramientas informáticas que fueron utilizados bajo un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Estos sistemas de información se puede visualizar y cuantificar las afectaciones más severas que se registran en zonas puntuales las cuales son los cauces, el cual es fundamentado y lo que conocemos como el desbordamiento, se analiza una serie de parámetros que nos den a conocer un diagnóstico sobre las posibles causas que generaran estos desastres naturales, y representan el punto de partida para la implementación de medidas de mitigación del riesgo.

Por lo que una simulación mediante los programas de SIG, se puede aplicar un escenario que garantice la seguridad de la población ante un evento de igual o mayor magnitud. Dichas medidas de seguridad deben servir de ejemplo para la reestructuración de un desarrollo social y económico.

Introducción.

Los modelos de simulación hidráulica permiten medir las consecuencias más graves de estos eventos hidrometeorológicos, donde la población corre un riesgo y son susceptibles a daños, ya que las inundaciones provocan grandes pérdidas económicas, por lo que se requiere de una prevención y reducción a los daños, propuesto mediante un conjunto de prácticas que ayuden a la gestión del riesgo por inundación.

La metodología para lograrlo comienza con la prevención, de manera que es necesario definir, al menos, las zonas que se encuentran en mayor peligro en caso de un evento de este tipo. Asimismo las características de la inundación relacionadas directamente con el efecto en la población, como son área afectada, tirantes, velocidades y tiempos de propagación.

Para la ubicación de las áreas más propensas a inundaciones es necesaria información básica como la topografía, gastos o hidrogramas asociados a periodos de retorno, o en caso de no disponer de estos, puede hacerse uso de los niveles

de precipitación en la zona. El desarrollo de la modelación numérica permite analizar una variedad de escenarios de forma rápida, al contar con esta información en forma digital como los Modelos Digitales de Elevación (MDE).

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

El periodo de retorno es uno de los parámetros más significativos y para ser tomado en cuenta, al momento de dimensionar y soporta el análisis del cauce, las simulaciones generaron escurrimientos superficiales, después del estudio aplicado a la zona climatológica, al modelo bidimensional hidrológico en el programa Flo-2d.

Aplicando estos términos numéricos que expresa la probabilidad de que se presenta una precipitación de tal magnitud o superior en un determinado año, la evaluación de riesgo de por inundación que se dio producto de la interacción entre las condiciones de peligro y las condiciones de vulnerabilidad.

Para obtener dicha evaluación de riesgo se empleó un modelo integral, aplicado mediante programas, el primero que se utilizó fue el programa ArcGIS, este programa estudio el análisis, que permitió la generación de los MDE (Modelos Digitales de Elevación) los cuales fueron a base de un sistema conocido como Rasters, mapa que representa las microcuencas.

Para la modelación de los datos hidrológicos representados en la red de drenaje, se utilizó el programa Hec-GeoHMS, el cual fue programado mediante el programa ArcGIS, este programa representa valores que permitieron el proceso de los datos topográficos para la generación de la geometría del cauce y que este sea compatible con el programa HEC-RAS, en este programa se obtiene una serie de líneas perpendiculares que representaron la sección transversal del mismo que pueda exportar un sistema que permita simular el escurrimiento superficial, que da el estudio del comportamiento hidráulico del flujo, así como el análisis de las manchas de inundación de manera bidimensional modelado mediante un cálculo de aproximación de flujo de lámina libre, este modelo presenta esquemas de diferentes ecuaciones finitas puedan requerir la zona de estudio.

El modelo en el sistema FLO-2D (referencia, por ejemplo XXX, 1986) considera que el fluido es homogéneo de concentración variable; esto significa que internamente no se hace distinción de los tamaños de sedimento. Como datos de entrada requiere la topografía digital del terreno, la geometría del canal y de la planicie de inundación, hidrogramas de entrada (líquidos y sólidos), precipitación y su MTD (Modelo Digital de Terreno) es una representación estadística de una superficie continua del terreno mediante un conjunto infinito de puntos que son conocidos y están definidos en un sistema de coordenadas arbitrario. Para la modelación se requiere de una topografía al detalle. El hidrograma líquido que se empleo fue una lluvia extraordinaria, que fue utilizada en la modelación de flujos hiperconcentrados.

Con el resultado de la modelación bidimensional se obtendrán tirantes y velocidades además de hidrogramas que se emplearán en el modelo unidimensional, que se llevó a cabo mediante el sistema de software HEC-RAS, el cual crea secciones transversales, aplicando un método de cálculo por fases: donde se calcula el balance de cada sección y se procede a la siguiente, hasta finalizar, con apoyo del programa ArcGIS con su herramienta Hec-GeoHMS. En caso de no haber convergencia en una sección, el modelo supone el tirante crítico y continúa con la siguiente, mediante un análisis de abstracción matemática del sistema aliado al mundo real contando así por medio de registro de precipitaciones.

El fin de evaluar el peligro significa cuantificar en términos de probabilidad, la ocurrencia de un fenómeno, en un lapso estimado, potencialmente dañino para los bienes expuestos. Al momento de definir el peligro, conviene medir su potencial con una variable denominada "intensidad", ya que la caracterización de un fenómeno sólo está completa si se especifica su intensidad (CENAPRED, 2004).

El modelo se basa en ecuaciones diferenciales determinísticas, que al ser solucionadas en la estructura del modelo de simulación hidráulica, permiten pronosticar la dinámica de los niveles de agua en los eventos Hidrometeorológicos extremos de inundación, definiendo las cotas de inundación a través de perfiles transversales, simulando de manera aproximada el comportamiento de la dinámica del recurso hídrico y del cauce con características de las secciones variables con cualquier geometría a lo largo del cauce.

Resultados y Discusión.

El análisis de estos cauce se realiza para la obtención de la generaron los mapas de las subcuencas y líneas de corriente, para un MDE, en las cuales se obtendrán hidrogramas de escurrimiento y como resultado obtener la generación de mapas de peligro de inundación para localizar a las zonas puntuales más afectadas de la zona de estudio y donde se presentó un esquema de simulación basado en el principio hidrológico de tránsito unidimensional y bidimensional, mediante una forma simplificada de las ecuaciones de Saint-Venant, presentando por Hidrogramas como un elemento de referencia para la cuantificación de volúmenes en base a periodos de retorno, en base a las condiciones de riesgo y vulnerabilidad para representar un escenario para un futuro al desastre anunciado.

Es adecuado que los estudios hidrológicos empleen modelos matemáticos para que el análisis del escurrimiento sea de manera integral y no puntual, dado que el escurrimiento se presenta como una red de drenaje y no de manera aislada.

Esto nos permitirán simular lluvias históricas, mediante modelos, lo cual facilita un pronóstico en tiempo real de lluvia, cumpliendo con una comparación del registro de Mapa de peligro: fuente Atlas de Riesgo y Peligros de Morelos, (Peligro de Inundaciones Pluviales), donde se considera un plan de desarrollo urbano futuros.

La geometría de un flujo se calcula por la pendiente entre dos elementos, en donde se obtiene una estimación de un tirante de flujo para obtener la frontera de la descarga Q, a través de una sección transversal.

La simulación avanza con intervalos crecientes hasta que se exceda el criterio de estabilidad, estos son algunos tirantes que representa el cauce con mayor riesgo de peligro. Ver Tala 1

Tabla 1.- Representa los pronósticos de lluvias.

Pronóstico de lluvias (SMN)	Nivel de alerta	Tipo de lluvia
De 0.1 a 25 mm	Azul	Lluvias
De 25 a 50 mm		Lluvias fuertes
De 50 a 75 mm	Verde	Lluvias muy fuertes
De 75 a 150 mm	Amarilla	Lluvias intensas
De 150 a 250 mm	Naranja	Lluvias torrenciales
Superiores a 250 mm	Roja	Lluvias extraordinarias

Uno de los principales factores a considerar en el análisis hidráulico para el escurrimiento superficial y el flujo subterráneo son las tormentas de diseño, éstas se obtienen de los estudios hidrológicos empleando diversas metodologías, las cuales son elegidas con base a estudios para un diseño de análisis de inundación.

La visión de un mapa de peligro: “Es proporcionar datos de calidad que incrementen la confianza del público y les permita tomar acciones que reduzcan los daños en vidas y propiedades. Los mapas de peligro se generan a partir de la modelización de inundaciones con ayuda del sistema” (FEMA, 2009).

El uso de sistemas de información geográfica (SIG) nos permite determinar la gestión del riesgo por inundaciones, permitiendo la combinación de variables correspondientes al fenómeno físico, como la vulnerabilidad, facilitando la elaboración de mapas de riesgo de daños por inundación, esto es un instrumento de procesamiento de imágenes satelitales, las cuales pueden construir otra fuente de información para la generación de mapas de inundación.

Los mapas de riesgos por inundación, generalmente están basados en el periodo de retorno del evento hidrometeorológicos, y en ocasiones solo presentan la mancha hidráulica correspondiente. Sin embargo de la peligrosidad para la población. Es decir efecto de un tirante de 0.3 m con una velocidad de 0.1 m/s no presentan el mismo peligro que el mismo tirante a una velocidad de 1.0 m/s.

El nivel de riesgo de inundación en un punto, está definido por la intensidad de la inundación así como la probabilidad. La intensidad se define en función del tirante y velocidad del agua, mientras que la probabilidad esta inversamente relacionada con la magnitud y periodo de retorno del evento.

En los mapas (Ver figura 1) se muestran tres niveles de riesgo: alto, medio y bajo. Este nivel de riesgo es una función discreta resultante de las combinaciones, mediante los datos de entrada, que es la topografía digital del terreno y la

geometría del cauce; al programa se le incorporaron los valores estimados de la rugosidad del río y la planicie de inundación, se generaron hidrogramas de entrada (líquidos), con la aportación de la precipitación promedio anual empleada para las siguientes fases en su generación bidimensional: al realizar el modelo de escurrimiento con ayuda del modelo digital de terreno sin traza urbana, nos permitió simular las condiciones de los escurrimientos en las posibles zonas inundables antes de la urbanización, permitiendo observar como son las líneas de escurrimiento natural.

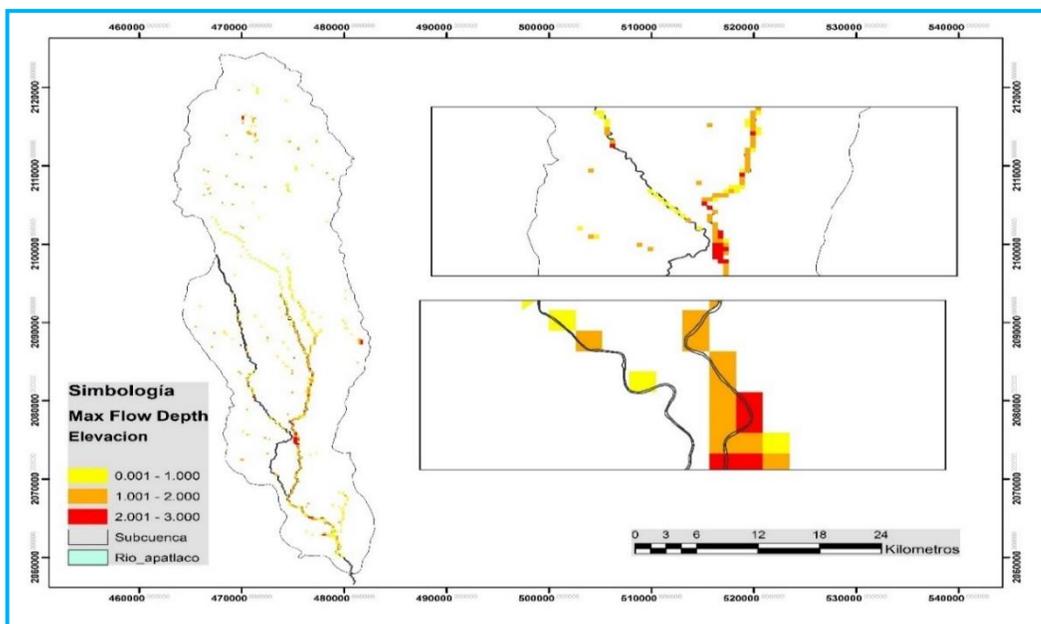


Figura 1.- Mapa de peligro.

Representación del hidrograma del gasto de avenidas (Ver Figura 2), que representa la inundación de la zona con un periodo de retorno de 10 años y con esto se pueda localizar a las zonas puntuales más afectadas.

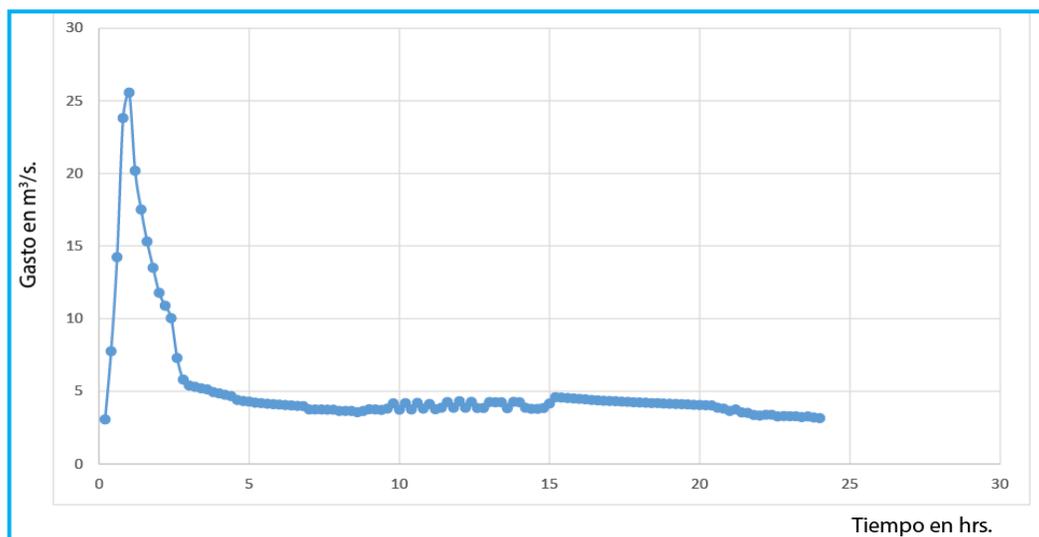


Figura 2.- Hidrograma de lluvia-escorrentamiento.

La generación de mapas de riesgo por inundación, en función del tirante alcanzado por el flujo, implica analizar las zonas de riesgo con mayor potencial a presentar una velocidad del escurrimiento que pueden provocar pérdidas materiales y lesiones graves a los habitantes.

Conclusiones.

El análisis obtenido es por el impacto de inundación que da como resultado las inundaciones pluviales que se presentaron en la zona de estudio, que se remiten bajo las transformaciones del cambio climático, lo que incluye un aspecto importante que afecta a estas condiciones, lo cual fue presentado por el desarrollo urbano lo que altera de una forma notable la hidrología de las cuencas que tienen el lugar, particularmente disminuyendo la capacidad de desagüe de las aguas fluviales y por lo cual incrementa los volúmenes de esorrentía.

La distribución espacial de la lluvia en los modelos matemáticos permite conocer de manera más apegada a la realidad el escurrimiento pluvial y fluvial en las cuencas.

En el desarrollo de este trabajo se generaron mapas de peligrosidad y riesgo, en estos el nivel de peligro está en función del tirante, velocidad y factor de sumersión del flujo. Se realizaron unas cuencas de la región del Estado de Morelos, para un evento correspondiente a un período de retorno de 10 a 100 años.

Los mapas de peligrosidad (muestran tirante de inundación, y zonas puntuales de la zona) que muestren parámetros requeridos del estudio, y pueden llevar a subestimar el efecto socioeconómico del flujo de inundación.

Los mapas de riesgo son generados con base en la información que delimitan las zonas de riesgo apegándose al valor crítico de tirante, de velocidad y el producto de ambos, para diferentes periodos de retorno; la selección estará en función del uso. Entre los principales se encuentran:

- Delimitación de las áreas de inundación.
- Identificación de zonas expuestas.
- Identificación de las vías de comunicación que se verán afectadas el evento, principalmente en puntos estratégicos (puentes).
- Evaluación de afectaciones y daños potenciales debidos a la falla de una obra de control o aprovechamiento.
- Evaluación del beneficio de una obra de protección.
- Orientación de la planificación territorial y urbana.
- Establecimiento de las restricciones al uso y dominio del suelo.
- Definición de zonas propensas a deslaves y prevención de éstos.
- Planificación de acciones de protección civil.
- Valoración de la capacidad de arrastre del agua y la posibilidad de muerte por ahogamiento de la población.

- Ubicación de puntos de monitoreo (estaciones climatológicas o hidrométricas).

La modelación unidimensional es mucho menos costosa tanto en tiempo de cálculo como de información (secciones transversales separadas una cierta distancia entre ellas) y en muchos tramos de río es suficientemente precisa. Sin embargo, hay casos en que, en ciertas áreas (confluencias de cauces, inundación de grandes llanuras, cambios bruscos en la geometría del cauce, etc.), el flujo real tiene un marcado carácter bidimensional, por lo que deberá ser modelado de esta manera.

Es recomendable disponer de un MDT de calidad que reproduzca adecuadamente la zona de estudio. Una adecuada densidad de puntos (entre 1 metros de separación a la triangulación del terreno, eso será nuestra malla puntual de la zona) que en dicho MDT permitirá la obtención de la geometría de cálculo (secciones transversales en el caso 1D, o malla de cálculo en 2D) que mejor se ajuste a la escala de trabajo deseada.

La delimitación de la zona de estudio debe ser lo suficientemente ancha para que contenga toda la zona inundable, y suficientemente larga para satisfacer los requerimientos del establecimiento de la condición de contorno. En caso contrario, los resultados estarían condicionados por el tamaño y los límites de la misma.

Esto nos permitirán simular lluvias históricas, mediante modelos lo cual facilita un pronóstico en tiempo real de lluvia, cumpliendo una comparación del registro de Mapa de peligro: fuente Atlas de Riesgo y Peligros de Morelos, (Peligro de Inundaciones Pluviales), donde se considerado un plan de desarrollo urbano futuros.

Agradecimientos.

Al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Referencias.

1. CENAPRED. (2004). *Guía Básica para la elaboración de Atlas estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*, CENAPRED, México D.F., 2004.
2. J. Cervantes. *Generación de Mapas de Riesgo por inundación mediante modelación en 2D*, UNAM, México D.F. 2012.
3. F. Aparicio. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Ed: Limusa, México D.F., 1989. Primera Edición, 1-282.

CIRCUITO DIGITAL: UNA PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

L. Santa Olalla-Ocampo¹, A.C. Campos-Hernández¹, R. M. Urzúa- Rangel², C. G. Bustillos-Gaytan¹, S. Martínez -Moreno.

¹Departamento de Sistemas y Computación, ²Departamento de metalmecánica del Instituto Tecnológico de Zacatepec. leticia.so@itzacatepec.edu.mx, ana.ch@itzacatepec.edu.mx, roberto.ur@itzacatepec.edu.mx, claudia.bg@itzacatepec.edu.mx, sandra.mm@itzacatepec.edu.mx
¹Sistemas y computación del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México

Área de participación: *Sistemas electromecánicos y energía*

Resumen: Este artículo presenta una propuesta de solución para el ahorro de energía eléctrica en los sistemas de aire acondicionado en los edificios del Instituto Tecnológico de Zacatepec, como resultado de la realización de un diagnóstico energético. La alternativa de solución técnica económicamente viable es la implementación de un circuito digital que utiliza los principios del funcionamiento de la compuerta lógica AND en los sistemas de aire acondicionado por compresión tipo dividido. Se presentan los resultados del análisis cuando hay infiltración de aire del exterior en la habitación y la afectación que conlleva a un incremento en el consumo de energía eléctrica.

Introducción.

El consumo de sistemas de aire acondicionado ha ido en aumento a nivel mundial, afectando de una manera significativa la demanda energética, debido al alto consumo eléctrico de los sistemas por compresión [1] [2] [3]. Se define acondicionadores unitarios a uno o más conjuntos o ensamblajes hechos en fábrica que normalmente incluyen un evaporador o enfriador, un compresor y el condensador. También puede incluir un serpentín de calentamiento. Una bomba de calor unitaria es un conjunto de fábrica de una o más partes que incluye un serpentín acondicionador interno, un compresor y un serpentín externo. El calor puede ser extraído o rechazado de un ciclo de agua o aire. Cuando las partes a ensamblar son más de una, se dice que el sistema es dividido (SPLIT), caso de manejador y condensadora.

Las normas sobre eficiencia energética (REE) de equipos definen la relación de eficiencia energética como la relación entre la capacidad de enfriamiento Q_0 y la potencia demandada WD . Este es un número adimensional o simplemente vatios térmicos producidos sobre vatios eléctricos requeridos (W_t/W_e). Este es el mismo COP termodinámico, pero calculado con base en la potencia demandada. [4]

$$REE = \frac{WD}{Q_0}$$

Esta investigación tiene como objetivo reducir el consumo eléctrico, dotando de un circuito y su correspondiente cableado a la habitación de interés, que basado

en la lógica de funcionamiento de la compuerta lógica AND permite detectar condiciones favorables para que el equipo de refrigeración trabaje y contribuir al ahorro de la energía.

Al mantener puertas y/o ventanas abiertas mientras trabaja el sistema de aire acondicionado evita que la habitación llegue a la temperatura establecida, lo que conlleva a que estos estén trabajando continuamente sin reposo alguno, y a su vez a un consumo innecesario de energía eléctrica acentuándose en los periodos de verano y disminuye significativamente en invierno. Los circuitos cerrados para controlar dispositivos electrónicos son una propuesta para la condición de mantener las puertas y/o ventanas cerradas mientras está encendido el sistema de aire acondicionado; son de bajo costo de construcción, implementación y mantenimiento lo que representa una gran ventaja.

Los resultados de conectar un analizador de potencia de energía eléctrica a la línea de alimentación del edificio U, se muestran en la figura 1, por ejemplo en el eje de las ordenadas se representa la cantidad de 43 repeticiones de un evento con su respectivo consumo de 38 kW en el eje de la abscisa en un periodo. En la figura 2 se muestra el consumo kW con tarifa intermedia determinada por la compañía proveedora de la energía eléctrica. En verano que comprende de Abril a Octubre en horario de 6:00 a 18:00 h, se aprecia un incremento notable por el uso de los sistemas de aire acondicionado y en la figura se observan los picos de consumo que generan los sistemas de aire acondicionado en periodos de 6 minutos (figura 3) cuando normalmente en las mismas condiciones de puertas y ventanas cerradas debe ser de 40 a 45 minutos (figura 4). Esto es en consecuencia del control nulo de cierre de puertas y/o ventanas.

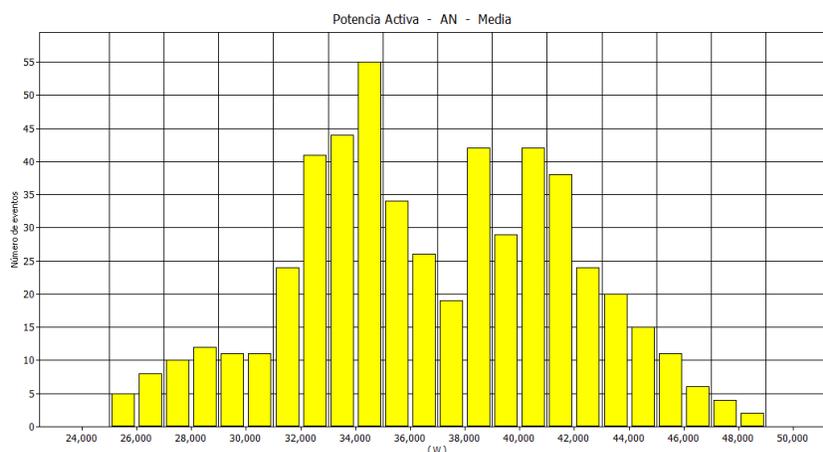


Figura 1.- Repetibilidad del consumo de energía eléctrica.

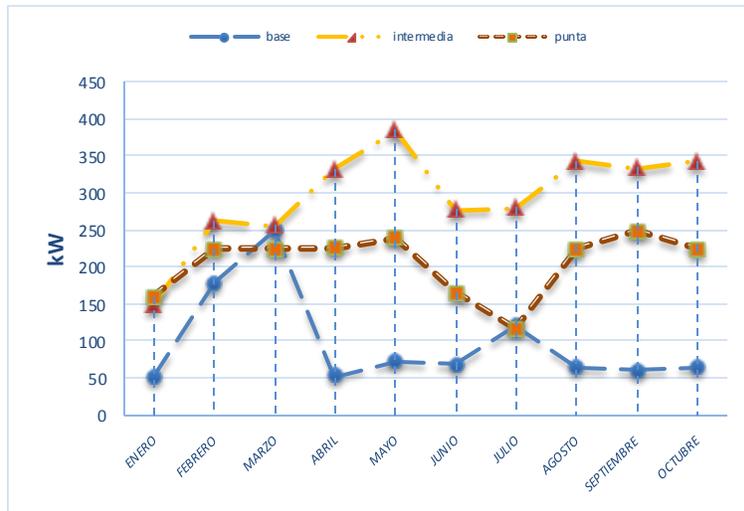


Figura 2.- Consumo de energía eléctrica.

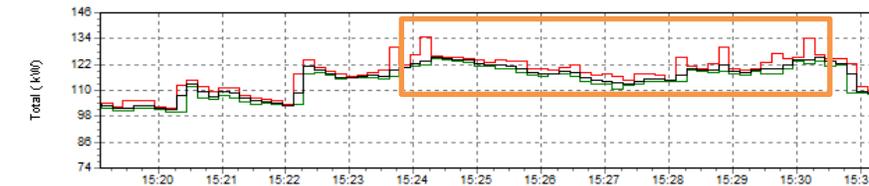


Figura 3.- Monitoreo con puertas abiertas.



Figura 4.- Monitoreo con puertas cerradas.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Se necesitará hacer uso de “**Compuertas lógicas AND**”, las cuales dan una señal eléctrica por su salida solo cuando estas reciben una señal eléctrica por ambas de sus entradas. Así mismo, también se hará uso de “**Push buttons**”, los cuales sólo permiten el paso de una señal eléctrica cuando estos se encuentran presionados. Teniendo en cuenta el principio por el cual funcionan los “**Push buttons**”, estos se pueden colocar convenientemente en puertas y ventanas de tal forma que los mismos se encuentren presionados al momento de que las ventanas estén cerradas, en caso de estar abiertas las ventanas entonces estos dejarían de estar presionados como se muestra en la figura 5. En conjunto lo anterior se puede diseñar un circuito sencillo para controlar las condiciones bajo las cuales el sistema de aire acondicionado puede ser usado.

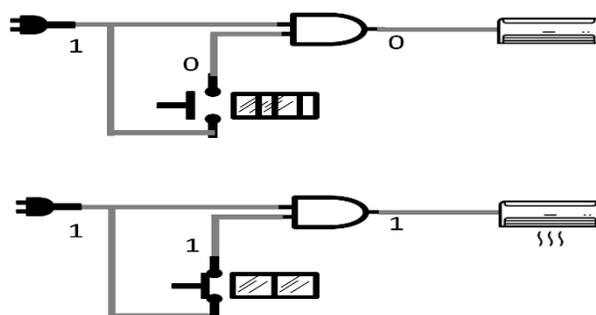


Figura 5.- Diseño del circuito.

Este circuito es sencillo, económico y con gran facilidad puede ser adaptado y expandido a otros tipos de necesidades. Al agregar “**Arduinos**” o pequeños procesadores lógicos secuenciales en el circuito (ver Figura 6), se podrían programar tareas que se ejecuten bajo ciertas condiciones.

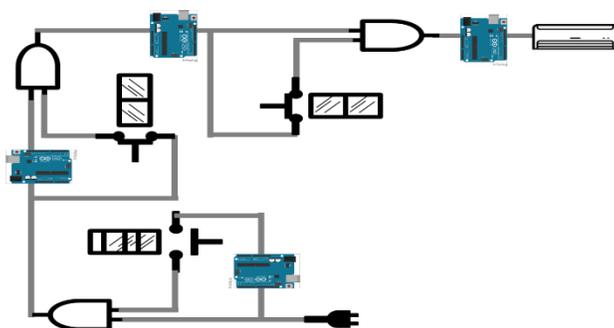


Figura 6.- Diseño del circuito con arduino.

Resultados y Discusión.

Se midió el consumo energético, en la institución educativa, utilizando un analizador de potencia y la información de los registros del último año. Observándose como este consumo aumenta en periodos de altas temperaturas, la investigación arrojó datos relevantes al uso óptimo del sistema de aire acondicionado, como lo es el mantener puertas y ventanas cerradas para evitar infiltraciones de aire externo y que limiten al sistema de aire a mantener la temperatura a la que fue programado. Esto reforzará que la propuesta de solución objeto de este artículo traiga el beneficio del ahorro en el consumo de la energía eléctrica.

Población

El edificio “U” del Instituto Tecnológico de Zacatepec cuenta con 18 sistemas de aire acondicionado, 1 en cada aula, 4 en oficinas y dos en la sala de docentes. Las aulas tienen la misma estructura, superficie de 56 m² y conexión al exterior por

medio de ventanas y puertas y se imparten clases en estas en un promedio de 10 horas diarias en días hábiles.

Muestra (n)

Definida la población se utilizó una fórmula probabilística, para determinar la muestra representativa para esta investigación.

Fórmula para determinar el tamaño de n :

$$n' = S^2 / V^2$$

Donde

$S^2 = \text{varianza de la muestra}$

$V^2 = \text{varianza de la población}$

Lo cual se ajusta si se conoce el tamaño de la población N . Entonces tendremos que:

$$n' = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{n}}$$

$N =$ población de 18 sistemas de aire. $\bar{y} =$ valor promedio de una variable = 1. $Se =$ error estándar -.05, lo determinamos. Es aceptable por que tendría un 95% de confiabilidad. $V =$ varianza de la población. Su definición $(Se)^2$ el cuadrado del error estándar. $S^2 =$ varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia de \bar{y} . Sustituyendo tenemos que:

Ajustando tenemos que:

$$S^2 = p(1 - p) = .9(1 - .9) = .09$$

$$v = (.05)^2 = .0025$$

$$n' = \frac{.09}{.0025} = 36$$

$$n' = \frac{36}{1 + 36/18} = 12$$

Los sistemas de aire acondicionado del edificio U se tomaron como población por pertenecer a una de las carreras con mayor población estudiantil y mayor número de docentes. Las aulas fueron monitoreadas. Con la finalidad de recabar información sobre el funcionamiento de los aires en condiciones óptimas manteniendo puertas y ventanas cerradas y verificar cuantas veces se abre la puerta durante una clase y cuánto tiempo permanece en este estado.

Técnicas utilizadas para la obtención de información

De acuerdo a la naturaleza del tipo de problema a investigar se empleó la observación y la entrevista. Se designó una persona encargada de monitorear durante un tiempo el aula asignada llenando un reporte con los acontecimientos de interés ocurridos en ese lapso de tiempo. La entrevista se realizó a los encargados del mantenimiento del equipo, donde se obtuvo información acerca del consumo energético.

Datos

El tratamiento de datos recopilados se realizó en la herramienta de Excel, los datos obtenidos durante la observación de la muestra, en base a un formulario.

- ¿En este salón funciona el aire acondicionado?
- ¿Está encendido el aire acondicionado en el aula?
- ¿El aire acondicionado mantiene la temperatura a la que fue programado?
- ¿El aula está ocupada?
- ¿Durante este tiempo hubo alguien que controlara el encendido y apagado?
- ¿Están las puertas y ventanas cerradas?
- ¿Cuántas veces se abre la puerta durante clases?
- ¿Cuánto tiempo permanece abierta la puerta por salidas?
- ¿Cuánto tiempo tardan las personas en regresar de una salida?
- ¿Cuánto tiempo permanece sola el aula y con el aire funcionando?

La figura 7 muestra el consumo energético en la institución, esta información se obtuvo del departamento correspondiente.

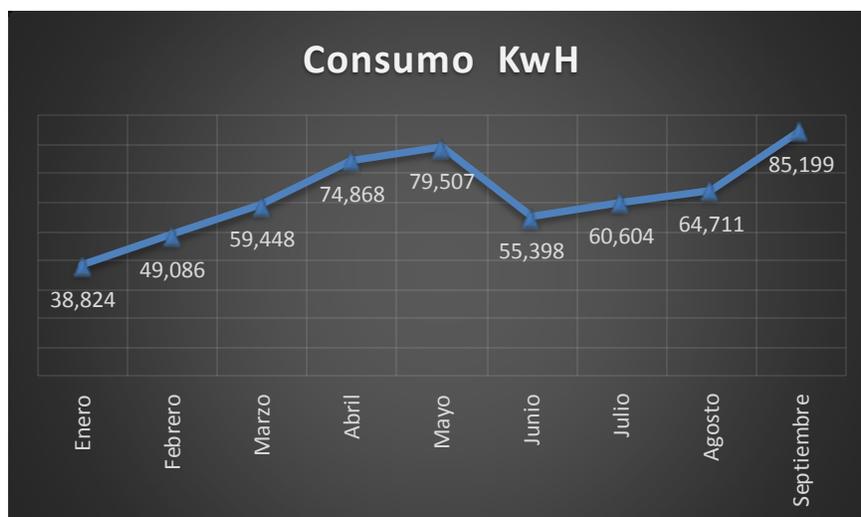


Figura 7.- Gráfica del consumo energético de la institución año 2016.

Tratamiento de los datos

Infiltración de aire exterior caso en que se abre una puerta.

El aire exterior que ingresa al ambiente constituye una carga de calor, ya que tiene habitualmente mayor temperatura y humedad que el aire interior. Al mezclarse con aire ambiente lo calienta y humidifica, siendo esta ganancia carga de calor directa

para el ambiente. Esta carga es siempre carga instantánea, ya que va directa al aire ambiente, y puede considerarse una carga externa (ya que el aire infiltrado proviene del exterior) o una carga interna (ya que no es calor transmitido a través de los cerramientos). Para calcularla se debe estimar el caudal de aire que ingresa y con ayuda de un diagrama psicrométrico determinar las condiciones del aire interno y externo. Las cantidades de calor serán Calor sensible [5]

$$Q_s = G \times d \times c_{ex} (T_e - T_i)$$

Siendo:

G: caudal del aire infiltrado ($m^3/hora$)

d: densidad del aire ($1.2 \text{ kg}/m^3$)

ce: calor específico del aire ($0.24 \text{ kcal}/\text{kg}^\circ\text{C} = 0.279 \text{ Wh}/\text{kg } ^\circ\text{C}$)

Te/Ti: Temperatura del aire exterior e interior ($^\circ\text{C}$)

Sustituyendo, con las unidades indicadas

$$Q_s = G \times 0.335 \times (T_e - T_i) \quad \text{expresado en Watts}$$

$$V_1 = g_1 L K_1 K_2 K_3$$

g_1 = permeabilidad longitudinal de la ventana, o caudal infiltrado por metro lineal de batiente [$m^3/h \text{ m}$].

L = longitud de junta [m].

K1 = factor de corrección debido a la localización, exposición y tipo de edificación.

K2 = factor de corrección función del local.

K3 = factor de corrección aplicable a dos ventanas contiguas en un ángulo exterior del local (valor ≈ 1.2).

En este caso el caudal es:

$$V_1 = 15 * 2 * 1.32 * 0.7 * 1.2 = 3.32 \text{ m}^3/h$$

$$Q_s = 3.32 * 0.335 * (40 - 24) = 17.79 \text{ Watts}$$

El anterior análisis nos dice que se gastan 17.79 watts de energía eléctrica cuando una puerta permanece una hora abierta. La figura 8 muestra el resultado del estudio del número de eventos que se abre una puerta y en la figura 9 el tiempo que permanece abierta.

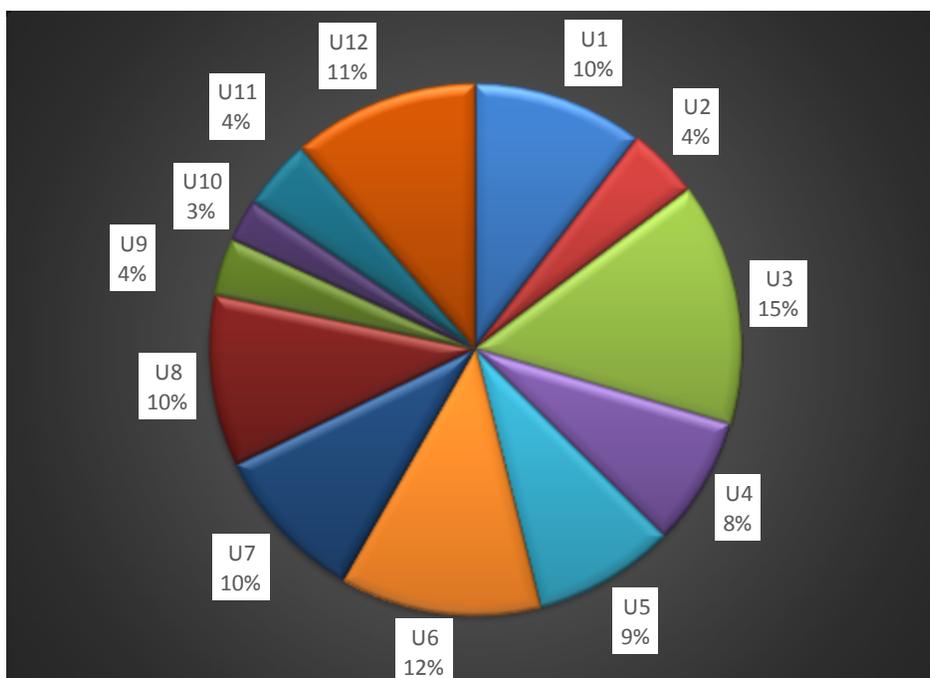


Figura 8.- Eventos de apertura de puertas.

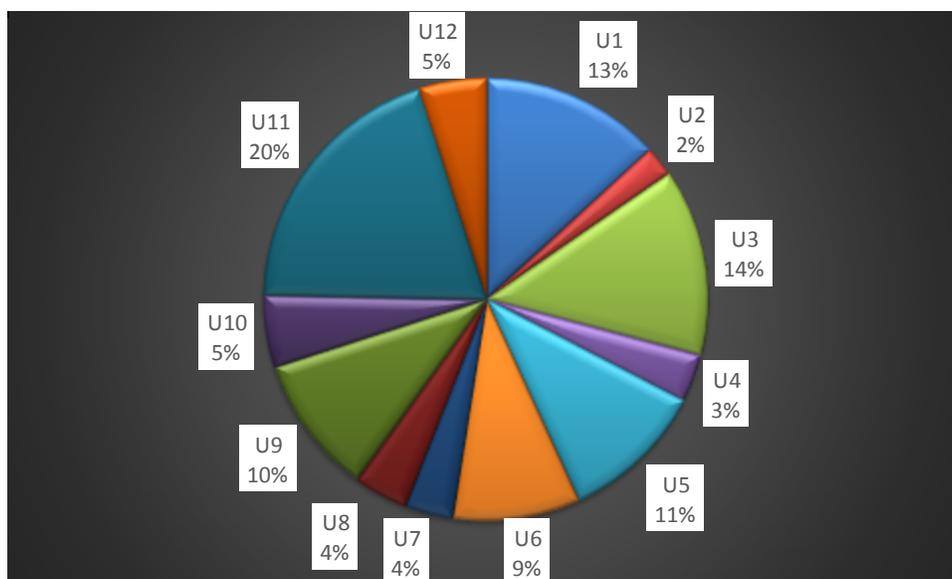


Figura 9.- Gráfica de tiempo que permanece la puerta abierta.

Interpretación de los datos

Los dispositivos de aire acondicionado instalados en las aulas del edificio “U” están diseñados para trabajar en condiciones óptimas en una área máxima de 40m², sin embargo, dichas aulas tienen una superficie 56m² lo que genera un

mayor consumo de energía. Al mantener puertas y ventanas abiertas en las aulas requieren de un mayor tiempo de trabajo del compresor del dispositivo ya que la temperatura programada la mantiene por pequeños intervalos de tiempo.

Interpretando la gráfica de la figura 7 del consumo de energía eléctrica se determina que los meses de mayor consumo de energía son en abril y mayo donde la temperatura climática aumenta considerablemente y los aires acondicionados están más activos. Aunque junio y julio son meses calurosos también, es importante decir que el periodo de vacaciones de verano es en estos meses motivo por el cual el consumo disminuye, en agosto inicia el periodo escolar, observando en la gráfica el aumento en el consumo. En el periodo de invierno disminuye el consumo con un porcentaje de reducción entre 3.84% y 2.21%, con respecto a la media que es de 63.062 KwH. Concluyendo que existe una relación directa entre la temperatura y el gasto energético.

La media aritmética del consumo energético es:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

$$\bar{X}=63,071.66$$

Conclusiones.

Los sistemas de aire acondicionado presentan una excelente oportunidad para el ahorro de energía eléctrica, sin embargo deben tomarse en cuenta los espacios ubicados en zonas extremadamente calurosas en donde las tareas cotidianas se ven afectadas por las temperaturas extremosas y como consecuencia disminuirá la productividad de las personas. Adicionalmente, debe mencionarse que es necesario conocer los avances tecnológicos en sistemas de aires acondicionados para seleccionar la mejor alternativa.

Agradecimientos.

Se agradece al personal del Instituto Tecnológico de Zacatepec que nos apoyó con la información requerida para la realización de la investigación.

Referencias

1. B. CA, G. G., H. HM, C. A., F. I. y e. a. Podesser E., «Solar air conditioning in Europe - an overview.,» Renewable and Sustainable Energy Review, vol. 2, pp. 299-314, 2007.
2. H. HM., «Solar assisted air conditioning of buildings - an overview.,» Applied Thermal Engineering, vol. 27, pp. 299-314, 2007.
3. C. XG, «Solar absorption cooling in Spain: perspectives and outcomes from the simulation of recent instalations,» Renewable Energy , vol. 31, pp. 1371-1389, 2006.
4. C.A. Orozco, Ahorro de energía y eficiencia energetica en sistemas de aire acondicionado, Scientia Et Technica, vol. X, núm. 24, mayo, 2004, pp. 127-132 Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
5. J. A. Canales, Tesis de Ingeniería, Universidad de Sevilla, 2015.

REEMPLAZO DE EQUIPO DE BOMBEO EN PEMEX TAD

N. Rodríguez-Bucio¹, V.P. Hernández-Pastrana¹, P.F. Pérez-Cabrera¹, C.A. Onofre Roman² y E. Ibarra-Castelan^{1,2}

¹Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala-nor_ma3777@hotmail.com, veropas7@hotmail.com, ingfelipe67@hotmail.com, Carretera Nacional Iguala-Taxco, Esquina Periférico Norte Col. Adolfo López Mateos, Infonavit, C.P. 40030, Iguala de la Independencia, Gro., ²Tecnologías de la Producción de la Universidad Tecnológica de la región Norte del Estado de Guerrero- caor72@yahoo.com.mx, ^{1,2}Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Pachuca- elviraibarracastelan@gmail.com,

Área de participación: *Sistemas electromecánicos y Energía*

Resumen: Una de las decisiones más difíciles a las que se enfrentan las Terminales de almacenamiento y despacho de PEMEX TAD, es: ¿cuándo reemplazar una bomba de proceso o un equipo completo? Otras situaciones comunes que se presentan son:

- ¿Qué puedo hacer para retrasar el reemplazo de un equipo?
- ¿Qué puedo hacer para alargar la vida de un equipo?
- Si tengo varios equipos que reemplazar, ¿qué prioridad le doy a estos, para tener un portafolio de reemplazo optimizado?
- ¿Cuál alternativa de reemplazo uso?

Las preguntas anteriores se han de responderse en términos técnico-financieros. Estudios recientes hechos en esta empresa muestran que gran parte del equipo de bombeo con motor eléctrico es de más de 35 años de uso y dan muestra de requerir reemplazos, sin embargo en otros escenarios se están estudiando los reemplazos de equipos con menos de 20 años de operación en el proceso. En el mantenimiento de las Terminales de Almacenamiento y Despacho de PEMEX, el problema es mucho más difícil en varios aspectos, por ejemplo, hay que convencer a la alta gerencia, en términos de recibir aprobaciones de inversiones, estos deben velar porque las inversiones de verdad beneficien en función de valor agregado. Esto demuestra que el tema de reemplazo no es solamente relativo a la edad de los equipos, existen otras variables como los proveedores que declaran obsoletos algunos equipos, leyes que hacen obligatorios algunos reemplazos, eficiencia y consumo de energía, elementos de confiabilidad, riesgo e imagen.

Introducción.

A partir de 1996, el requerimiento institucional y federal de contar con el gasto destinado para mantenimiento, originó el desarrollo de informes mensuales que, por falta de sistemas que soportaran su integración automática, motivó el desarrollo de mecanismos y convencionalismos que dieran una estimación de este citado rubro. No obstante que la integración y seguimiento del presupuesto evolucionó al interior de la empresa, la flexibilidad que otorgan los mecanismos y convencionalismos para estimar el presupuesto de mantenimiento fuera de un sistema informático, aisló de cierta manera su automatización.

Actualmente, una premisa básica para Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, es maximizar la creación de valor, mediante el uso eficaz de los recursos asignados. Para lograrlo es necesario operar en forma eficiente, segura y confiable; sin embargo para medir estos parámetros es necesario contar con

información oportuna y veraz, que valide las acciones realizadas y soporte las decisiones emprendidas.

Considerando su grado de magnitud y relevancia, ya que de acuerdo a estándares internacionales el costo de mantenimiento con relación al costo total de operación, representa el 30-35 %, es necesario que el presupuesto de mantenimiento y su ejercicio en términos del gasto, se encuentre bien definido e identificado; en este sentido, se propone este documento para su homologación en Petróleos Mexicanos.

Se propone cambio de paradigma: de un enfoque netamente de producción (*determinístico*) a un enfoque de negocio basado en la *administración considerando el ciclo de vida del activo*.

Los activos físicos representan únicamente una de cinco categorías amplias de tipos de activos que tienen que ser gestionados de manera holística para lograr el plan estratégico de la organización. Las otras categorías son los activos humanos, los activos de información, los activos financieros y los activos intangibles (como, por ejemplo, reputación, moral, propiedad intelectual, buena voluntad, etc.).

El plan estratégico de cualquier organización, al final se reduce a obtener los mayores beneficios posibles de los activos físicos, teniendo en cuenta la incidencia de control de los activos dentro de las distintas áreas y etapas de las actividades de la industria en concreto. Por lo regular controlar los activos se resume a cómo mantener una contabilidad actualizada de cuánto se tiene y dónde.

Ahora bien, teniendo en cuenta la incidencia de los activos de una organización que cuenta con actividades productivas y comerciales en distintos puntos, surge el planteamiento de si se puede hacer algo más con la gestión de los activos, no solo para controlar los números en cuanto a la cantidad del propio activo. La vida útil de los activos físicos se ve seriamente afectada por la frecuencia/calidad del mantenimiento.

Encontrar el punto exacto de máximo beneficio económico es de suma importancia. A modo de ejemplo la frecuencia con la cual se hace mantenimiento mayor de un equipo de bombeo de proceso se ve influenciado por la frecuencia de paradas de la misma.

En PEMEX TAD, se tienen activos, los cuales están probablemente cerca del final (o ya lo sobrepasaron) de su vida de diseño y/o económica y se tiene un candidato como activo nuevo, el cual en líneas generales será diferente al reemplazado. Entonces se deben considerar los beneficios del equipo nuevo y los costos totales del reemplazo, incluyendo además el comportamiento en el tiempo de los equipos actuales y de los nuevos.

El activo nuevo no tendrá una vida infinita. Dependiendo de su comportamiento pronosticado y el costo de reemplazarlo habrá una vida económica óptima, la cual deberá ser calculada también. Por lo tanto, se debe calcular cuándo reemplazar el equipo actual y cuál será la vida óptima del equipo nuevo.

Considerando lo mencionado, se tiene la vida remanente mostrada en la figura 1.

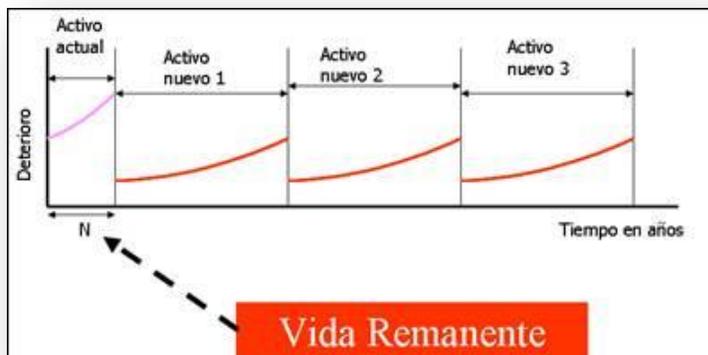


Figura 1.- Vida remanente

La vida remanente o punto donde el reemplazo es óptimo, es el punto N. Será asumido entonces que el activo nuevo será reemplazado a intervalos regulares fijos calculados como su vida económica óptima. En la figura 1 la escala vertical “Deterioro” en el tiempo debe ser tomada como ilustrativa. El deterioro puede representar incremento en la probabilidad de falla, reducción de eficiencia o alguna otra forma de deterioro y en la forma más general una combinación de las anteriores. En el análisis éste será evaluado de manera cuantitativa.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

En la Gestión óptima de los activos y con base en el ciclo de vida de los mismos; este proyecto establece los lineamientos técnicos económicos y de responsabilidad del personal, para la determinación del “Análisis de costos y ciclo de vida de los activos de bombeo de la Terminal de Almacenamiento y Despacho Iguala”, destacando las fases de operación y mantenimiento y estableciendo índices y parámetros que faciliten el “análisis del costo de permanencia”, basado en sistemas de información real, con la finalidad de optimizar los recursos y que su implementación sea sustentable en el tiempo y no dependa de modas o iniciativas particulares situacionales, para fortalecer la confiabilidad operacional de los activos de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Por lo tanto:

- Se aseguraron las condiciones mecánicas y operativas de los activos priorizando su tiempo remanente acorde a su ciclo de vida dentro de los estándares y reglamentación aplicable, a efectos de optimizar la disponibilidad del activo para alcanzar los planes y programas de producción.
- Se obtuvieron los indicadores confiables que permitieron determinar altas tasas de falla o altos costos de operación (desviaciones de diseño), que

indicaron el momento en que se debió tomar una decisión con base a un análisis de costos de ciclo de vida.

- Se Capacitó al personal del centro de trabajo en la aplicación de la metodología de análisis de costos de ciclo de vida y edad remanente.

Resultados y discusión.

En PEMEX TAD, se tienen cuatro equipos de bombeo en descargaderas de autotanques los cuales fueron instalados hace 20 años, los equipos presentan diversas fallas que pueden ser reparadas por el personal de mantenimiento de manera inmediata sin representar éstas un riesgo a los activos y personal. Recientemente se ha analizado la propuesta de sustituir el total de dichos equipos en lugar de hacer el mantenimiento acostumbrado. Se desea determinar en qué lapso del ciclo de vida de los activos se encuentran y evaluar si es rentable el cambio de equipos o el mantenimiento de los mismos. Para llegar a la solución, se realizó una investigación que implicó a un análisis económico y financiero.

El análisis de costos de ciclo de vida se realizó en dos etapas:

- 1.- Se evaluó el impacto económico para reemplazar el activo actual en tiempo diferente: vida remanente.
- 2.- Se evaluó la vida económica óptima del activo nuevo y su correspondiente costo anual equivalente (CAE).

Datos del equipo actual:

Fecha de inicio: 1996:

Tasa de descuento: 4%

Precio hora-hombre operación \$ 36.00/ HH

Periodo de vida: 20 años

\$ 18,375.00 Ingeniería de diseño (al inicio del proyecto) (estimado 1996)

\$ 125,000.00 Costo de equipos (al inicio del proyecto) (1996)

\$ 80,258.00 Instalación y construcción (precio a 2008)

\$ 6,000.00 reemplazo de sello mecánico y flecha, al final del año 12. (En 2008)

\$ 76,800.00 Costo anual de electricidad (80,000 Kwh @ \$0.96 /Kwh) (En 2008)

\$ 45,245.00 Costo anual Mantenimiento (en 2008)

\$ 76,032.00 Costo anual de Operación (2112 Horas-hombre a \$36.00/HH) (en 2008).

Cálculo del capex: se procede a llevar los valores a pesos de un mismo año, para igualar su valor. Se calcula de la siguiente manera: $VPN = Ft \times 1 / (1+k)^t$

Si el valor presente (en 2008) fue \$ 80,258.00, la tasa de descuento es de 4% y nos encontramos en el año 12 de la vida de proyecto, (recordemos que la fecha base o de inicio es en 1996), la expresión quedaría de la siguiente manera:

$$\$ 80,258.00 = Ft \times 1 / (1+0.04)^{12}$$

$$Ft = \$ 80,258.00 \times 0.62 = 50,128.91$$

El valor del costo de instalación y construcción recalculado a términos de 1996 sería de 50,128.91

$$\text{Luego } CAPEX_{1996} = 18,375.00 + 125,000 + 50,128.91 = \$ 193,503.91$$

Datos de costos OPEX:

\$ 6,000.00 reemplazo de sello mecánico y flecha, al final del año 12. (En 2008)

\$ 76,800.00 Costo anual de electricidad (80,000 Kwh @ \$0.96 /Kwh) (En 2008)

\$ 45,245.00 Costo anual Mantenimiento (en 2008)

\$ 76,032.00 Costo anual de Operación (2112 Horas-hombre a \$36.00/HH) (en 2008)

Cálculo del OPEX: Se procede a llevar los valores a pesos de un mismo año, para igualar su valor.

Los valores del OPEX tendrán que ser llevados a términos de 1996

Se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = Ft \times 1 / (1+k)^t$$

$$(6,000 + 76,800 + 45,245 + 76,032) = Ft \times 1 / (1+k)^t$$

$$\text{Donde } 1 / (1+k)^t = 1 / (1+0.04)^{12} = 0.624$$

$$Ft = OPEX_{1996} = (6,000 + 76,800 + 45,245 + 76,032) * 0.624 = \$ 127,344.05$$

Cálculo del tiempo de vida usando VPN

Una vez obtenido el OPEX y CAPEX en la fecha base (1996) se procede a calcular su comportamiento a través del tiempo de estudio (20 años) con una tasa de descuento de 4%

$$OPEX_t = OPEX_{1996} \times (1+k)^t$$

$$CAPEX_{1996} = 18,375.00 + 125,000 + 50,128.91 = \$ 193,503.91$$

$$CAPEX_t = CAPEX_{1996} / (1+k)^t$$

$$OPEX_{1996} = (6,000 + 76,800 + 45,245 + 76,032) * 0.624 = \$ 127,344.05$$

Posteriormente, se realiza el análisis del valor presente de los activos actuales y la segunda etapa, para terminar con la comparación del CAE.

Conclusiones.

Se concluye que aunque el margen del punto óptimo está casi agotado se debe continuar con el mantenimiento como mejor opción para este caso, ya que al incrementar la confiabilidad operativa del equipo a través del tiempo, los costos se pueden reducir, el equipo lleva 20 años operando y una expectativa de alargar la vida del activo con la frecuencia y calidad del mantenimiento por 7 años más.

Este proyecto estableció los lineamientos técnicos económicos para la determinación del “Análisis de costos y ciclo de vida de los activos de bombeo de la Terminal de Almacenamiento y Despacho Iguala” durante todas sus fases, destacando la de operación y mantenimiento, se establecieron índices y parámetros que se tienen pero no se estaban utilizando. Se identificaron los equipos involucrados directamente de los cuales mediante el análisis de criticidad fueron detectados las fallas más recurrentes. Se analizaron las causas de fallas mediante el Análisis Causa Raíz y se revisaron los planes de Mantenimiento. Se puntualizaron las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales técnicos de cada equipo, complementado además por las sugerencias del personal técnico de mantenimiento.

Se estableció también la selección de indicadores de gestión adecuados a los requerimientos y se analizaron los diferentes indicadores financieros que permitieron seleccionar los más idóneos para este proyecto el cual considera en la determinación del Costo del Ciclo de Vida, el reemplazo de equipos.

El análisis de Capex y Opex, así como de factores técnicos y costos de inversión, no fue suficiente para la toma de decisión, es por esta razón que se utilizó el cálculo del “Costo Anual Equivalente”, donde se obtuvo la información económica más precisa para la toma de decisiones acerca del problema a resolver.

Se logró mejorar la gestión de activos físicos y en particular los equipos de bombeo de proceso de descargaderas de autotanques considerados como activos críticos, directamente involucrados con el proceso productivo, al desarrollar un método para la toma de decisiones que permite considerar los lados técnicos y financieros, siendo la práctica de análisis de costos y ciclo de vida de los activos de bombeo de la Terminal de Almacenamiento y Despacho Iguala, una vía efectiva para optimizar el proceso de toma de decisiones relacionado con el mantenimiento, modificación o sustitución de los activos físicos actuales por activos físicos nuevos.

Agradecimientos.

Agradecemos a PEMEX Terminal de Almacenamiento y Reparto de Iguala, las facilidades brindadas para el desarrollo del presente proyecto y al Instituto Tecnológico de Zacatepec por brindar espacios para publicar los logros de alumnos y maestros.

Referencias.

1. Guía técnica para el cálculo de Indicadores de Confiabilidad Operacional en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios DCO-SCM-GT-012 del 10/06/2009.
2. Guía técnica de confiabilidad operacional para la mejor práctica: mantenimiento centrado en confiabilidad 800-16700-DCO-SCM-GT-012, del 18 de junio de 2008.
3. Procedimiento Administrativo Institucional para registrar en los sistemas informáticos institucionales la información para la gestión del mantenimiento de las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios 800-16700-PAI-02.
4. Procedimiento Administrativo para el control de las soluciones informáticas del proceso de mantenimiento DCO-SCM-P-008.
5. Catálogo de términos de referencia para la administración del mantenimiento en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios 800-16700-C-01, Revisión 01 del 1 de abril de 2012.
6. Procedimiento de criticidad 800-16700-PAI-01.
7. Guía técnica para integridad mecánica 800/16000/DCO/GT/017/07.

8. Guía Técnica para el Cálculo de Indicadores de Confiabilidad Operacional en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, Clave DCO-SCM-GT-012: 2009.
9. Manual Técnico de Confiabilidad Operacional en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, Clave 800-16700-DCO-SCM-MT-001: 2008.
10. NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del Trabajo – Seguridad en los Procesos de Sustancias Químicas peligrosas.
11. Guía Técnica de Confiabilidad Operacional para la Mejor Práctica: Inspección Basada en Riesgo (IBR), Clave 800-16000-DCO-GT-013: 2012.
12. Guía Técnica de Confiabilidad Operacional para la Mejor Práctica: Censo de Equipos y Taxonomía, Clave 800-16700-DCO-SCM-GT-011: 2012.
13. Guía Técnica de Confiabilidad Operacional para la Mejor Práctica: Mantenibilidad, Clave 800-16700-DCO-SCM-GT-002: 2012.
14. Guía Técnica de Confiabilidad Operacional para la Mejor Práctica: Capacitación y Certificación de Habilidades, Clave 800-16700-DCO-SCM-GT-003: 2012.
15. Amendola L. J. Gestión de proyectos de manufactura. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 2006.
16. L. Blank & A. Tarquín; Ingeniería económica. Ed. McGraw-Hill, Méjico, 6ta Edición, 2006.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA DISTRIBUCIÓN DE CARGAS FOTOVOLTAICAS PARA UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO SOLAR

J.E. Jasso-Almazán, L. S. Jimenez-Ávila, Y.R. Galindo-Luna, R.J. Romero-Dominguez, M.A. Basurto y M. Montiel-González

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias aplicadas (CIICAp)- luis.jimenezavi@uaem.edu.mx, yuridiana.galindo@uaem.mx, rosenberg@uaem.mx, mbasurto@uaem.edu.mx, moises.montiel@uaem.mx Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias aplicadas (CIICAp), Av. Universidad No. 101 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, 62209- jose.jassoalm@uaem.edu.mx

Área de participación: *Sistemas electromecánicos y Energía*

Resumen: El presente trabajo diseña un sistema experto para distribución de cargas fotovoltaicas en un sistema de aire acondicionado por absorción (SAA) solar el cual será instalado dentro del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias aplicadas (CIICAp) de la UAEM. El sistema consta de un campo fotovoltaico (CF) y un conjunto de Colectores de Canal Parabólicos (CCP), los cuales proporcionarían la energía necesaria para el SAA, con base en los parámetros meteorológicos de Cuernavaca. Se presentan generalidades del uso de los sistemas de aire acondicionado por absorción y de los CF. La metodología describe el balance de materia para el diseño del SAA, las diferentes etapas a seguir para el diseño del CF, así como la configuración de los CCP. De acuerdo a los resultados, la potencia requerida será de 5 toneladas de refrigeración (17.5 kW) capaz de cubrir la demanda energética de un edificio que consta de 5 oficinas, así como la composición del CF de 24 paneles, 8 reguladores de voltaje y 6 inversores de corriente. Para la distribución de cargas eléctricas se utilizará un sistema de control, diseñado en Labview. Se concluyó que el conjunto de CCP tiene un aporte de 28 kW de energía calorífica y el CF cuentan con la capacidad de generar 2.7 kW-h al día de energía eléctrica para lograr que el SAA por absorción sea autónomo y no tenga la necesidad de conectarse a la red eléctrica o a baterías.

Introducción.

Los avances tecnológicos y el crecimiento económico de los países se encuentran basados en la energía. El aumento en la demanda energética conduce al incremento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contribuye al calentamiento global. Un ascenso en la temperatura promedio global impacta en el aumento del uso de sistemas de aire-acondicionado y contribuye a la aceleración de la demanda energética [1]. A finales de 1980, se estimó que las emisiones de estos refrigerantes representaron el 33.3% de los GEI [2]. Un sistema de aire-acondicionado por absorción utiliza fluidos refrigerantes más amigables al ambiente. La configuración del aire-acondicionado por absorción consiste en un generador, condensador, evaporador y absorbedor. El ciclo se describe a continuación: Al generador es suministrada energía para separar el fluido refrigerante de la mezcla de trabajo, compuesta por un refrigerante y un absorbente a alta temperatura y presión. El refrigerante en fase vapor es dirigido al condensador donde cambia de fase a líquido; cediendo su calor al ambiente. Este refrigerante líquido pasa a través de la válvula de expansión para obtener una mezcla líquido-vapor a baja presión y temperatura. Luego es llevado al evaporador donde absorbe una determinada carga térmica proveniente de un espacio;

logrando así el efecto de enfriamiento, lo anterior provoca un cambio de líquido a vapor. Este vapor es llevado al absorbedor para ser absorbido en una mezcla concentrada en absorbente, provocando una reacción exotérmica que libera calor. Finalmente la mezcla diluida en absorbente es bombeada al generador; para iniciar el ciclo. Un sistema de este tipo reduce el consumo eléctrico debido a que la energía suministrada puede provenir de calor residual, biomasa, ciclos Rankine o con energía solar [3]. Esta última opción, parece la más viable ya que la energía solar se encuentra naturalmente disponible, es limpia y gratuita [4]. Sumathy et al. [5] reporta un sistema de aire-acondicionado por absorción localizado en Shenzhen China, utilizando la mezcla LiBr-H₂O. Este sistema fue utilizado para acondicionar 80 m², usando tres tipos de colectores: cilindro-parabólicos, tubos evacuados y colectores de placa plana de tubos evacuados, así como dos sistemas chillers con capacidad de 7kW cada uno y dos tanques para almacenamiento de agua de 5 m³. El acoplamiento alcanza un COP en un rango de 0.31-0.39 y una temperatura de agua en el chiller de 9 °C. Para su funcionamiento eléctrico se pueden usar sistemas fotovoltaicos, los cuales convierten directamente la radiación solar en energía eléctrica cuando se exponen a cualquier tipo de luz [6]. Estos producen electricidad por medio del efecto fotovoltaico, en el cual una celda fotovoltaica transforma los fotones de diferentes longitudes de onda en energía eléctrica, transfiriendo su energía a un electrón de un átomo de la célula, permitiendo al electrón de abandonar su posición en el átomo [7]. El acoplamiento ha sido incluida en los sistemas de aire acondicionado como se reporta con Al-Alili et al. [8], su sistema está basado en un concentrador híbrido fotovoltaico y térmico. Este consistió de un subsistema con un almacenamiento térmico de agua caliente de 1 m³, y un almacenamiento eléctrico, un inversor, controles y un regulador de voltaje para distribuir el voltaje de corriente directa a 12 baterías, obteniendo hasta casi 20,000 kW-h. En este trabajo se realizó el cálculo del CF con base en los dispositivos eléctricos, los parámetros climatológicos de Cuernavaca y algunos factores de seguridad, que permiten el flujo de los fluidos de trabajo dentro de los CCP, su configuración y el diseño del SAA por absorción.

Sección experimental.

Con base a las necesidades energéticas del SAA por absorción se propone el uso de CCP y CF. Se describen las etapas para el diseño del SAA solar y del CF.

Etapa 1. Balances de materia y energía para los principales componentes.

Se calculó cada uno de los elementos que conforman al SAA usando las ecuaciones 1 a 16, las cuales describen los balances de materia necesarios para determinar al generador, condensador, evaporador y absorbedor:

Generador		Condensador	
$m_1 + m_4 = m_5$	(1)	$m_1 = m_2$	(4)
$m_1 h_1 + m_4 h_4 = m_5 h_5$	(2)	$m_1 h_1 = m_2 h_2$	(5)
$Q_{gen} = m_1 h_1 + m_4 h_4 - m_5 h_5$	(3)	$m_2 h_1 - m_2 h_2 = Q_{con}$	(6)
		$m_2 (h_1 - h_2) = Q_{con}$	(7)
		$m_2 (h_{vapor} - h_{liquido}) = Q_{con}$	(8)
Evaporador		Absorbedor	

$$\begin{array}{ll}
 m_2 = m_3 & (9) \\
 m_2 h_2 = m_3 h_3 & (10) \\
 m_3 h_2 - m_3 h_3 = Q_{eva} & (11) \\
 m_3 (h_2 - h_3) = Q_{eva} & (12) \\
 m_3 (h_{\text{líquido}} - h_{\text{vapor}}) = Q_{eva} & (13)
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{ll}
 m_3 + m_4 = m_5 & (14) \\
 m_3 h_3 + m_4 h_4 = m_5 h_5 & (15) \\
 m_3 h_3 + m_4 h_4 - m_5 h_5 = Q_{abs} & (16)
 \end{array}$$

Etapa 2. Evaluación de las necesidades energéticas.

Se investigaron las características eléctricas de los dispositivos que componen al SAA por absorción y se calcularon los consumos de energía eléctrica con el objetivo de proveer de energía eléctrica al sistema y a los CCP.

Etapa 3. Energía solar recuperable.

Se obtuvo la energía solar recuperable para el sitio donde se pretende construir el proyecto, en este caso para la ciudad de Cuernavaca, con el objetivo de cubrir la demanda eléctrica, determinando la orientación, inclinación ideal, y la potencia requerida por mes considerando el mes más crítico.

Etapa 4. Definición de los sistemas involucrados.

Se calculó el CF con base en los parámetros meteorológicos de Cuernavaca, el rendimiento por pérdidas de potencia por temperatura y el mes más crítico, así como el arreglo de los paneles fotovoltaicos y la configuración de los CCP.

Etapa 5. Dimensionamiento del conjunto de aparatos para el CF.

Se obtuvo el número de reguladores de voltaje y de los inversores tomando en cuenta el número de paneles fotovoltaicos, su corriente y factores de seguridad.

Etapa 6. Diseño del sistema de control.

Se realizó un sistema de control para la distribución de las cargas fotovoltaicas, con el objetivo de dividir la energía eléctrica de forma experta al sistema de CCP y al SAA por absorción.

Resultados y Discusión

Etapa 1. Balances de materia y energía para los principales componentes.

En la Figura 1 se aprecia el diseño del sistema de aire acondicionado por absorción el cual permite el acondicionamiento de las oficinas del edificio del CIICAp y al cual se le acoplara el sistema de CCP y el CF.

Etapa 2. Evaluación de las necesidades energéticas.

Con el fin de estimar la energía eléctrica consumida por el SAA por absorción, y de los CCP se tomaron en cuenta los aparatos eléctricos de la Tabla 1.

En la Tabla 1 se aprecia que los dispositivos que más consumen electricidad son las bombas conectadas a los CCP, debido a la distancia que deberán desplazar los fluidos dentro de la tubería, y sin los cuales no se podría coleccionar la energía térmica suficiente para hacer funcionar al SAA por absorción.

Etapa 3. Energía solar recuperable

La ciudad de Cuernavaca se localiza en el noroeste del estado de Morelos, el clima que predomina es el semi-cálido con temperatura media anual de 20.7 °C

[9]. En la Tabla 2 se encuentran los valores recuperados de la Agencia Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA National Aeronautics and Space Administration, por sus siglas en inglés), los cuales describen la radiación promedio incidente mensual ubicada en una Latitud de 18.98 y una Longitud de -99.23 (ubicación de Cuernavaca).

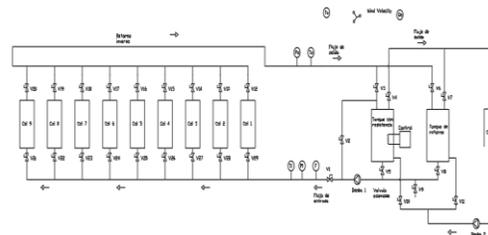
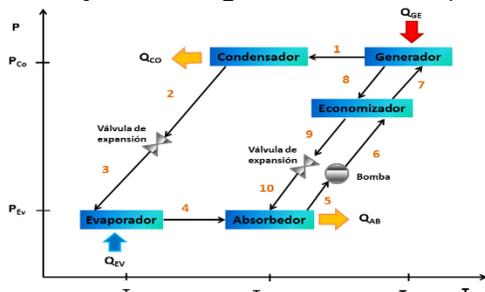


Figura 1.- Sistema de aire acondicionado por absorción. Figura 2.- Representación gráfica de los colectores de canal parabólico.

Tabla 1.- Cargas eléctricas del sistema de aire acondicionado por absorción.

Dispositivos	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia instalada (W)	Operación (horas/día)	Energía día (W-h)
Bombas Gear pump (Vca)	2	74.57	149.14	8	1193.12
Fan coil (Vca)	5	32	160	8	1280
Bombas colectores (Vcd)	2	372.85	745.7	8	5965.6
Bombas Cole-Parmer (Vcd)	2	63.6	127.2	8	1017.6
Control automático (Vca)	1	10	10	8	80
Bomba de vacío (Vca)	1	172.5	172.5	2	345
Sistema de seguimiento (Vca)	9	20	180	8	1440
Total					11321.32

Tabla 2.- Promedio mensual de radiación incidente en una inclinada en una superficie inclinada con un ángulo de 18° [10].

Mes / (kW-h/ m ² *día)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Angulo 18°	6.28	6.93	7.31	6.85	6.15	6.03	6.27	5.69	5.46	5.84	6.23	5.90	6.24
Nota: la radiación de la superficie inclinada no está calculada cuando el índice de claridad es por debajo de 0.3 o por arriba de 0.8													

Como se aprecia en la Tabla 2, el mes de menor irradiación fue el de Septiembre lo cual corresponde con lo esperado siendo un mes donde se presenta la mayor intensidad de lluvia, aumentando la nubosidad y por lo tanto una disminución en la radiación solar. Por lo anterior, Septiembre será considerado como el mes crítico. La Tabla 3 muestra la potencia requerida para cada mes de acuerdo con el recurso solar con el que se cuenta para Cuernavaca. También se aprecia que la potencia mensual para cubrir la demanda eléctrica varía como consecuencia del recurso solar, que es intermitente y que el mes de crítico requiere de 2 kW de energía eléctrica.

Tabla 3.- Promedio diario mensual necesario para cubrir la demanda eléctrica.

Mes	Promedio diario mensual [kWh] (Econ*No. De días)	Energía consumida al mes (Mes*PDM)	Recursos solar (Rs) Datos NASA [kWh/m ² *día]	Potencia (PDM/Rs) [W]
Ene.	11.32	350.96	6.28	1802.76
Feb.	11.32	317.00	6.93	1633.67
Mar.	11.32	350.96	7.31	1548.74
Apr.	11.32	339.64	6.85	1652.75
May.	11.32	350.96	6.15	1840.87
Jun.	11.32	339.64	6.03	1877.50
Jul.	11.32	350.96	6.27	1805.63
Ago.	11.32	350.96	5.69	1989.69
Sept.	11.32	339.64	5.46	2073.50
Oct.	11.32	350.96	5.84	1938.58
Nov.	11.32	339.64	6.23	1817.23
Dic.	11.32	350.96	5.90	1918.87
Prom.	11.32	344.36	6.24	1824.98

Etapa 4. Definición de los sistemas involucrados.

De acuerdo a las necesidades del sistema de aire acondicionado por absorción, la Figura 2 presenta la configuración del sistema de CCP el cual será en paralelo con retorno invertido con la finalidad de obtener menores caídas de presión permitiendo una homogenización del flujo:

El sistema de CCP solar será constituido por 9 colectores con una superficie total de captación de 42.66 m², los cuales tendrán la capacidad de aportar 28 kW de energía térmica. Por otro lado, los sistemas fotovoltaicos disminuyen su eficiencia por el aumento de la temperatura en la superficie del panel solar, por lo cual es necesario realizar el cálculo de su rendimiento por pérdidas térmicas. La Tabla 4, muestra los parámetros para el cálculo del rendimiento y su cálculo.

Tabla 4.- Cálculo del rendimiento térmico y de la pérdida de potencia por temperatura.

Cálculo del rendimiento térmico	
Tambiente máximo promedio (Tmaxp)	21.2 °C [10]
Tnormal operación	45 (±2 °C) [11]
C1= (Tmaxp-20)/800	0.03125 °C*m ² /W
Temperatura celda (Tc)=Tmaxp+(C1*1000)	52.45= 53°C
Determinación de la pérdida de potencia por temperatura	
Coeficiente de temperatura de pmáx (ΔP/ΔT)=	-0.47 %/°C [11]
ΔT=Tc-Tmaxp	32 °C
Potencia panel (Pp)	135 W
Pérdida por temperatura (Pxtemp)= ΔP*Pp	114.69 W
Rendimiento por pérdidas térmicas= Pp/Pxtemp	0.849=85%

El rendimiento disminuirá en un 15% respecto a su potencia pico, (promedio de 114.69 W). Cabe mencionar que los datos del panel fotovoltaico son respecto al panel solar "Solartec S36PC-135 policristalino". Para la determinación del CF, se tomaron en cuenta los datos mostrados en la Tabla 5, los cuales describen los cálculos por eficiencia, recurso solar y energía consumida.

Tabla 5.- Potencia fotovoltaico y número de paneles requeridos.

Parámetro	Cantidades	Unidades
Energía consumida (Ec) (promedio diario anual)	11.32	kWh
Recurso solar en el mes critico	5.46	H
Factores a considerar		
Rendimiento por pérdidas térmicas (Rt)	0.85	
Eficiencia del cableado (Ecable)	0.97	[12]
Eficiencia del controlador (Econtrol)	0.98	[13]
Eficiencia del inversor (Einv)	0.95	[14]
Eficiencia total del sistema (Et)=Ecable*Econtrol*Einv	0.90	
Potencia pico necesario (Pp)		
$Pp=Ec/(Rs*Rt*Et)$	2702.52	W
Número de paneles		
Nota: se considera el uso de paneles SolartecS36PC-135 policristalinos		
Potencia de salida (Ps)	114.69	W
$Pp/Ps=$	23.56=24	Paneles

El número de paneles para cubrir la demanda será de 24 paneles. Estos resultados se obtuvieron considerando el rendimiento por aumento de la temperatura, alcanzando valores de entre 50 a 60 °C, disminuyendo su eficiencia. También se consideran las pérdidas al conducir la electricidad a través de los controladores, inversores y del cableado, debido a que parte de esta energía se disipa en forma de calor. Para conocer el arreglo del CF, se calculó de acuerdo a las ecuaciones 17 a 18, tomando en cuenta:

- Voltaje óptimo de operación del panel (V_{opt}) = 18.6 Vcd
- Voltaje nominal del sistema (V_n) = 12 Vcd

Número de paneles en serie

$$\frac{V_n}{V_{opt}} = \frac{12 V}{18.6 V} = 0.65 = 1 \quad (17)$$

Número de paneles en paralelo

$$\frac{\text{Número de paneles}}{\text{Número de paneles en serie}} = \frac{24}{1} = 24 \quad (18)$$

Etapas 5. Dimensionamiento del conjunto de aparatos para el CF.

Para el dimensionamiento de los reguladores de voltaje se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

Factor de seguridad propuesto (FS) = 1.25.

Número de paneles en paralelo (NP_p) = 24.

Corriente de cortocircuito (I_{sc}) = 7.74 A.

Corriente máxima de entrada (I_{reg}) = 30 A.

Con base en los parámetros mencionados, se determino la corriente de entrada que debe de soportar el sistema y el número de controladores de voltaje necesarios como se observa en las ecuaciones 19 y 20:

Corriente de entrada

$$I_{in} = I_{sc} * NP_p * FS = 7.74 * 24 * 1.25 = 232.2 A \quad (19)$$

Número de reguladores de voltaje

$$\frac{I_{in}}{I_{reg}} = \frac{232.2 A}{30 A} = 7.74 \text{ redondeado a } 8 \quad (20)$$

En cuanto a la corriente de salida que tendrá el sistema se tomaron en cuenta las potencias unitarias de los aparatos instalados multiplicados por el factor de seguridad y dividiendo al voltaje nominal del sistema (12 Vcd) como se aprecia en el ecuación 21:

Corriente de salida
$$\frac{\sum P_u * FS}{V_n} = \frac{(436.45 + \frac{309.07}{0.95}) W * 1.25}{12 V} = 79.35 A \quad (21)$$

Debido a que muchos de los dispositivos eléctricos funcionan con voltaje a corriente alterna, es necesario el uso de inversores de voltaje. La cantidad de inversores para el CF está determinada por un margen de seguridad, multiplicado

por la potencia pico, con el objetivo de asegurar que los dispositivos soporten la potencia, tal como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6.- Características del inversor y cálculo de inversores.

Parámetro	Cantidad	Unidades
Inversor de corriente de 12 Vcd a 110 Vca de 600 W (Pinv)		
Potencia pico (Pp)	2702.52	W
Margen de seguridad (Ms)	1.2	
Potencia necesaria del inversor (Pn _{inversor})= Pp*Ms	3243.02	W
Número de inversores= Pn _{inversor} /Pinv	5.40 = 6	Unidades

El CF deberá estar conformado por 24 paneles conectados en paralelo, 8 reguladores de voltaje y 6 inversores con el fin de convertir al sistema de CCP y al SSA por absorción en autónomos.

Etapa 6. Diseño del sistema de control.

Uno de los objetivos del proyecto es el de desarrollar un sistema inteligente para distribuir cargas dependiendo de las necesidades del usuario. Por lo anterior, se decidió realizar un programa experto que fuera capaz de distribuir la energía eléctrica generada por el CF; es así como se está desarrollando un sistema de control con ayuda del programa de Labview, el cual está en etapa preliminar.



Figura 3.- Diseño preliminar del sistema de control para distribución de cargas en Labview.

En la Figura 3, se puede ver un diseño preliminar del sistema de control que permitirá el movimiento de los fluidos a través de los CCP, y del sistema de aire acondicionado. Este sistema de control estará conectado a uno relevadores que funcionaran de acuerdo a un determinado tiempo, hora de funcionamiento y necesidades del sistema para lograr el correcto funcionamiento del sistema.

Conclusiones.

Se logró el diseño y cálculo del CF con base en la energía eléctrica demandada por los dispositivos eléctricos, resultando en 2.7 kW-h diarios de energía eléctrica. El CF estará conformado por 24 paneles fotovoltaicos, 8 reguladores de voltaje, 6 inversores de corriente de acuerdo a los datos climatológicos de Cuernavaca. El arreglo del CF será 1 fila de paneles conectados en serie y 24 paneles conectados de manera paralela. El CF es autónomo, ya que no será necesario conectarse a la

red eléctrica con lo que se contribuye a la disminución de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, con el desarrollo económico y tecnológico del país. Así mismo el sistema de control permitirá distribuir el trabajo que deben realizar las bombas tanto para los CCP, el SAA por absorción y el seguimiento solar. Por otra parte la Configuración de los CCP será de 9 colectores en paralelo con retorno invertido disminuyendo las caídas de presión y homogenizando el fluido de trabajo, con los cuales se obtendrán 28 kW de energía térmica.

Agradecimientos.

Los autores agradecen al financiamiento parcial del CEMIE-SOL-P09 y CONACYT-B-167434

Referencias.

1. Al; Y. Hwang; R. Radermacher; *Review of solar thermal air conditioning technologies*, *International J. of Refrig.* 2014, 39, 4-22.
2. J.A. Edminds, D.L. Wuebles, M.J. Scott, *Energy and radiative precursor emissions*, Ed. *Proceedings of the 8th International Conference On Alternative Energy Sources*, Miami, 1987; [S.V.], 14-60.
3. J.A. Hernandez-Magallanes; L.A. Dominguez-Inzunza; G. Gutiérrez-Ureta, P. Soto; C. Jiménez; W. Rivera; *Experimental assessment of an absorption cooling system operating with the ammonia/lithium nitrate mixture*, *Energy*, 2014, 78, 685-692.
4. EBRD. *Renewable Energy resource assessment*, European bank for reconstruction and development, 2010.
5. K. Sumanthy; Z.C. Huang; Z.F. Li; *Solar absorption cooling with low grade heat source a strategy of development in south China*, *Solar Energy*, 2002, 72, 155-165.
6. Jutglar, L. *Radiación solar*, *Energía solar*, Ed.; CEAC, Madrid, 2004; [S.V.], 9-31.
7. Roldán Vilora, J.; Toledano, J.C.; *Energías renovables: lo que hay que saber*, Ed.; Paraninfo, Madrid, [S.V.], 94-95.
A. Al-Alili; Y. Hwang; R. Radermacher; I. Kubo; *A high efficiency solar air conditioner using concentrating photovoltaic/thermal collectors*, *Applied Energy*, 2012, 93, 138-147.
8. Guerrero González, M.A. *Suelos agropecuarios del estado de Morelos*. Ed.; Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Ciudad de México, 1993; [S.V.], 77.
9. NASA. *Estimación promedio de la radiación solar en un sitio*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2016, de https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=081109&lat=18.982&submit=Submit&hgt=100&veg=17&sitelev=1909&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=swv_dwn&p=swv_dwn&p=sol_noon&p=ret_tlt0&p=no_sun1&p=surplus1&p=day_cld&p=T10M&p=wspd50m&p=pct10m_wnd&p=RH10M&p=toa_dwn&step=2&lon=-99.23
10. Solartec. *Ficha técnica del panel fotovoltaico SolartecS36P* Recuperado el 9/10/2016 de <http://es.ensolar.com/pv/panel-datasheet/Polycrystalline/12077>.
11. Moreno Gil, J. y Romero Minassian. *Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de Alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07*. Ed. Paraninfo, Madrid, 2010; [S.V.], 207.
12. Aguilera Nieves, A. *Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas*. Ed; Vértice, Madrid, 2011; [S.V.], 68.
13. Cantos Serrano, J. *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*. Ed. Paraninfo, Madrid, 2016; [S.V.], 107

SISTEMA ELECTRÓNICO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA UNA PLANTA DE COLECTORES CILINDRO-PARABÓLICOS

J. A. García-Ramos¹, M. Montiel-González¹, Y.R. Galindo-Luna², R.J. Romero³

¹Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, Chamilpa, Cuernavaca 62100, Morelos, México – garj940613@gmail.com , moises.montiel@uaem.mx*

² Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, Chamilpa, Cuernavaca 62100, Morelos, México – yuridiana.galindo@uaem.mx ,

³ Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas – Instituto de Investigaciones en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, Chamilpa, Cuernavaca 62100, Morelos, México - rosenberg@uaem.mx

Área de participación: *Sistemas electromecánicos y Energía*

Resumen: En este trabajo se presenta una propuesta de solución a un sistema de seguimiento solar para una planta de concentradores cilíndricos parabólicos (CCP). El sistema electrónico propuesto considera tres elementos independientes. En este trabajo se presentan las condiciones que deben de cumplir para poder realizar el seguimiento. La salida digital del sistema electrónico se enviará a un sistema mecánico en el cual se tiene instalada una placa con microcontrolador comercial.

Las ventajas de este novedoso diseño son: la libertad de ser ligero, tiene una alta precisión, un consumo sumamente bajo en corriente y en potencia, con la fácil calibración y mantenimiento para el usuario.

Introducción.

En recientes años la energía solar ha sido considerada como fuente renovable para alimentar tecnologías limpias [1]. La energía solar se considera como energía limpia, disponible de forma natural y gratuita, a pesar de esto, los sistemas utilizados para aprovechar este recurso necesitan un sistema que permita la localización del sol para captar el mayor recurso [2]. La comunidad científica ha reportado diversos esfuerzos para lograr un sistema de seguimiento preciso, de bajo costo y mantenimiento. Seme [3] reporta un modelo de control analítico para maximizar la producción de energía de un sistema fotovoltaico para una dirección, de acuerdo con los resultados la energía transferida aumentó 2%. Quesada [4] analizó un sistema de seguimiento solar de un sistema fotovoltaico evaluado cada hora, variando la latitud y estación, mediante un método teórico y un modelo de cielo isotrópico, sus resultados mostraron que los paneles horizontales fijos disminuían la captación en un 25% de energía en días nublados de primavera.

Uno de los principales problemas de la eficiencia de un concentrador solar es el seguimiento. La lógica indica que el sistema debe de ser útil para justificar su existencia. El uso de energía mecánica para el movimiento angular del sistema requiere una gran cantidad de energía.

Cada uno de los concentradores cilíndrico parabólicos (CCP), motivo de estudio, pesa 84 kg. La planta solar cuenta con 9 CCP y la restricción de no estar conectado a red eléctrica.

En el presente trabajo se propone un sistema de seguimiento que está basada en el uso de un sistema electrónico de comparación de fotorresistencias, un amplificador y un sistema electrónico controlador para salida digital, el cual es mostrado en la Figura 1.

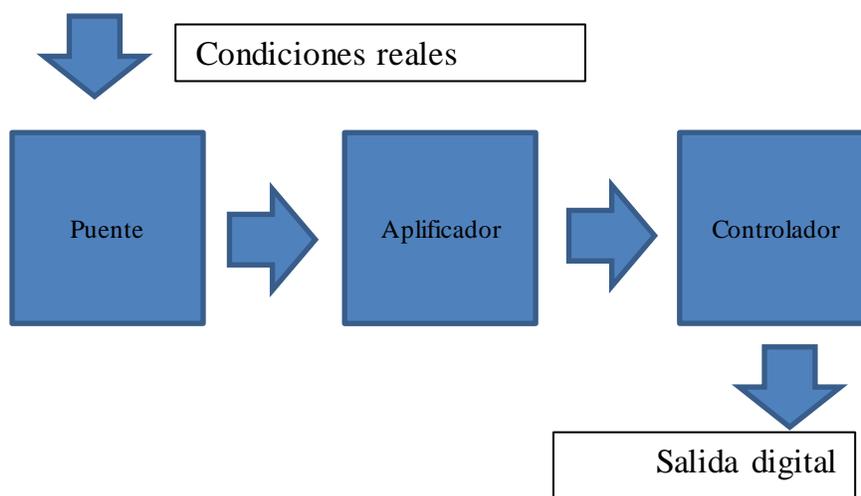


Figura 1.- Diagrama esquemático de las partes electrónicas del sistema de seguimiento

Sección Experimental.

A continuación, se presenta la metodología seguida para el diseño de un novedoso diseño de seguimiento solar, el cual está conformado por 2 diferentes etapas para obtener la mayor precisión posible.

1. Etapa electrónica

- Se obtienen los parámetros a través de LDR'S (light dependent resistor).
- Se elimina el ruido de la señal a través de un puente de Winston.
- Se amplifica el parámetro, con un amplificador operacional.
- Selección de los canales a operar.
- Desfragmentación de los parámetros obtenidos a 8bits.
- Evaluación y ejecución de un simple algoritmo que permite realizar el ingreso de una señal y una salida digital.

2. Etapa mecánica

Esta etapa funciona a través de un arreglo de poleas que se le denomina polipasto, con la finalidad de reducir la fuerza necesaria.

El arreglo se realizó de tal manera que cuando un fluido caiga por medio de la gravedad en un recipiente produzca la fuerza necesaria para poder mover un colector, el arreglo se hizo 1:3 ya que con aproximadamente 30kg se puede mover 110 kg aproximadamente.

La corrección del movimiento será a través de unas bombas de 6w, una vez que se activen por medio de la evaluación del algoritmo hecho en una tarjeta multiplexora de la marca arduino© , una vez que se cumplan las condiciones para la activación de la misma.

Resultados y Discusión.

Etapa 1

Las mediciones precisas se realizan con frecuencias de 500khz, este trabajo definió mediciones con esta frecuencia para obtener datos con precisión al momento de discretizarlos.

Al utilizar el álgebra de Boole en la tabla de la verdad para obtener 8 bits, se realizaron 256 interacciones los cuales nos dan los valores que se deben de obtener al momento de desfragmentar los parámetros obtenidos. La Figura 2 muestra la tarjeta bajo la cual se muestran las variables.

La Figura 3 presenta tarjeta que selecciona el canal a operar de manera analógica o digital, mientras que la Figura 4 se observa la discretización de los parámetros obtenidos.

Etapa 2

En esta etapa se optó por utilizar un arreglo de dos poleas, ya que de esta manera disminuye la fuerza a utilizar para el seguimiento

Se realizaron estructuras para el seguimiento con altura de 2.6m de altura para garantizar el libre tránsito del personal para el mantenimiento de la planta solar.

La Figura 5 de muestra un diagrama esquemático de la planta de colectores de cilindro parabólicos, a la cual se le implementara el seguimiento solar.

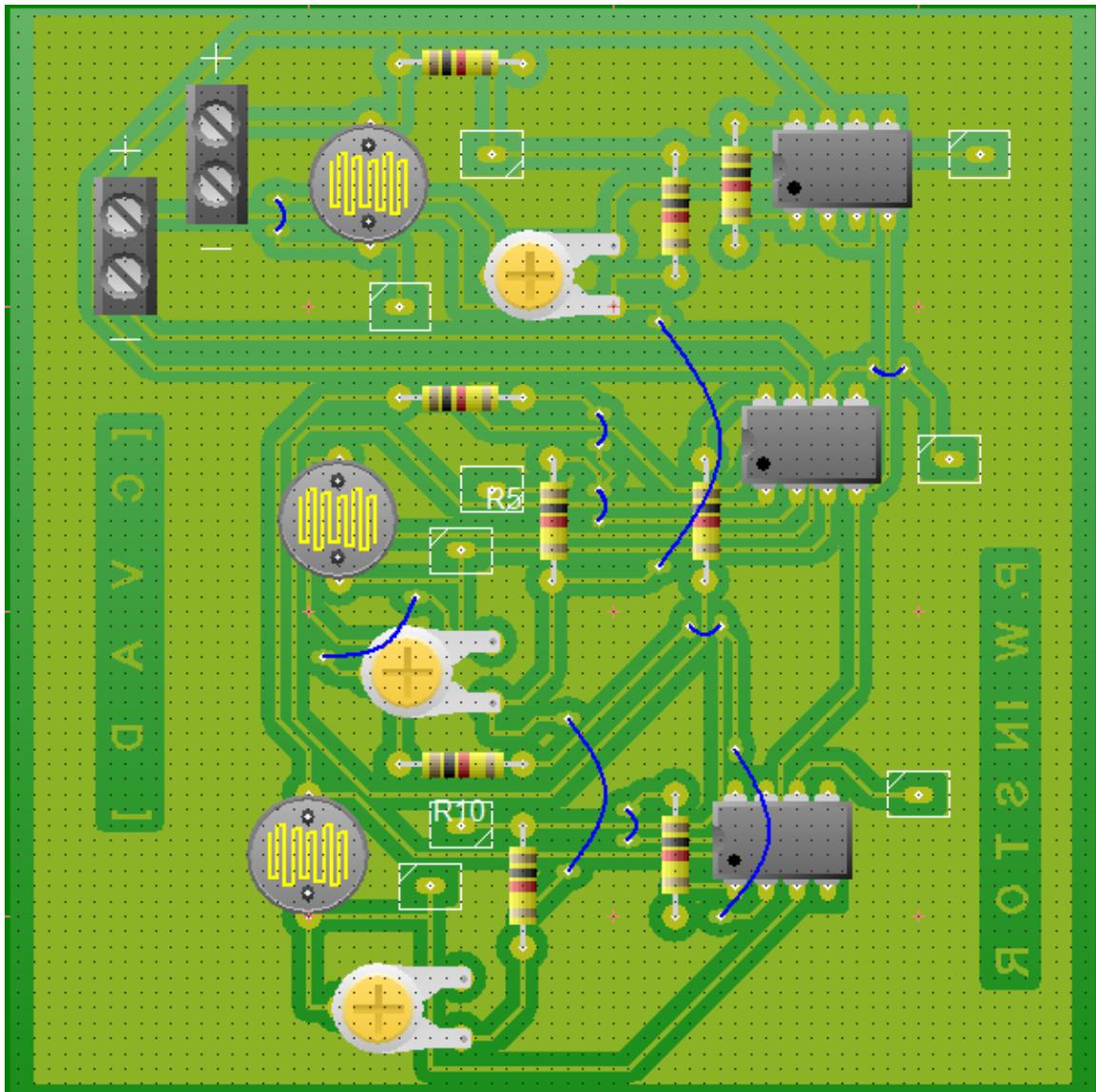


Figura 2.- Obtención de parámetros y amplificación de los mismos

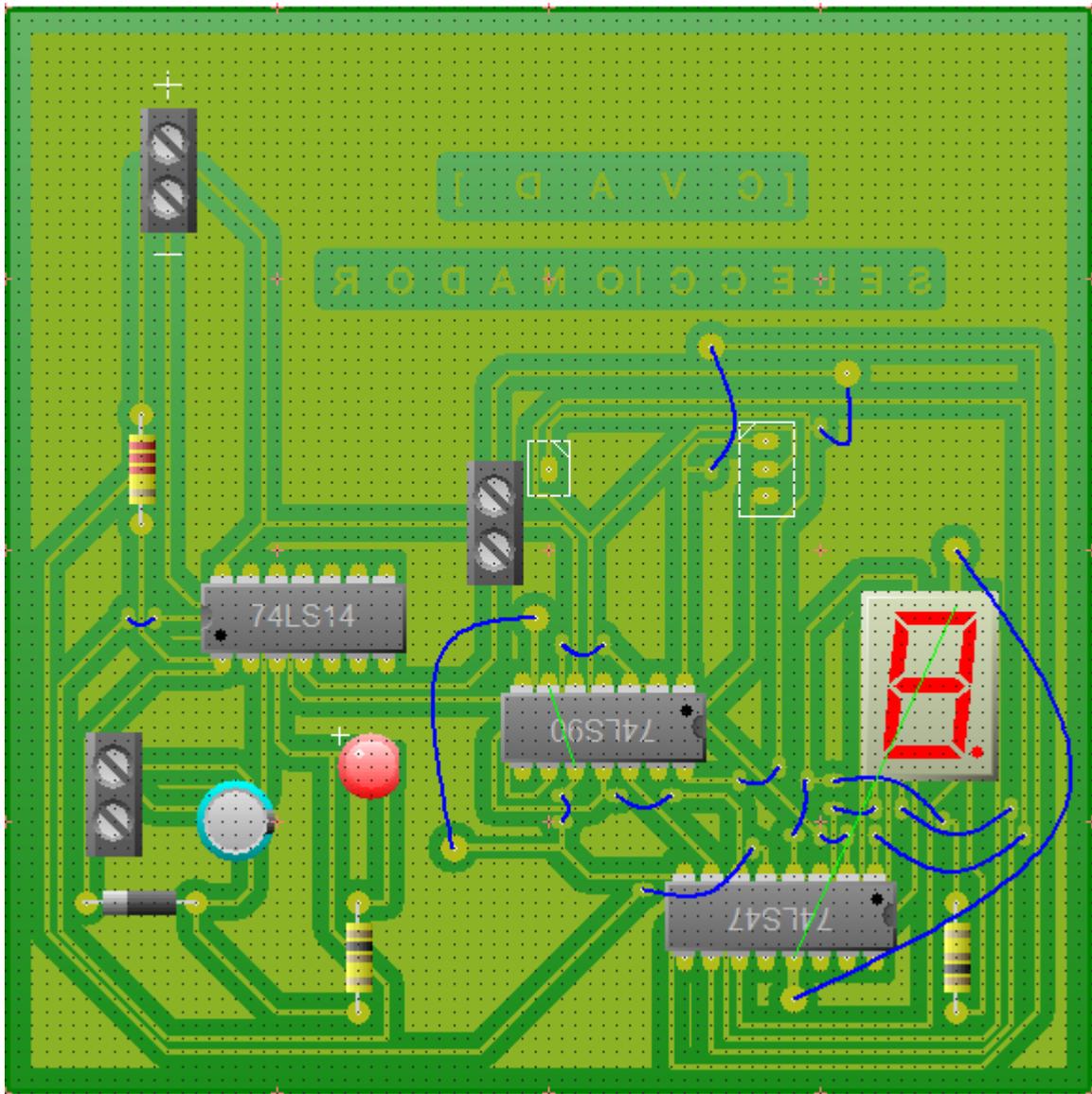


Figura 3.- Selección de canales de manera digital o analógica.

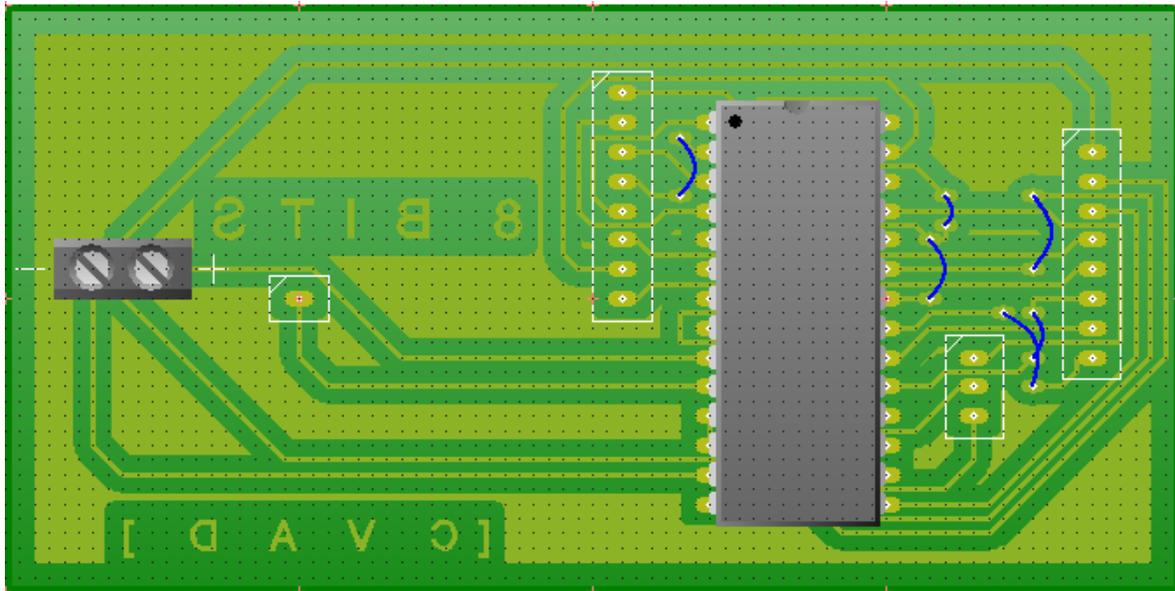


Figura 4.- Discretización de parámetros en 8 bits.

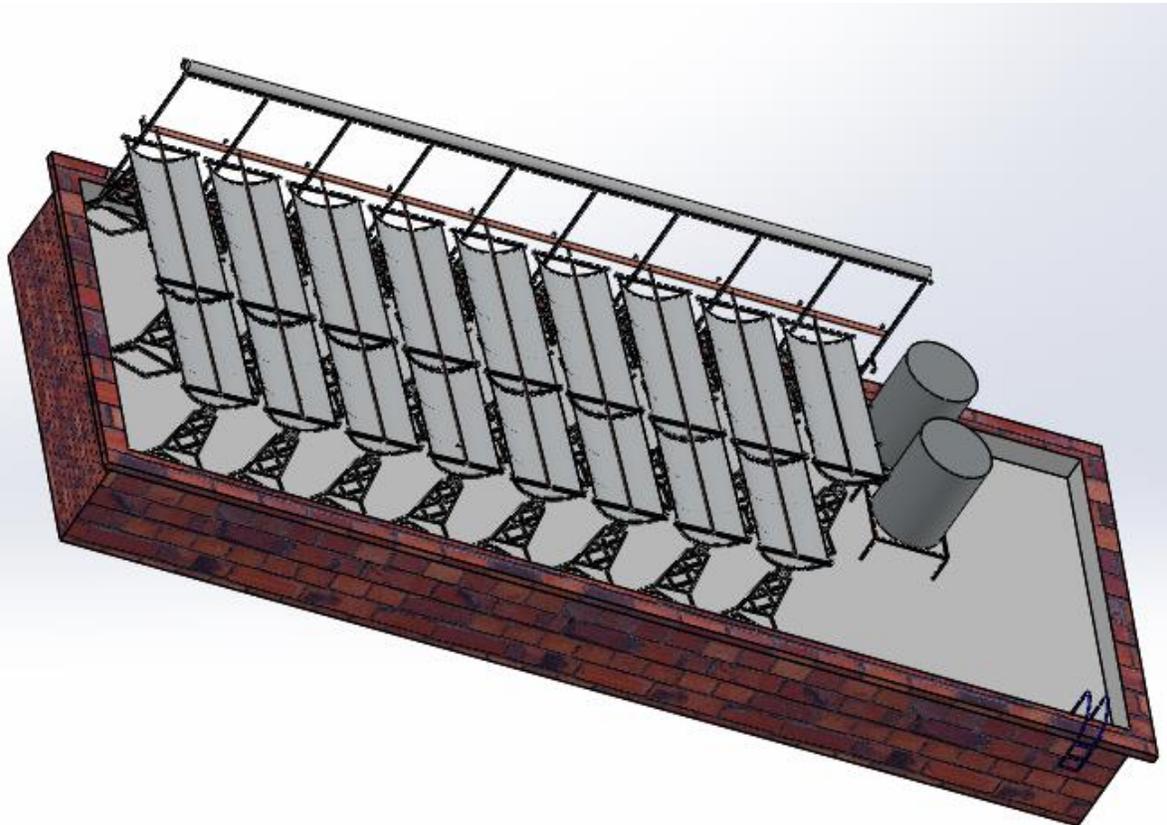


Figura 5.- Diagrama de Planta solar a la que se instalará el sistema electrónico de seguimiento.

Conclusiones.

- Se fabricaron 4 placas por separado menores a 400 cm², las cuales tienen funcionamientos independientes, capaz de adaptarse a las diferentes funciones definidas.
- El acoplamiento de las placas tiene la capacidad de medir con 7 dígitos a la izquierda del punto decimal, los cuales nos dan una mayor precisión del dato obtenido por la fotorresistencia y correlacionado a la incidencia de energía solar.
- La tarjeta tiene 8 canales para adquisición de otras variables simultáneas.
- La construcción de esta tarjeta tiene un costo de \$2500 MXN.
- La calibración esta tarjeta multiplexora se puede realizar mediante un multímetro y un ajuste en la resistencia variable.

Agradecimientos.

Los autores agradecen el financiamiento parcial del CEMIE-SOL-P09 y CONACYT-B-167434.

Referencias.

1. A. Gupta; Y. K. Chauhan; R. Kumar Pachauri; *Sol Energy*, 2016, 136, 236-253.
2. B. Amrouche; N. Belhaouas; S. Achachera; M. Tahar Boukadoum; *Int J Hydrogen Energ*, 2016, 41, 12525-12534.
3. S. Seme; B. Stumberger; M. Hadziselimovic; *Sol Energy*, 2016, 137, 201-211.
4. G. Quesada; L. Guillon; D. R. Rouse; M. Mehrtash; Y. Dutil; P. Paradis; *Energ Convers Manage*, 2015, 103, 147-156.

CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN PARA LA MEZCLA NaOH-H₂O EN CICLOS DE ABSORCIÓN

A. Morales Flores¹, Y. R. Galindo Luna² y R.J. Romero³

¹Facultad de Ciencias Químicas e Ingenierías de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos - Av. Universidad 1001. Col. Chamilpa, C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos, México mflores.ariana@gmail.com, ²Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas – UAEM- yuridiana.galindo@uaem.mx, ³Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas CIICAp –UAEM- rosenberg@uaem.mx

Área de participación: *Sistemas electromecánicos y Energía*

Resumen: La demanda energética ha aumentado en los últimos años, los sistemas de aire acondicionado convencionales consumen una cantidad considerable de energía eléctrica. Sin embargo los sistemas de aire acondicionado por absorción solar, representan una opción viable debido a que pueden ser alimentados mediante fuentes renovables. El desempeño de estos sistemas se encuentra en función de la mezcla de trabajo, compuesta por un refrigerante y un absorbente. El objetivo de este trabajo es proponer una correlación experimental de la solución acuosa de NaOH para determinar la concentración de la mezcla durante la operación del aire acondicionado de absorción. De acuerdo con los resultados la correlación propuesta presenta un error máximo relativo del 0.06%. Determinar la concentración durante el proceso de operación, evita riesgos por cristalización del par de trabajo dentro del sistema, de la misma manera que impide impactos negativos en la vida útil y costos.

Introducción.

La creciente demanda energética, el incremento en los costos y la escasez de los combustibles fósiles, así como el aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero, han impulsado a la comunidad científica en la búsqueda y desarrollo de tecnologías capaces de ser alimentadas con energías renovables.

Derivado de los cambios climáticos y el calentamiento global, la demanda de sistemas de aire acondicionado se ha elevado [1]. Sin embargo los sistemas de aire acondicionado convencionales consumen cantidades considerables de energía, por ello los sistemas solares de aire acondicionado por absorción presentan una opción atractiva y viable para satisfacer las necesidades de confort al mismo tiempo que contribuyen a la reducción del impacto ambiental.

Los sistemas solares de aire acondicionado por absorción consisten en dos componentes acoplados: el sistema de colectores térmicos solares y el sistema de absorción, cuyo desempeño depende principalmente de las propiedades termodinámicas de la mezcla de trabajo, compuesta por un refrigerante y un absorbente. Las mezclas de trabajo deben cubrir requisitos tales como: miscibilidad entre los componentes en un rango de temperaturas de operación en fase líquida [2], ambientalmente amigable, químicamente estable, no explosivo [3]. La literatura reporta diversas mezclas de trabajo, entre los que destacan aquéllos que utilizan NH₃ como fluido refrigerante, y los que usan H₂O, sin embargo los sistemas que utilizan H₂O se ven favorecidos al maximizar la seguridad de los ocupantes debido a que requiere una menor presión en comparación con los que utilizan NH₃ [4]. Al utilizar agua como refrigerante el costo disminuye 3 veces

cuando es comparado con amoníaco [3]. La Figura 1 muestra las principales mezclas de trabajo reportadas en literatura.

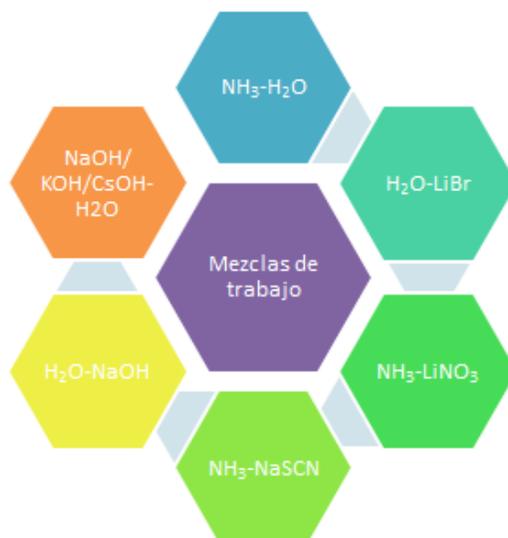


Figura 1.- Principales mezclas de trabajo reportadas en literatura.

La concentración de la solución de trabajo en los sistemas de aire acondicionado varía y permanece bajo presión y temperatura de equilibrio de absorción termodinámica [5] debido a ello es importante conocer la concentración de la solución, ya que a ciertas temperaturas existe el riesgo de cristalización, lo que provocaría impactos negativos en la vida útil del equipo y costos.

Actualmente existen métodos de medición de la concentración tales como: volumétricos, gravimétricos y algunos otros métodos de análisis instrumental, sin embargo llegan a ser costosos o muy tardados. Determinar la concentración de una manera rápida y sencilla, resulta indispensable para el óptimo desempeño del sistema.

En este trabajo se propone la solución acuosa de NaOH, como fluido absorbente, ya que además de cumplir con los requerimientos, su costo es bajo.

El propósito de este trabajo es correlacionar la concentración de la solución acuosa de NaOH con su índice de refracción mediante una ecuación, con el objetivo de medir la concentración de la solución en cualquier momento de la operación en el ciclo de absorción.

Sección Experimental.

Para la correlacionar la concentración e índice de refracción de la mezcla NaOH-H₂O, se prepararon soluciones a distintas concentraciones, desde 20% a 49% p/p, según la siguiente fórmula:

$$X \% p/p = \frac{g_{\text{solute}}}{g_{\text{disolución}}} \times 100 \quad (1)$$

La solución preparada se sometía a una prueba en el densímetro Anton Paar DMA 4100M (Figura 2.) con repetitividad de la densidad de 0.00005 g/cm^3 y $0.02 \text{ }^\circ\text{C}$ de la temperatura. La densidad se medía mediante un barrido de temperatura de 30°C a 80°C , en intervalos de 10°C . Los resultados obtenidos se analizaron realizando una comparación de los datos experimentales contra los reportados en la literatura [6].



Figura 2.- Densímetro Anton Paar DMA 4100M

Una vez obtenida la concentración deseada, se llevó a cabo la medición del índice de refracción de la muestra en el refractómetro Anton Paar Abbemat 200 (Figura 3.) de precisión típica ± 0.0001 y 0.02°C en la temperatura, en temperatura de 40°C , de acuerdo con Romero [5].

El índice de refracción de cada concentración fue registrado 4 veces, en diferentes días. Los valores promedios de los resultados son mostrados en la Figura 4.



Figura 3.- Refractómetro Anton Paar Abbemat 200

Resultados y Discusión.

Los resultados fueron graficados y son mostrados en la Figura 4, en la cual se observa que la tendencia de los datos experimentales es no lineal. Por ello se propone una ecuación polinómica de segundo orden.

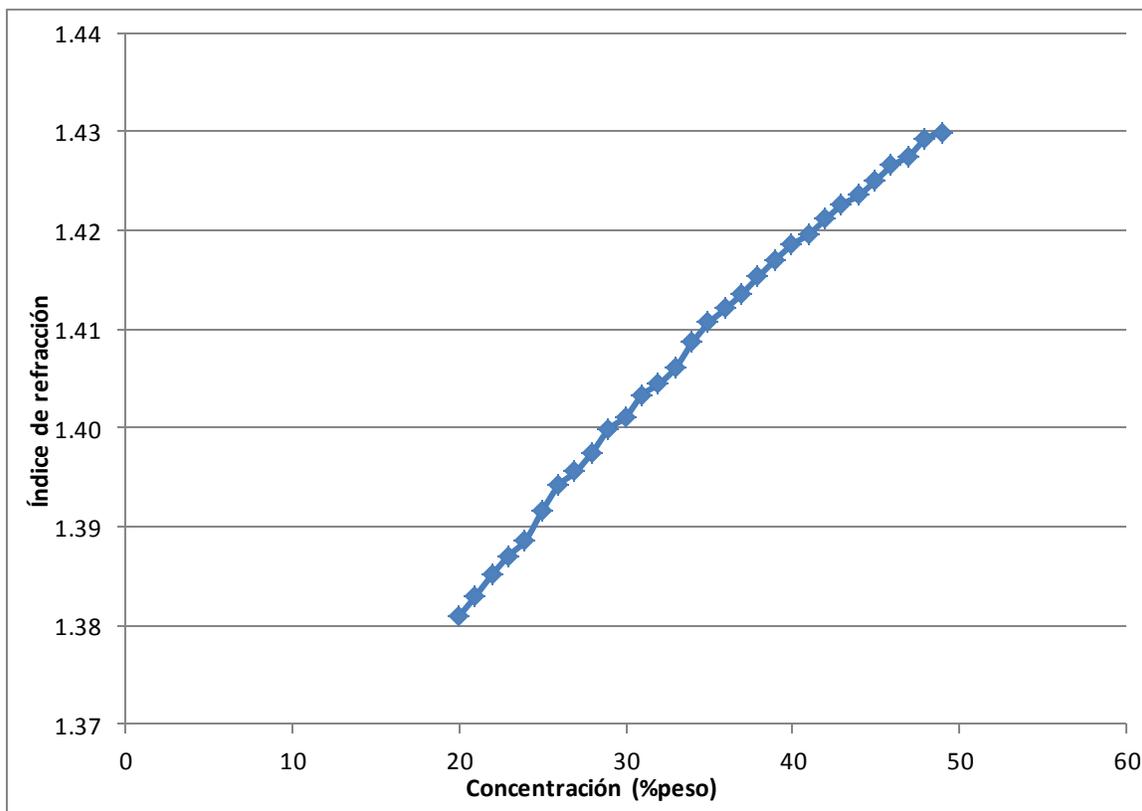


Figura 4.- Datos experimentales del índice de refracción de NaOH-H₂O a 40°C

Con el objetivo de obtener una correlación de datos entre la concentración de la solución de hidróxido de sodio con respecto a su índice de refracción, se midió el índice de refracción de la solución para concentraciones entre 20% y 49% en peso, a temperaturas de 40°C. La correlación obtenida, está expresada en términos de la concentración (X).

$$RI = 1.328050286 + 0.003017044 * X - 1.9081 \times 10^{-5} * X^2 \quad (2)$$

Los valores obtenidos del índice de refracción con la ecuación 2, así como el error relativo para cada concentración a temperatura de 40°C se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.- Índice de refracción experimental y calculado

Concentración %p/p	RI experimental	RI calculado	Error relativo
20	1.3809	1.3808	0.01%
21	1.3830	1.3830	0.00%
22	1.3852	1.3852	0.00%
23	1.3871	1.3873	0.02%
24	1.3886	1.3895	0.06%
25	1.3916	1.3916	0.00%
26	1.3942	1.3936	0.04%
27	1.3955	1.3956	0.01%
28	1.3975	1.3976	0.00%
29	1.3999	1.3995	0.03%
30	1.4011	1.4014	0.02%
31	1.4033	1.4032	0.01%
32	1.4044	1.4051	0.04%
33	1.4061	1.4068	0.05%
34	1.4086	1.4086	0.00%
35	1.4106	1.4103	0.03%
36	1.4121	1.4119	0.01%
37	1.4136	1.4136	0.00%
38	1.4154	1.4151	0.01%
39	1.4170	1.4167	0.02%
40	1.4185	1.4182	0.02%
41	1.4196	1.4197	0.01%
42	1.4211	1.4211	0.00%
43	1.4226	1.4225	0.01%
44	1.4235	1.4239	0.02%
45	1.4250	1.4252	0.01%
46	1.4266	1.4265	0.01%
47	1.4275	1.4277	0.01%
48	1.4292	1.4289	0.02%
49	1.4299	1.4301	0.01%

Conclusiones.

Se propone una ecuación que correlaciona el índice de refracción con la concentración y una temperatura de 40°C, para la solución NaOH-H₂O, para un rango de concentración de 20% a 49% en peso, con un error relativo máximo de 0.06%. Con ello se proporciona una herramienta para la determinación de la concentración para el par de trabajo propuesto, lo que evita riesgos de cristalización de la mezcla al interior de los equipos.

Agradecimientos.

Al proyecto CEMIE-Sol Proyecto 09. Desarrollo de sistemas de enfriamiento operados con Energía Solar y al proyecto de ciencia básica CB-167434.

Referencias.

1. I. Dauta, M. Adzriea, M. Irwantoa, P. Ibrahima, M. Fitraa, *Energy Procedia*, 2013, 36, 444.
2. K.R. Ullah a,n , R. Saidur a,b , H.W. Ping a , R.K. Akikur a , N.H. Shuvo, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, 24, 499.
3. J. Sun, S. Zhang, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, 16, 1899.
4. Y.R. Galindo-Luna, M. Montiel-González, R. J. Romero, E. Venegas-Reyes, m. Basurto-Pensado, Third International Symposium on Renewable Energy and Sustainability, September, 2015.
5. R.J. Romero, M.A. Basurto-Pensado, A.H. Jiménez-Heredia, J.J. Sanchez-Mondragón, *Solar energy* 2006, 80, 177.
6. Responsible care, Manual de solución de soda cáustica, pp.12.

UN PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN HIL MICROCONTROLADA DE SISTEMAS LTI SIS0 EN LABORATORIOS DE SISTEMAS DE CONTROL

A. M. Salgado-Delgado¹, A. Olarte-Paredes² y A. C. Pérez-Flores²

¹*Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Zacatepec-
areli.sd@itzacatepec.edu.mx, ²Departamento Metalmeccánica del Instituto Tecnológico de
Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México-
alfredo.op@itzacatepec.edu.mx, alejandro.pf@itzacatepec.edu.mx*

Área de participación: *Sistemas Electromecánicos y Energía*

Resumen: La enseñanza de aplicaciones de sistemas de control exige métodos que ilustren y motiven adecuadamente. Se reconoce ampliamente que los experimentos de laboratorio motivan a los estudiantes y facilitan la comprensión de los conceptos de la teoría de control. Sin embargo, la adquisición y renovación de los laboratorios puede resultar compleja, costosa e inflexible. En este artículo se presenta un procedimiento para implementar plantas experimentales simuladas mediante el paradigma HIL en sistemas basados en microcontrolador de bajo costo. Con éste procedimiento es posible generar métodos experimentales flexibles y de menor costo, con el potencial de mejorar la viabilidad de renovación de los laboratorios de sistemas de control. Particularmente, el procedimiento se enfoca en sistemas lineales invariantes en el tiempo de una entrada y una salida, comunes en cursos iniciales de sistemas de control, aunque puede ampliarse fácilmente a otros sistemas.

Introducción.

Los experimentos de laboratorio de sistemas de control son una manera muy importante de presentar las aplicaciones de la teoría de control a estudiantes de ingeniería. Con éstos, se mejora la enseñanza y comprensión de aplicaciones de ingeniería de control como lo son el modelado de sistemas y el diseño e implementación de controladores [1]. Típicamente, un laboratorio de sistemas de control está formado por tres piezas:

- 1) un software de simulación y análisis, el cual puede incluir herramientas de análisis y diseño de sistemas de control, generadores de código y compiladores;
- 2) un controlador electrónico configurable, el cual puede ser un sistema analógico basado en amplificadores operacionales o, con mayor frecuencia, un sistema digital microcontrolado o un sistema basado en procesador digital de señales (DSP); y
- 3) una planta física experimental, la cual captura el comportamiento de la vida real de ciertos escenarios de control industrial.

Sin embargo, la adquisición y el crecimiento de un laboratorio de tales características (particularmente la pieza 3) requieren instalaciones complejas, costosas, inflexibles y, en ciertos casos, potencialmente peligrosas tanto para estudiantes como para docentes. En contraparte, usar sólo la simulación a través de software para presentar las aplicaciones de la teoría de control no es suficientemente ilustrativo de los conceptos necesarios.

El paradigma de Hardware-In-the-Loop (HIL) puede ayudar a construir una estrategia de establecimiento de laboratorio de sistemas de control modernizado, flexible y económico. En HIL, la planta física experimental se reemplaza por un modelo de la misma implementado en una plataforma digital. Esta plataforma digital puede ser un microcontrolador, un DSP, un arreglo de compuertas programable en campo (FPGA) o una computadora [2]. Con HIL, el experimento de un sistema de control retroalimentado convencional pasa de ser implementado plenamente en hardware a ser implementado con una versión de la planta experimental simulada, como lo muestra la Figura 1.

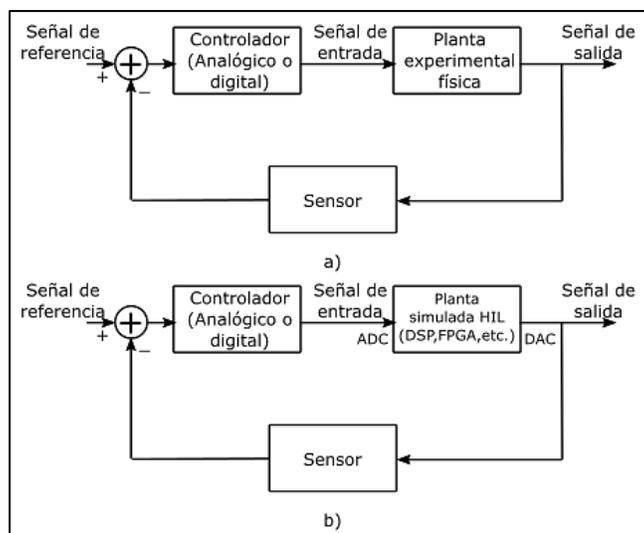


Figura 1.- Experimento de a) Sistema de control retroalimentado convencional y b) Sistema de control retroalimentado basado en HIL.

Este artículo presenta un procedimiento simple y replicable para implementar HIL en un sistema basado en microcontrolador. Aquí, el procedimiento está dirigido a plantas experimentales de una entrada y una salida (SISO), adecuadas para entornos educativos de primera exposición a la ingeniería de control. Sin embargo, el mismo procedimiento puede extenderse para otros entornos y aplicaciones dado que la complejidad de los sistemas se refleja en la construcción de los modelos más no tanto en su implementación. El resto del documento se organiza de la manera siguiente: a) Fundamento Teórico, donde se presenta el procedimiento de implementación HIL, b) Resultados y Discusión, de un caso de aplicación del procedimiento presentado y c) Conclusiones.

Fundamento Teórico.

El paradigma de HIL es una fase de la metodología de diseño basada en modelos, ampliamente utilizada para el diseño y prueba de sistemas microcontrolados y microprocesados [2]. En HIL, una planta experimental se reemplaza por una simulación en tiempo real de la misma, la cual resulta funcionalmente equivalente a la planta física para las variables de interés en el escenario experimental requerido y cuya ejecución ocurre con la misma evolución temporal que el propio sistema físico. En otras palabras, con HIL se cuenta con un sistema programable

del tipo “caja negra” con el que físicamente se puede interactuar por medio de entradas y salidas digitales o analógicas y observar el comportamiento aproximado de una planta experimental en tiempo real.

Este reemplazo de la planta experimental resulta una alternativa conveniente para tratar con los problemas de costo, complejidad y flexibilidad presentes en los laboratorios experimentales convencionales de sistemas de control. La Figura 2 ilustra un sistema de control de temperatura experimental [3] y su correspondiente versión basada en HIL en un microcontrolador. El comportamiento dinámico de la temperatura del sistema se describe como un programa ejecutado por el microprocesador. Se enfatiza que el costo de adquisición del sistema experimental puede ser varias veces mayor que el costo del sistema integrado y que la flexibilidad en el caso HIL es notoriamente mayor puesto que los cambios en la dinámica de la planta sólo requieren la actualización de la descripción del comportamiento dinámico al interior del microprocesador.

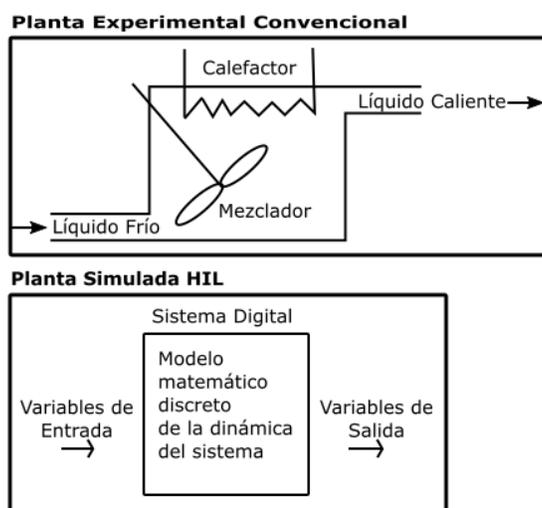


Figura 2.- Planta experimental de control de temperatura junto con una versión basada en HIL.

El comportamiento dinámico de un sistema de control se representa típicamente en términos de ecuaciones diferenciales, obtenidas a partir de las leyes físicas que gobiernan el sistema determinado. Si los sistemas se describen mediante ecuaciones diferenciales lineales e invariantes en el tiempo (LTI), el comportamiento dinámico se caracteriza por funciones de transferencia continua (en el dominio de la variable s) o discreta (en el dominio de la variable z).

La intención del procedimiento de implementación que se presenta es sustituir una planta experimental por una implementación digital basada en microcontrolador de un modelo matemático discreto del sistema. La obtención del modelo matemático discreto puede realizarse mediante la transformación del modelo continuo de ecuaciones diferenciales LTI a un modelo discreto (transformada z) o mediante la transformación aproximada de una función de transferencia continua a una función de transferencia discreta (método de retención de orden cero, método de retención de orden uno, método de transformación bilineal de Tustin, entre otros) [4]. A partir de la función de transferencia discreta, el modelo matemático a implementar en

microcontrolador se construye de manera similar a la implementación de filtros digitales [5] en sistemas basados en DSP.

Para lo que aquí se describe, se eligió la transformación bilineal de Tustin para la discretización de funciones de transferencia continuas, dada la madurez y amplia aplicación del método. Asimismo, se eligió la implementación de la función de transferencia discreta como un filtro de respuesta al impulso infinito (IIR) debido principalmente a sus requerimientos modestos de memoria sobre el filtro de respuesta al impulso finito (FIR).

De tal manera, los pasos del procedimiento propuesto para la implementación HIL de un sistema SISO se conforman como sigue:

1. Obtención de una función de transferencia continua del sistema SISO LTI en el dominio de s .
2. Obtención de una función de transferencia discreta a partir de la transformación bilineal de Tustin sobre la función de transferencia continua del Paso 1.
3. Obtención de una ecuación en diferencias con retroalimentación (filtro digital IIR) a partir de la función del Paso 2.
4. Implementación de la ecuación en diferencias del Paso 3 en un sistema microcontrolado.

Resultados y Discusión.

Con la intención de ilustrar el procedimiento propuesto en la sección anterior se presenta ahora un caso didáctico. La planta experimental es el conocido sistema eléctrico RC serie con resistencia de carga en paralelo R_L (Figura 3). La variable de entrada es el voltaje V_i y la variable de salida es el voltaje V_o .

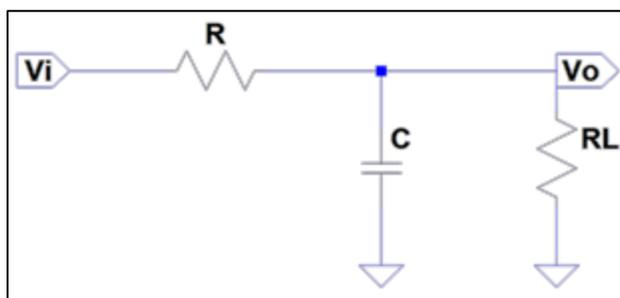


Figura 3.- Caso didáctico: Sistema eléctrico RC serie con resistencia de carga en paralelo.

A partir de la ley de voltaje de Kirchhoff, aplicada en la malla de entrada, la función de transferencia continua V_o/V_i está dada por:

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{\tau s + \rho},$$

$$\tau = RC, \rho = 1 + \frac{R}{R_L}. \quad (1)$$

Aplicando la aproximación de Tustin, $s = \frac{2}{T} \cdot \frac{(z-1)}{z+1}$, y ciertas manipulaciones algebraicas, la función de transferencia discreta en potencias negativas de z está dada por:

$$\frac{V_o(z)}{V_i(z)} = \frac{T + Tz^{-1}}{\alpha + \beta z^{-1}},$$

$$\alpha = \rho T + 2\tau, \beta = \rho T - 2\tau. \quad (2)$$

donde T corresponde al periodo de muestreo (en segundos) de la discretización. A continuación, igualando el producto de $V_o(z)$ por el denominador de (2) con el producto de $V_i(z)$ por el numerador de (2), después despejando para $V_o(z)$ y finalmente aplicando $x(z) = x[kT]$, $x(z^{-1}) = x[(k-1)T]$, la salida V_o en tiempo discreto se obtiene de la ecuación en diferencias finitas:

$$V_o[kT] = C_1 V_i[kT] + C_1 V_i[(k-1)T] - C_2 V_o[(k-1)T],$$

$$C_1 = \frac{T}{\alpha}, C_2 = \frac{\beta}{\alpha}. \quad (3)$$

donde kT y $(k-1)T$ corresponden respectivamente al tiempo en el que ocurre la k -ésima muestra y al tiempo en el que ocurre la primera muestra anterior a la k -ésima de las señales del sistema. $V_i[kT]$ y $V_i[(k-1)T]$ deben interpretarse como el valor de la k -ésima muestra de V_i y el valor de la primera muestra anterior a la k -ésima muestra de V_i , respectivamente.

La estructura básica sugerida en forma de pseudocódigo para implementar (3) en un microcontrolador se muestra en la Figura 4. Se considera que V_i esté aplicado en una entrada con capacidad de conversión analógica a digital y V_o sea observable en una salida con capacidad de conversión digital a analógica.

Inicio A modo de validar el procedimiento y el algoritmo presentados se presentan los resultados de la implementación de un ejemplo de simulación HIL del sistema de la Figura 3 con $R = 200 \Omega$, $C = 1 \text{ mF}$ y $R_L = 800 \Omega$. En tal caso,

$\tau = 0.2 \text{ s}$, $\rho = 1.25$, $\alpha = 0.425$, $\beta = -0.375$ y, al elegir $T = \frac{\tau}{10}$, se obtiene

$C_1 = 0.047$, $C_2 = -0.8823$. Un análisis sencillo de la función de transferencia continua

permite identificar que ante una entrada de escalón unitario el sistema alcanza un estado estacionario de 0.8 en aproximadamente un segundo.

```

configurar sistema
  inicializar C1 y C2
  inicializar Vik, Vik-1, Vok y Vok-1
  hacer
    esperar tiempo de muestreo
    leer entrada-analógica-a-digital
    almacenar entrada-analógica-a-digital en Vik
    calcular Vok [empleando Ecuación (3)]
    escribir Vok en salida-digital-a-analógica
    Vok-1 = Vok
    Vik-1 = Vik
  fin
fin

```

Figura 4.- Pseudocódigo de la implementación HIL del sistema RC + RL de la Figura 3.

El algoritmo de la Figura 4 se implementó en una plataforma de microcontrolador Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 corriendo a 84 MHz [6,7] y se ejecutó una simulación de la respuesta al escalón del sistema. La respuesta se observa en la Figura 5, notando las cualidades y cantidades que se esperaban para la naturaleza del caso educativo presentado. Aunque en este caso en particular, las ventajas asociadas al costo económico de la implementación pueden no ser evidentes, se debe apuntar a varias otras plantas experimentales (sistemas térmicos y mecánicos, por ejemplo) los cuales pueden llegar a modelarse con una función de transferencia similar a la del sistema eléctrico presentado aquí y en las que el orden de costo es significativamente mayor que el de un microcontrolador como el empleado aquí.

La flexibilidad de la implementación HIL debe notarse como la mayor ventaja del procedimiento. Por una parte, el ajuste de parámetros se hace sin requerir la modificación física de componentes lo que además de mejorar los costos, mejora la identificación de los objetivos de los experimentos. Por otro lado, el paradigma de la ejecución en tiempo real permite que la simulación sea capaz de interactuar con elementos de hardware favoreciendo la experimentación en un entorno más seguro. Finalmente, la adopción de la implementación HIL permite construir plantas experimentales variadas como la de la Figura 6, donde se muestra un controlador proporcional integral (PI) implementado en un circuito controlador externo al microcontrolador del sistema HIL con el cual puede modificarse la respuesta del sistema de (3) por la respuesta de la Figura 7 en la que se observa claramente la acción del control PI retroalimentado. Como nota final, se debe mantener la atención en que en la implementación propuesta se hace uso de operaciones de punto flotante. Esto puede ser importante puesto que el tiempo requerido para ejecutar la aritmética del modelo discreto debe ser menor que el tiempo de muestreo T de la discretización del sistema, de modo que la calidad de la ejecución en tiempo real se consiga. Éste tiempo de ejecución depende definitivamente de las características de la plataforma digital, la cual puede ser de

8, 16 o 32 bits y contar o no con una unidad de procesamiento aritmético de punto flotante. Para una determinada plataforma digital existen límites entre el tiempo de muestreo mínimo y el tiempo para procesar la aritmética del modelo discreto a simular mediante HIL. De lo anterior, puede resultar de interés el desarrollo futuro de una metodología para estimar tales límites en varias plataformas digitales de acuerdo con la complejidad de ciertos modelos a implementar.

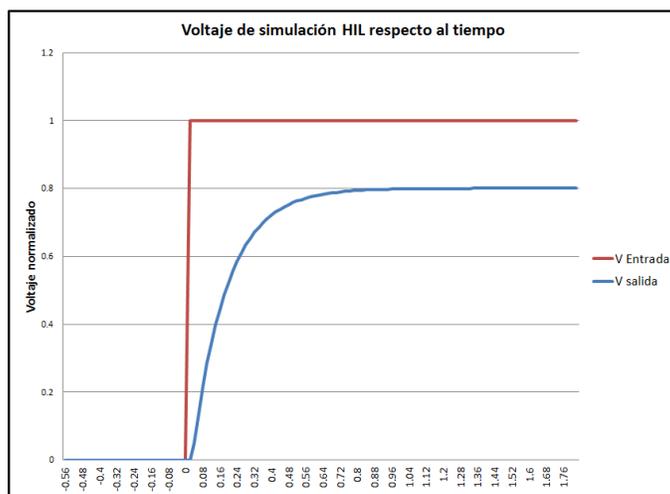


Figura 5.- Respuesta al escalón de entrada unitario de la simulación HIL del sistema RC+RL.

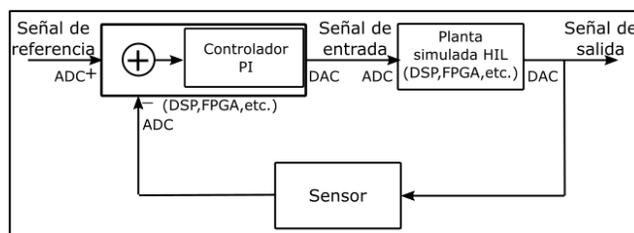


Figura 6.- Simulación en tiempo real HIL entre un controlador y un sistema simulado.

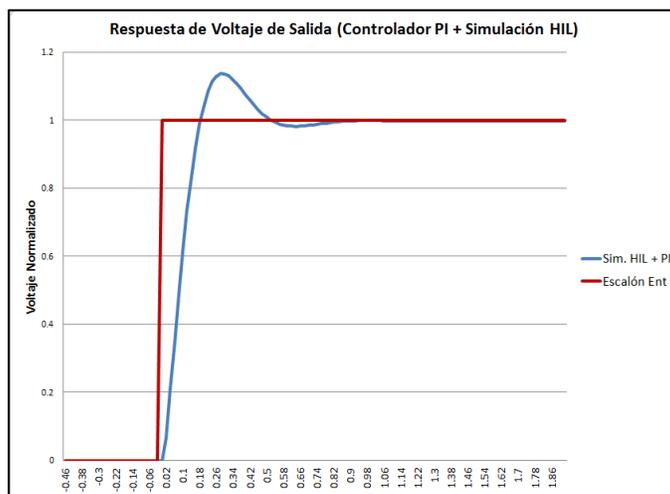


Figura 7.- Respuesta al escalón de entrada unitario de una simulación HIL RC + RL en un sistema retroalimentado con controlador PI.

Conclusiones.

Aquí se ha presentado un procedimiento simple de cuatro pasos para la implementación HIL de un sistema LTI SISO en una plataforma basada en microcontrolador. Además se ha desarrollado el procedimiento en un caso ilustrativo simple. Al basarse en herramientas conocidas de la teoría de control y teoría de sistemas digitales, el procedimiento resulta sencillo y la complejidad de la implementación reside en la complejidad del modelo matemático del sistema físico. Así, aunque se ha presentado un algoritmo adecuado para sistemas de primer orden, el mismo puede extenderse fácilmente para la implementación de sistemas de orden mayor.

El enfoque que se ha buscado es el de contar con una herramienta metodológica que ayude a renovar el trabajo experimental en los laboratorios de sistemas de control. Mediante la simulación HIL se reducen los costos de adquisición y renovación de plantas experimentales, se reducen tanto la complejidad como los riesgos potenciales en la experimentación y se incrementa en gran medida la flexibilidad práctica. Esto conlleva el potencial de mejorar la comprensión de las aplicaciones de sistemas de control.

Es importante recalcar la importancia de tomar en cuenta tanto el poder de procesamiento así como la elección del tiempo de muestreo posible en la plataforma de microcontrolador elegida, por lo que para un sistema determinado a simular con HIL puede valer la pena realizar una comparativa entre distintas plataformas digitales que facilite la elección de la plataforma más adecuada.

Referencias.

1. Leva, A hands-on experimental laboratory for undergraduate courses in automatic control, IEEE Transaction on Education, 46(2) (2003), pp. 263±272.
2. S. Csikos, A. Balint; DC Motor Simulation with ARM based Hardware in the loop, Recent Innovations in Mechatronics Vol. 3 (2016) No. 1-2.
3. K. Ogata in Ingeniería de Control Moderna, Ed. Pearson Prentice-Hall, 4ª. Ed en español, 2004.
4. F. Haugen; Discretization of simulator, filter and PID controller, TechTeach (2010).
5. Hernández-Rosales, G. Quiroz, R. Fermat; Implementation of a FIR Filter and PID controllers into 8-bit Microcontrollers, Congreso Anual de la Asociación de México de Control Automático 2009, Zacatecas, México.
6. Atmel Corp., ATSAM3X8e Cortex-M3 MCU Datasheet, <http://www.atmel.com/devices/ATsam3x8e.aspx> (Diciembre, 2016).
7. Arduino CC, Arduino Due Overview and Technical Specifications, <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue> (Diciembre 2016).

DESARROLLO DE UN CONTROL DE VELOCIDAD BASADO EN UN PID DIGITAL PARA UN MOTOR DE INDUCCIÓN MONOFÁSICO UTILIZANDO UN RASPBUDIO

E. Rico-León¹, S. Espinoza-Salgado¹, W. N Hernández-Díaz¹, B. A. Aranda-Benítez¹, Z. Vargas-Galarza¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zacatepec, Depto. de Sistemas y Computación, Calzada Tecnológico No. 27, Zacatepec, Morelos, México;
eduardodepolaris@gmail.com, socrates.es@itzacatepec.edu.mx, baranda@yahoo.es,
wendyntz@hotmail.com, zullyvag@hotmail.com

Área de participación: *Inteligencia artificial*

Resumen: El presente trabajo muestra el desarrollo de un Sistema de Control PID Digital implementado sobre dispositivos de tecnología de punta, dicho control regula la velocidad de un motor de inducción. Este algoritmo monitorea y regula las RPM del motor utilizando un Arduino integrado a una Raspberry Pi 3, cuyo diseño y simulación del algoritmo PID Digital se modeló en Simulink/MATLAB.

Introducción.

El controlador PID es por mucho el algoritmo de control más común. La mayoría de los lazos de realimentación se controlan mediante este algoritmo u otro con pequeñas variaciones. Se implementa de muchas formas diferentes, como un controlador único o como parte de un paquete DDC (Control Digital Directo) o un sistema de control de procesos distribuido jerárquico. Muchos miles de ingenieros de instrumentación y control en todo el mundo están usando tales controladores en su trabajo diario. El algoritmo PID se puede contemplar desde muchas direcciones diferentes. Se puede ver como un dispositivo que puede operarse con unas pocas reglas heurísticas, pero que también puede estudiarse analíticamente.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

La primera fase de este sistema es el modelado del algoritmo PID usando el software Simulink de MATLAB. La segunda fase es la implementación física del sistema y programación del algoritmo en la Raspberry Pi (RPi) ligado a un microcontrolador Arduino, el cual censa las RPM del motor y las envía a la RPi.

Las variables de entrada serán el error (e) y cambio en el error (ce), donde e es la diferencia de las RPM objetivo menos la lectura actual registrada, ce es la diferencia del error actual menos el error anterior.

La ley del control PID analógico implementado se puede describir como:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_i}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_d T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Donde:

$u(t)$ = Es la señal de control.

K_p = Es la constante de proporcionalidad en la acción de control proporcional.
 K_i = Es la constante de proporcionalidad en la acción de control integradora.
 K_d = Es la constante de proporcionalidad en la acción de control derivativo.
 T_i = El tiempo requerido para que la acción integral contribuya a la salida del controlador en una cantidad igual a la acción proporcional.
 T_d = El tiempo requerido para que la acción proporcional contribuya a la salida del controlador en una cantidad igual a la acción derivativa.

La ecuación del PID digital es:

$$u(k) = u(k - 1) + ae(k) + be(k - 1) + ce(k - 2) \tag{2}$$

Donde:

$$a = \left(Kp + Ki \cdot \frac{Ts}{2} + \frac{Kd}{Ts} \right)$$

$$b = \left(-Kp + Ki \cdot \frac{Ts}{2} - \frac{2Kd}{Ts} \right)$$

$$c = \left(\frac{Kd}{Ts} \right)$$

Ts, es el tiempo de muestreo.

El esquema PID Digital modelado con Matlab es el siguiente (Figura 1):

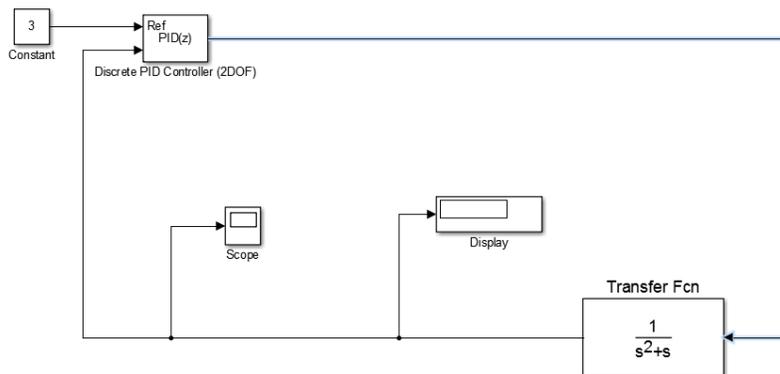


Figura 1.- Esquema de un control PID Digital controlando a un proceso $1/(s^2+s)$.

El esquema PID Digital propuesto se muestra a continuación (Figura 2):

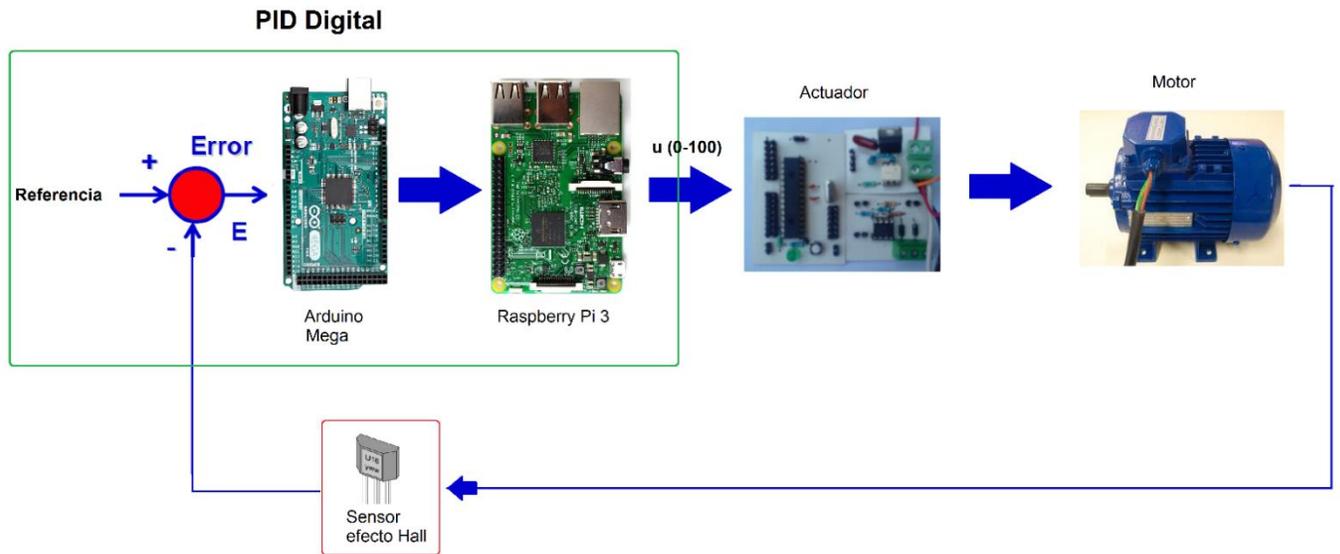


Figura 2.- Esquema del control PID Digital propuesto.

En la Figura anterior el PID Digital está compuesto principalmente por una Raspberry Pi 3 y un Arduino, combinación denominada Raspduino.

La señal $u(t)$ varía en función del tiempo en un rango de 0 a 100, donde cero es apagado (0 RPM) y 100 es máxima RPM (máxima velocidad del motor). El actuador es una etapa de potencia que recibe la señal $u(t)$ y genera un PWM para el control del motor.

Resultados y Discusión.

A continuación se muestra el comportamiento del control PID Digital, se monitorean dos variables durante el funcionamiento, la señal de control $u(t)$, el error $e(t)$ y la velocidad respectivamente (Figuras 3a, 3b y 3c).

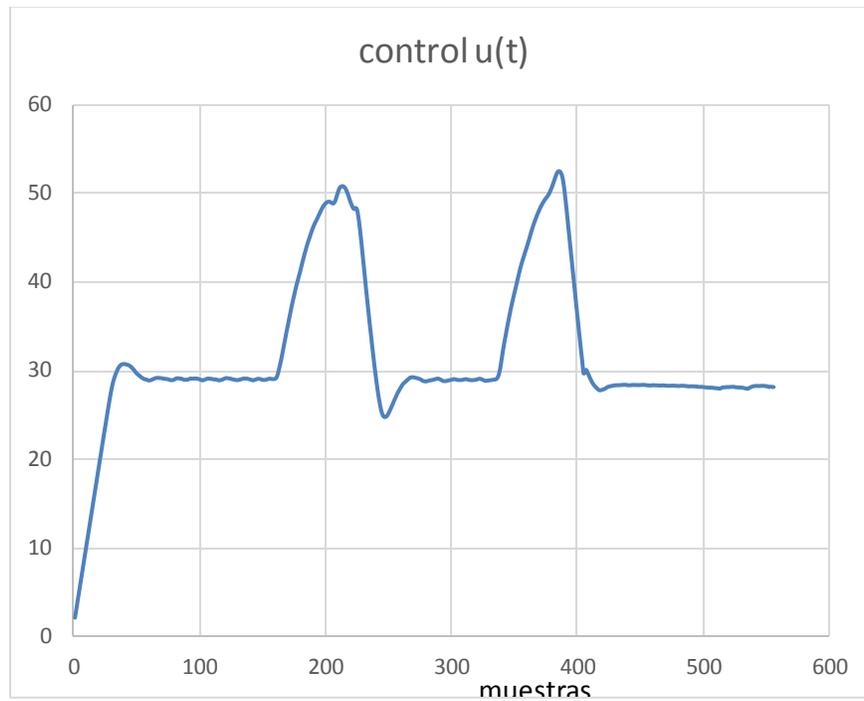


Figura 3a.- Comportamiento de la señal de control en el motor monofásico de inducción.



Figura 3b.- Comportamiento del error en el motor monofásico de inducción.

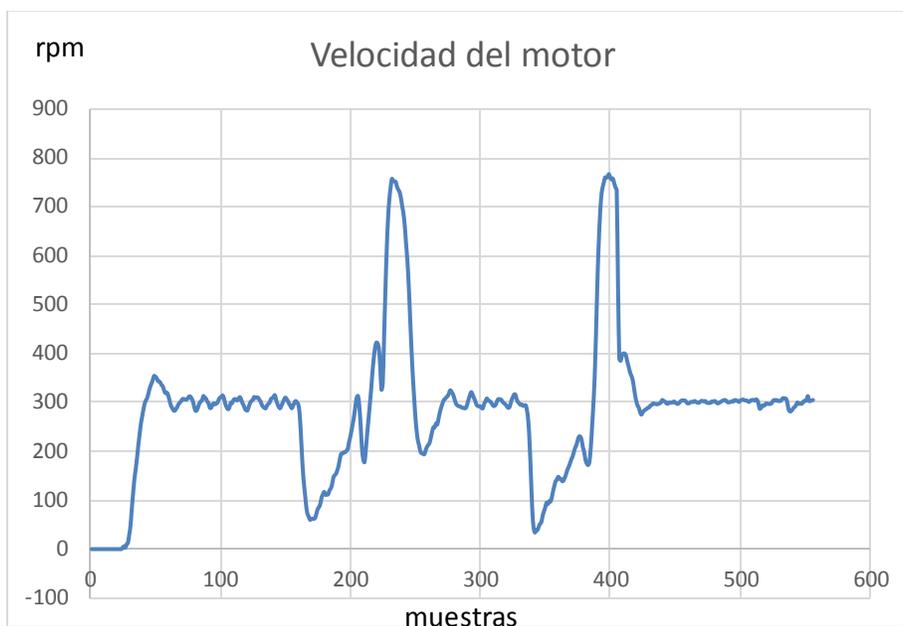


Figura 3c.- Comportamiento del control PID Digital en la velocidad (rpm).

En la Figura 3c, se observa que la velocidad del motor se controla en 300 rpm, sin embargo se aprecian ciertas oscilaciones alrededor de los 300 rpm, lo anterior se debe a que el sensor de velocidad induce algo de ruido.

Cada muestra k , tiene un periodo de muestreo T de 0.1 segundos, lo que el tiempo t se determina como $t=kT$.

En la misma figura se aprecian 2 perturbaciones mecánicas, una con $k=160$ y la otra con $k=340$.

En ambas perturbaciones mecánicas se varió el par mecánico por lo que la velocidad del motor monofásico de inducción disminuyó pero se repuso en las muestras 300 y 430 respectivamente.

El Arduino se programa para registrar la velocidad del motor y transferir los datos de RPM a la Raspberry Pi, en la cual se encuentra codificado el algoritmo PID Digital, la señal $u(t)$ se transfiere a la etapa de control en la que se encuentra conectado el motor.

Conclusiones.

El desarrollo de este Control PID Digital sobre Raspduino, aunque pareciera ser algo excesivo, demuestra que un PID clásico (analógico) puede ser desarrollado en dispositivos actuales, además facilitan la integración con sistemas convencionales, como PC's o equipos industriales, lo que permite realizar mejoras y ser utilizado en otras aplicaciones.

Sobre el desarrollo del algoritmo PID Digital, el manejo de las constantes K_{PID} en un principio se dificultó, debido a que un cambio en éstas altera significativamente

el comportamiento deseado, pero con este desarrollo se pretende el crear un mecanismo que *sintonice* este control, es decir, genere y seleccione valores adecuados para las constantes K_{PID} .

Agradecimientos.

Se agradece el apoyo al Instituto Tecnológico de Zacatepec y al cuerpo colegiado por las facilidades otorgadas al desarrollo de este trabajo.

Referencias.

1. K. Ogata. (2008). Sistemas de control en tiempo discreto. Prentice Hall.
2. B. C. Kuo. (1996). Sistemas de Control Automatico. Illinois, USA: Prentice-Hall Inc.
3. M. Pérez. (2014). Raspberry+Arduino=Raspduino. 2014, de Geeky Theory Sitio web: <https://geekytheory.com/arduino-raspberry-pi-raspduino>

DISEÑO MECÁNICO Y CONTROL DE UN PROTOTIPO PARA UN SEGUIDOR SOLAR CON DOS GRADOS DE LIBERTAD

A. J. Martínez-Mata¹, M. Barrera-Marcelino¹, A. Olarte-Paredes¹, E. Salinas-Hernández¹, J. M. Chagolla-Gaona¹, J. E. Ruiz Ramírez¹, M. R. Patiño-Cayetano²

¹Departamento de Metal-Mecánica del Instituto Tecnológico de Zacatepec - ajavier.mm@itzacatepec.edu.mx, tsu_mmb_22@hotmail.com, SALINAS-76@hotmail.com, chagolla@itzacatepec.edu.mx Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México, ²Ingeniería en Diseño T. y M. de la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero, mrpc_inge@hotmail.com

Área de participación: *Sistemas Electromecánicos y Energía*

Resumen: En el presente trabajo se realizó el diseño mecánico de un prototipo para un Seguidor Solar con dos grados de libertad para optimizar el aprovechamiento en la captación de la energía del Sol, el algoritmo de control, por tiempos, se implementó en una Tarjeta de bajo costo denominada Arduino Mega, la interface se programó en Labview para la obtención de datos de corriente y voltaje, y corroborar los datos de eficiencia de la celda, los cuales se mantuvieron durante las pruebas realizadas. El diseño mecánico se realizó mediante el software SolidWorks y Aluminio como material de construcción del prototipo dando una mayor esbeltez y bajo costo de manufactura.

Introducción.

Actualmente el Cambio Climático representa una alteración significativa en los patrones locales o globales del clima, las causas pueden ser naturales, por ejemplo, variaciones en la energía que se recibe del Sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos, entre otros, o puede ser causada por las actividades humanas, como puede ser a través de la emisión de CO₂ y otros gases que causan el efecto invernadero, o bien por la alteración del uso de grandes extensiones de suelos que causan, finalmente, un calentamiento global [1]. Algunos de los impactos adversos producidos por el calentamiento global son: Ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos y el sector pesquero, biodiversidad vegetal y animal, recursos hídricos y edáficos, sector forestal y agrario, zonas costeras, riesgos de crecidas fluviales, inestabilidad de laderas, incendios forestales y salud humana [2]. Una gran parte de la energía eléctrica en México es producida por centrales termoeléctricas que operan en función de la quema de combustibles sólidos, como el carbón. Esto ocasiona un incremento de CO₂ en el ambiente y por consiguiente un calentamiento global generalizado [3].

Una solución a esa problemática es la generación de electricidad mediante fuentes renovables, específicamente este trabajo se enfoca en la energía solar fotovoltaica. La energía solar fotovoltaica es la producida mediante paneles solares que transforman la radiación solar a energía eléctrica en corriente directa, de acuerdo a [4-8] el uso de paneles solares *movibles* tienen una mejora del 30% en el rendimiento en la captación de energía solar, en comparación con paneles solares *estáticos*. El objetivo primordial es mantener una posición ortogonal en relación a los rayos solares [9-10].

En este trabajo se presenta el diseño mecánico y electrónico de un prototipo para un seguidor solar de bajo costo, cuya misión consiste en seguir al sol desde su salida hasta su puesta y regresar de manera automática a la posición original. El algoritmo de control es implementado en un microprocesador MEGA Arduino 2560, se presenta la secuencia de operación para el comando de los motores que accionan el mecanismo del seguidor solar. Finalmente se presentan los resultados obtenidos del voltaje y la corriente de la celda solar.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Diseño Mecánico

El diseño mecánico consistió en una estructura de tipo mecatrónico que permite el movimiento angular del panel solar en dos ejes uno vertical, *movimiento de orientación* (Φ) y otro horizontal, *movimiento de inclinación* (Θ) con la intención de mantener el panel solar en posición *Normal* a la incidencia de los rayos solares (β) como se observa en la Figura 1.

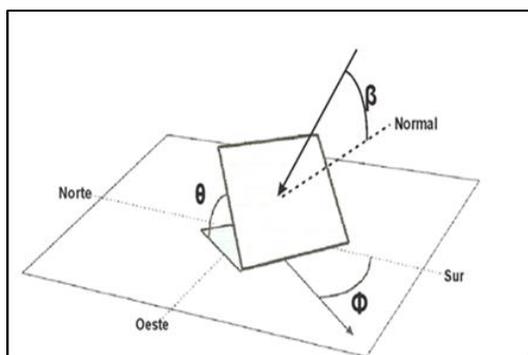


Figura 1.- Representación de los movimientos de orientación e inclinación del panel solar.

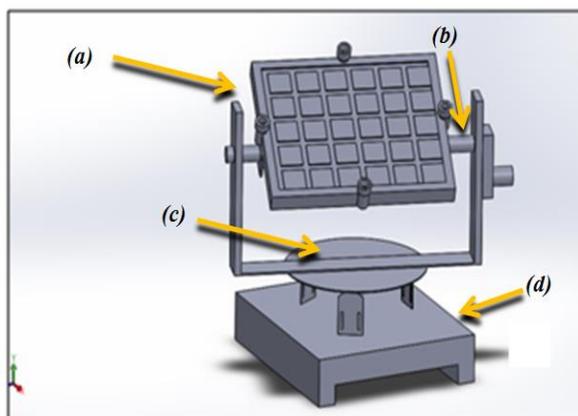


Figura 2.- Prototipo seguidor solar ensamblado (a) Base y Panel Solar, (b) Eje para el movimiento de inclinación, Θ (c) Plato para el movimiento de orientación y soporte móvil, Φ , (d) Base del seguidor solar

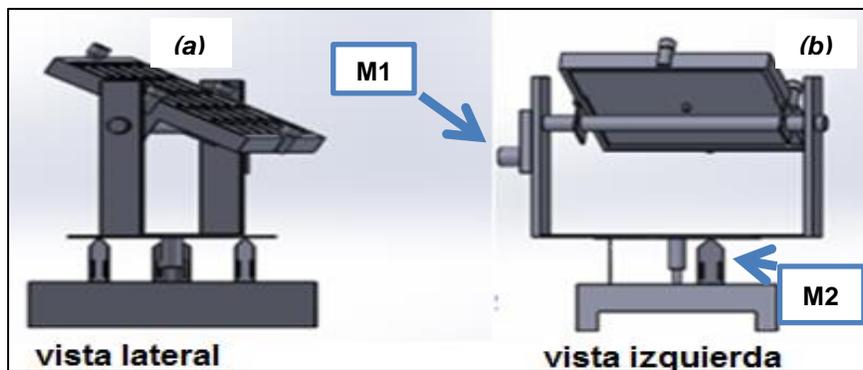


Figura 3.- Vistas auxiliares del prototipo (a) Vista Lateral (b) Vista Posterior, izquierda.

En la Figura 2 se observa el diseño propuesto en un dibujo de conjunto, el cual se realizó en el software SolidWorks para la simulación del movimiento. En la construcción se empleó Aluminio Comercial.

En la Figura 3 se muestra dos vistas auxiliares del prototipo propuesto, esto permite visualizar los motores para la tracción de los ejes (M1 y M2), para esto se emplearon dos motorreductores con una relación de 1:37 al 1:1166.

La Figura 4 muestra cuatro perspectivas del prototipo desarrollado.

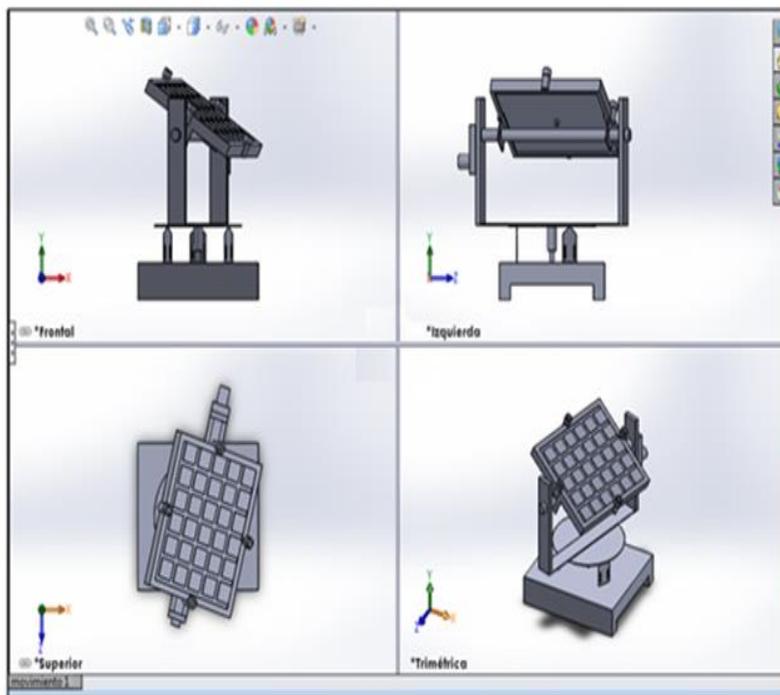


Figura 4.- Perspectivas del Diseño.

Diseño Electrónico y Control del Prototipo

La Figura 5 representa el diagrama esquemático para el control de los dos motores, donde se utilizó un conjunto de cuatro fotorresistencias ubicadas estratégicamente para detectar la posición aparente del sol.

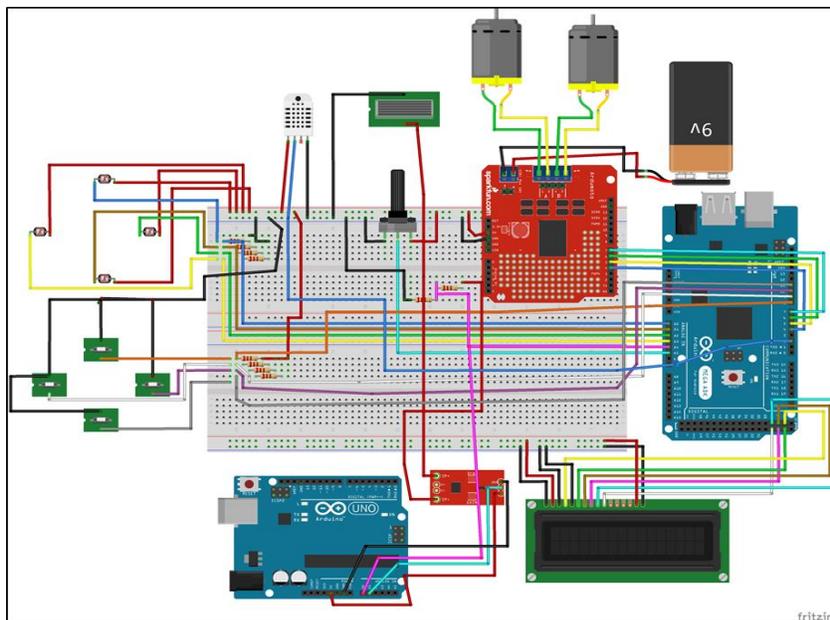


Figura 5.- Diagrama electrónico

El seguidor solar consta de dos ejes para mantener la superficie del panel fotovoltaico perpendicular respecto a los rayos solares, provisto de cuatro fotorresistencias, elementos clave para detectar la luz solar y la posición relativa del sol, las fotorresistencias se conectan en serie con una resistencia de 10 k Ω y de esta forma se conforman cuatro divisores de tensión. El valor del voltaje a la salida de estos divisores de tensión tiende a una variación de acuerdo a la cantidad de la luz solar que insidie sobre cada fotorresistencias. Dichas señales monitoreadas mediante cuatro pines de entradas analógicas de la tarjeta arduino MEGA 2560 (Figura 6), dividiendo el panel en cuadrantes asociando una determinada variación del valor de los sensores con un cuadrante en específico, adicionalmente se utilizan dieciséis puertos: *cuatro* de ellos son empleados como entradas digitales para monitorear el estado de cuatro Interruptores de Final de Carrera (FDC) que previenen que el movimiento en cada eje se salga de sus límites, Por otra parte *doce* pines del Microprocesador Arduino MEGA son utilizados como salidas digitales que están interconectadas a una pantalla LCD en el cual se monitorea el voltaje, y una salida para el sensor de temperatura y humedad con el sensor DTH11, También se tiene un potenciómetro para ajustar el umbral del movimiento y orientación de los motores que sea lento o rápido. Asimismo también hay cuatro salidas digitales que comandan dos puentes "H" de los drivers L298DN, encargados de hacen girar los dos motores (M1 y M2), en sentido horario o anti horario. El motor (M1), está acoplado a un eje cilíndrico que provee de movimiento al eje polar que va desde 20° a 85° (latitud y longitud de inclinación para el sol). El segundo Motor (M2) esta acoplado directamente al plato

seguidor en el cual también consta de tres baleros que facilitan el rodamiento del plato, que provee movimiento al eje horizontal del seguidor solar (Figura 6).

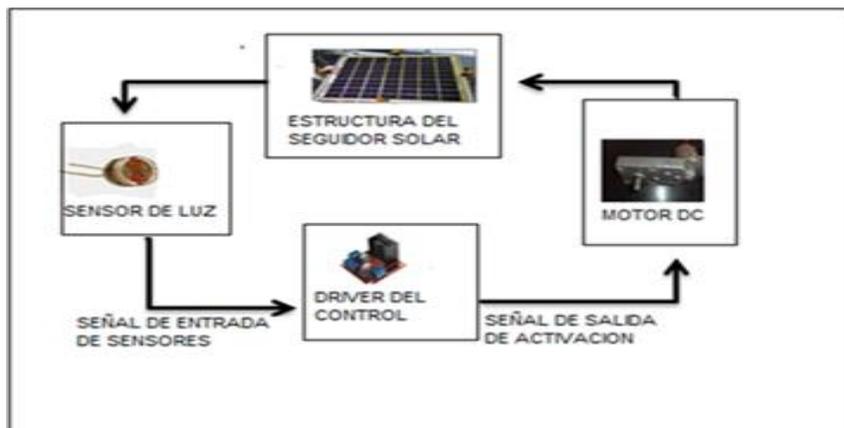


Figura 6.- Sistema de adquisición de energía solar

Las señales arrojadas por los sensores analógicos, se transforman a señales digitales mediante comparadores de voltaje. De tal manera que la incidencia de los rayos solares, en un cierto umbral, equivalen a un, uno lógico (1) y la ausencia de luz solar, en un determinado umbral, equivalen a un cero lógico (0). La tabla 1 muestra la lógica de control, donde la primera y la segunda columna equivalen al estado de los sensores 1, 2, 3 y 4. Las columnas tres y cuatro equivalen a las salidas digitales de los motores M1 y M2.

Tabla1.- Lógica de control para el seguimiento solar

DER	IZQ	M 1	DER	IZQ
1	0		1	0
0	1		0	1
0	0		0	0
1	1		0	0
LDR	LDR	M 2	LDR	LDR
ARIRIBA	ABAJO		ARRIBA	ABAJO
1	0		0	1
1	0		1	0
1	1		0	0
0	0	0	0	

Resultados y Discusión.

Se llevó a cabo un programa en Labview con una interfaz a otra tarjeta de adquisición de datos Arduino UNO, la cual provee de dos entradas analógicas en una de ellas se conectó un sensor efecto hall ACS712 para la obtención de datos corriente, para la medición del voltaje se usó un divisor de voltaje.

En la Figura 7 puede apreciarse que el voltaje y la corriente del panel solar, se mantiene a 17 V y a 5 A, mediante el transcurso que pasan las horas del día. Las gráficas de corriente y voltaje demostraron que el seguidor solar funciona correctamente. Mostrando oscilaciones ligeras de la corriente durante el cambio de posición restableciendo en cortos lapsos de tiempo la corriente y voltaje, manteniendo la celda la posición aparente del sol.

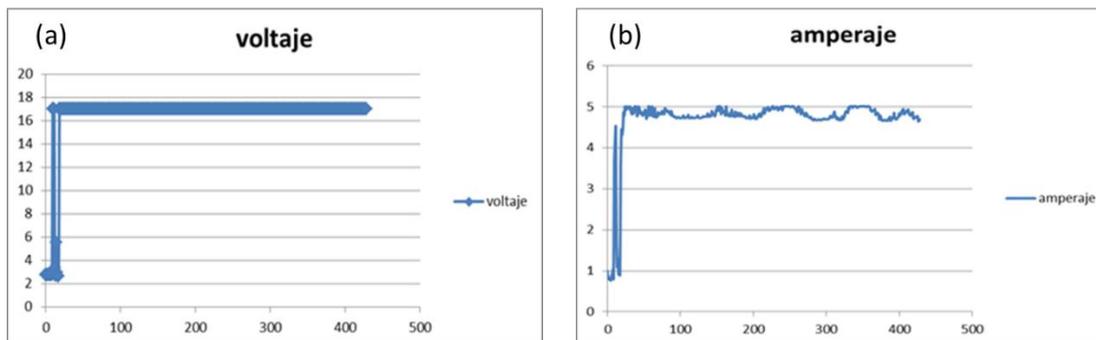


Figura 7.- Graficas de la medición de (a) Voltaje y (b) Corriente

Conclusiones.

En el presente trabajo se obtuvo un prototipo de un seguidor solar de aluminio por alta resistencia a la corrosión y bajo peso, el control de posición del panel solar se realizó mediante una tarjeta Arduino MEGA por su flexibilidad de programación, el cual cumple con seguir la dirección de la luz solar con mayor irradiación, desde que aparece el sol hacia el este hasta que se oculta por el oeste, lo que permite que los paneles solares estén siempre ubicados perpendicularmente al sol, aumentando el rendimiento del panel fotovoltaico situado sobre la estructura. Las gráficas de corriente voltaje demostraron que el seguidor solar funciona correctamente, mostrando oscilaciones en el momento de detectar sombras o pasos de nubes. Lo anterior muestra que cumple para ser un prototipo didáctico, inclusive para la investigación ya sea en la ciencia de los materiales para celdas solares o en el mejoramiento del diseño del prototipo.

Agradecimientos.

Un agradecimiento al Instituto Tecnológico de Zacatepec por las facilidades para el desarrollo de este proyecto.

Referencias.

1. <http://cambioclimaticoglobal.com/>
2. J. M. Moreno, E. Aguiló, S. Alonso, et-al (2015), *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*, Editorial Ministerio del Medio Ambiente.
3. Ochoa, E. (2015) *Reza Retos y Oportunidades de la CFE ante la Reforma Energética*, pp. 14. Disponible en la página electrónica:

http://www.umai.org.mx/congreso2015/conferencias/Magistral/24AGOSTO2015_Presentacion_UMAI.pdf

4. López Hernández, V., Ríos Pérez, Arturo, (2015), *Sistema Electrónico para el Seguimiento de la Trayectoria Solar*, (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de México, UNAM.
5. Arreola Gómez, R, (2014), *Diseño, Construcción y Evaluación de un sistema de Seguimiento Solar Autônomo de Dos Ejes para un Panel Fotovoltaico*, (Tesis de Maestria), Institucional de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo.
6. Agudelo Restrepo, C. M, Díaz Castillo O. D. & García Vera Y. E. (2016). *Evaluación de un Prototipo de Seguimiento Solar Fotovoltaico en Regiones Tropicales*. *Redes de Ingeniería*, (7) No. 1, pp 105-111.
7. López H. Pérez A. (2015). *Sistema electrónico para el seguimiento de la trayectoria solar*. Consultada por Internet el 10/04/2016, Sitio web: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/9544/1/TesisSeguidor.pdf>
8. Escobar Mejia, A, Holguín Londoño, M, Osorio R., J.C., (2010), *Diseño e Implementación de un Seguidor Solar para la Optimización de un Sistema Fotovoltaico*, *Revista Scientia Et Technica*, (15) No. 44.
9. López Flores, D. R., Herrera Salcedo, R., Sánchez Alvarado M., Dueñez Siqueiros D., Fernández Tarango L. O., Márquez Márquez V... Carrasco García A., (2015), *Diseño e implementación de sistema de seguimiento 2D para concentradores fotovoltaicos mediante geometría solar*, *Revista Cultura Científica y Tecnológica CULCYT* (12) No. 55, pp 119-131.
10. Arreola Gómez, R. , Quevedo Nolasco, A. , Castro Popoca, M., Bravo Vinaja, A. & Reyes Muñoz D., (2015), *Diseño, Construcción y Evaluación de un Sistema de Seguimiento Solar para un Panel Fotovoltaico*, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (6) No. 8, pp 1715-1727.

ANÁLISIS PRELIMINAR DE EMISIONES DE CO₂ eq DE UN AIRE ACONDICIONADO POR ABSORCIÓN SOLAR EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

K. Solano-Olivares¹, R. J. Romero¹, I. Herrera-Orozco², Y. R. Galindo-Luna¹, A. Rodríguez-Martínez¹ y J. A. Domínguez-Patiño³

¹Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, Chamilpa, Cuernavaca 62100, Morelos, México - karina.solanooli@uaem.mx, rosenberg@uaem.mx, yuridiana.galindo@uaem.mx, antonio_rodriguez@uaem.mx, ²Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas - israel.herrera@ciemat.es, ³Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos - jorge.dominguez@uaem.mx

Área de participación: Equipos electromecánicos y Energía

Resumen: La creciente preocupación en materia de sustentabilidad energética incluye la actual problemática del cambio climático por su impacto negativo sobre los ecosistemas, los recursos naturales y la salud humana. El sector energético representa la mayor fuente de emisiones de CO₂ a nivel global. El 35% de este consumo corresponde a las edificaciones, del cual 11% es del sector residencial y mayormente corresponde al acondicionamiento de espacios. Sin embargo, no se han encontrado estudios que cuantifiquen las emisiones de CO₂ eq del aire acondicionado por absorción con energía solar autónomo “de la cuna a la tumba” para hacer una comparación teórica contra un sistema eléctrico convencional, lo cual constituye el objetivo de este trabajo. Se emplea la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, usando SimaProTM. Los resultados muestran que en la etapa de construcción el mayor impacto corresponde al sistema de colectores cilindro parabólicos con un 59.1% de emisiones un total de 11.7 ton de CO₂ eq, de las cuales un 36.8% corresponde al uso de energía eléctrica. Se espera completar el estudio contemplando la evaluación correspondiente al transporte.

Introducción.

Los problemas ambientales causados por el cambio climático o denominado también calentamiento global, son cada vez más peligrosos con un impacto catastrófico que afecta a los ecosistemas del mundo y la vida humana [1], [2].

El uso de la energía es el principal causante de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y el 90% corresponde a CO₂, por lo que cualquier esfuerzo para reducir las emisiones y mitigar el cambio climático debe incluir el sector de la energía [3] (ver figura 1).

Actualmente el 35% del consumo energético mundial está representado por las edificaciones [4] principalmente por concepto de iluminación y uso de electrodomésticos, calefacción y refrigeración, así como calefacción de agua sanitaria. La tendencia

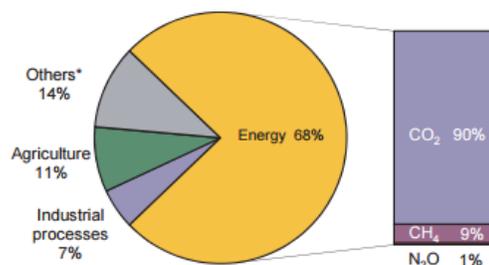


Figura 1.- Repartición de GEI mundial 2010 [3].

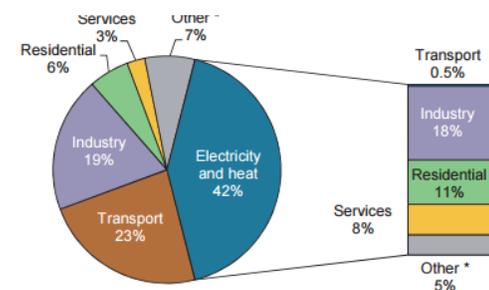


Figura 7.- Emisiones mundiales de CO₂ por sector 2014 [3].

actual registra un incremento de generación y consumo de energía [5] y por consiguiente de emisiones de CO₂. A nivel mundial el sector residencial representa el 11% del total de emisiones de bióxido de carbono [3] y en gran cantidad se debe al uso del aire acondicionado.

En los últimos años, el mercado del aire acondicionado para uso residencial se ha elevado, gran parte de las unidades instaladas son sistemas comerciales por compresión de vapor e impulsados por motores eléctricos [6], como consecuencia, la demanda eléctrica (proveniente de energías fósiles) ha aumentado a la misma razón que las cargas ambientales asociadas (CO₂ principalmente). Ante este escenario, el uso de energía solar para el acondicionamiento de espacios, aplicado a los sistemas de refrigeración por absorción está ganando adeptos al reducir los consumos energéticos y mitigar los impactos ambientales, esto se debe principalmente a que la demanda de enfriamiento tiende a coincidir con la disponibilidad de radiación solar como señala Henning [7] y estos sistemas son susceptibles de utilizar energía solar como fuente térmica.

Sin embargo, la aplicación de tecnologías que emplean energías renovables en lugar de combustibles fósiles no implica que se trate de una tecnología completamente limpia. Durante la etapa de operación si los sistemas utilizan alguna fuente renovable, la reducción de CO₂ es posible, sin embargo, es importante destacar que las etapas de fabricación y construcción implican cargas ambientales previas como obtención de materias primas, transformación, transporte, construcción, etc. y también al final de su vida útil en la etapa de disposición final reciclaje, transporte, etcétera.

El presente trabajo reporta el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) basado en las normas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 [8-9], utilizando el software especializado SimaPro para cuantificar el impacto ambiental en términos de CO₂ eq correspondiente a la etapa de construcción de un sistema de aire acondicionado solar por absorción.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

El sistema de aire acondicionado por absorción solar se encuentra ubicado en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp) dentro de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el sistema será capaz de acondicionar un área de cinco oficinas, mediante el acoplamiento de una planta de colectores cilindro parabólicos y 12 paneles fotovoltaicos (figura 3), las características principales se muestran en la tabla 1

Tabla 5.- Características principales del sistema

Características del sistema de aire acondicionado		
Capacidad instalada	5	TRF
Operación diaria	8	h
Área acondicionada	72.18	m ²
Vida útil del sistema	25	años
Electricidad total generada por los paneles	1.62	kW
Energía total generada por los colectores cilindro parabólicos	28.1	kW

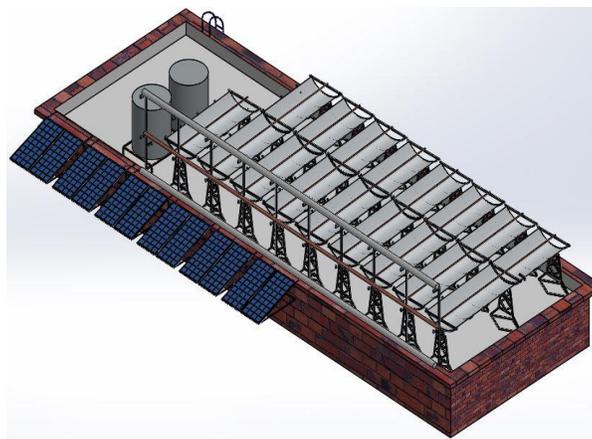


Figura 3.- Planta de colectores solares cilindro-parabólicos y sistema fotovoltaico.

En seguida se describe el dimensionamiento general del sistema agrupado por subsistemas:

- Sistema de colectores solares cilindro parabólicos no comercial, ordenados en 9 filas paralelas e interconectados en paralelo cuyos principales componentes son el reflector cilindro parabólico, el tubo receptor, el fluido de trabajo (Etilen-glicol), la estructura soporte y el sistema de seguimiento solar (estructura y contenedores de agua). También incluye el sistema auxiliar compuesto por dos termo tanques de 300 litros de capacidad cada uno.
- Sistema de paneles fotovoltaicos, 12 paneles de silicio policristalino de 135 W con dimensiones de 0.67 m por 1.48 m (modelo S36PC, fabricante: Solartec), ordenados en paralelo y anclados a la pared sur del edificio en cuestión.
- Sistema de refrigeración por absorción, cuyos componentes principales son evaporador (5 fan and coils, uno en cada oficina a acondicionar), absorbedor, generador, condensador y el fluido de trabajo (NaOH diluido), en este punto es oportuno aclarar que se trata de un prototipo, es decir, un modelo no comercial.

En seguida se muestra el diagrama de flujo del proceso con sus componentes principales y considerando las entradas de materia y energía así como las salidas, que para este caso son de interés las emisiones de CO₂ eq.

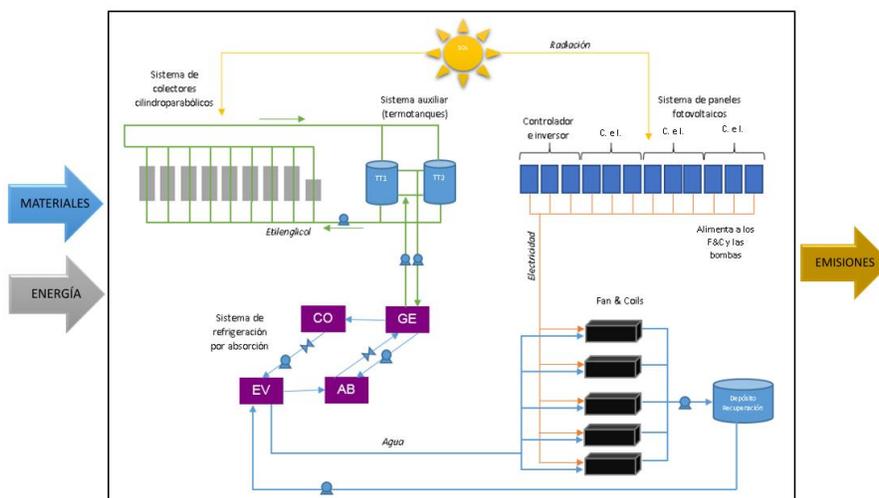


Figura 4.- Diagrama de flujo del sistema de aire acondicionado solar

Para la realización de este trabajo se emplea la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), la cual consta de cuatro fases.

1. *Fase de definición de objetivo y alcance:* El objetivo de este trabajo es evaluar las emisiones de CO₂ eq de un aire acondicionado solar por absorción autónomo en la etapa de construcción (ver figura 2). La unidad funcional es el frío producido durante la vida útil del sistema.



Figura 5.- Etapas de ciclo de vida del sistema de aire acondicionado solar

En la etapa de construcción se considera el suministro de materias primas, así como el consumo energético (electricidad) durante el montaje de los principales componentes del sistema. No se toma en cuenta el edificio a climatizar, tampoco se consideran los procesos relacionados con la infraestructura de la maquinaria empleada para la construcción pero si se incluye el consumo energético que estos generaron en la construcción del sistema. Tampoco se considera el uso de suelo debido a que se ocupa un techo. No se consideran los embalajes debido a la limitación de datos y tampoco los residuos de material de la instalación por la misma razón y debido a que son menores.

2. *Fase de análisis del inventario:* Esta fase suele ser a menudo la más complicada por la disponibilidad de los datos. En la figura 6 se muestra la sección del inventario que corresponde a los colectores cilindro parabólicos.

3. *Fase de evaluación del impacto ambiental:* Se utilizó el software SimaPro que es uno de los más usados a nivel mundial, el método de evaluación IPCC 2007 GWP 100 años y el criterio de corte se especificó en 1% (ver figuras 7 y 8).

INVENTARIO DE MATERIALES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO SOLAR POR ABSORCIÓN					
SISTEMA	SUBSISTEMA	SECCIÓN	Entradas de materia	Unidad	Cantidad
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO SOLAR POR ABSORCIÓN	Colectores cilindro parabólicos	Colectores cilindricos	Aluminio weatherproof	kg	62.7
			Acero al carbón	kg	198.4
			Aluminio	kg	76
			Acero	kg	32.35
			Cobre	kg	26.1
		Silicón	kg	5.46	
		Sistema auxiliar	Acero al carbón 3/16	kg	240.53
			espuma de poliuretano	kg	7.72
			Acero inox, brillante, cal 24	kg	15.91
			Black EPDM (Etileno Propileno Diet)	kg	20.56
			Etilen glicol	kg	668.1
		Estructura base	Acero	kg	42.24
			Acero	kg	43.9
			Soldadura	kg	8.31
			Zinc	kg	3.04
			Acero galvanizado	kg	1.58
		Sistema de seguimiento	Polietilén Tereftalat	kg	4.5
			Agua potable	kg	280
			Zinc	kg	3.16
			Acero galvanizado	kg	6.07
			Acero	kg	63
		Energía	Soldadura	kg	0.57
			Electricidad	kWh	3240.69

Figura 6.- Sección del inventario correspondiente al sistema de concentradores cilindro parabólicos.

4. *Fase de interpretación:* Aquí se hace una combinación de los resultados de las anteriores fases del ACV para obtener conclusiones y recomendaciones útiles para la toma de decisiones. Antes de llegar a esta etapa se puede iterar entre las etapas previas cuantas veces sea necesario (esta fase se presenta en la sección siguiente del presente documento).

Resultados y Discusión.

Se puede observar que en la etapa de construcción del sistema de aire acondicionado solar autónomo se tiene un mayor impacto por emisiones de CO₂ eq por concepto de las entradas (energía y materiales) que constituyen el sistema de colectores cilindro parabólicos con un 59.1% mientras que el sistema de refrigeración por absorción es responsable de 22.1% y el campo de paneles fotovoltaicos genera un 18.9% de un total de 11.7 ton de CO₂ eq como se muestra en la figura 7. Hay que notar que las proporciones en masa son factor influyente para estos resultados obtenidos pues el sistema de colectores cilindro parabólicos representa un 85.2% del total, mientras que el sistema de refrigeración por absorción un 12.1% y el sistema de paneles fotovoltaicos representa sólo un 2.8%.

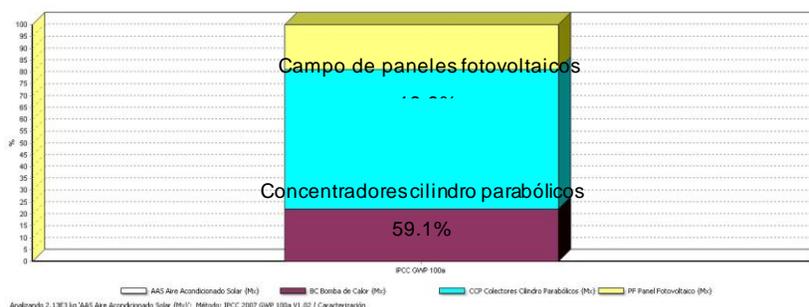


Figura 7.- Gráfica de contribución de CO₂ eq por subsistema

De todo el sistema se tiene que el impacto mayor es el consumo de energía eléctrica durante la etapa de construcción con un 36.8% seguido del impacto por el uso de un producto químico, en este caso Etilen-glicol con un 10.6% y 9.91% de la construcción de parábolas de aluminio (ver figura 8). Hay algunos componentes que no alcanzan a figurar en el presente diagrama y esto es debido al criterio de corte sin embargo cabe aclarar que todos los componentes están incluidos en el análisis.

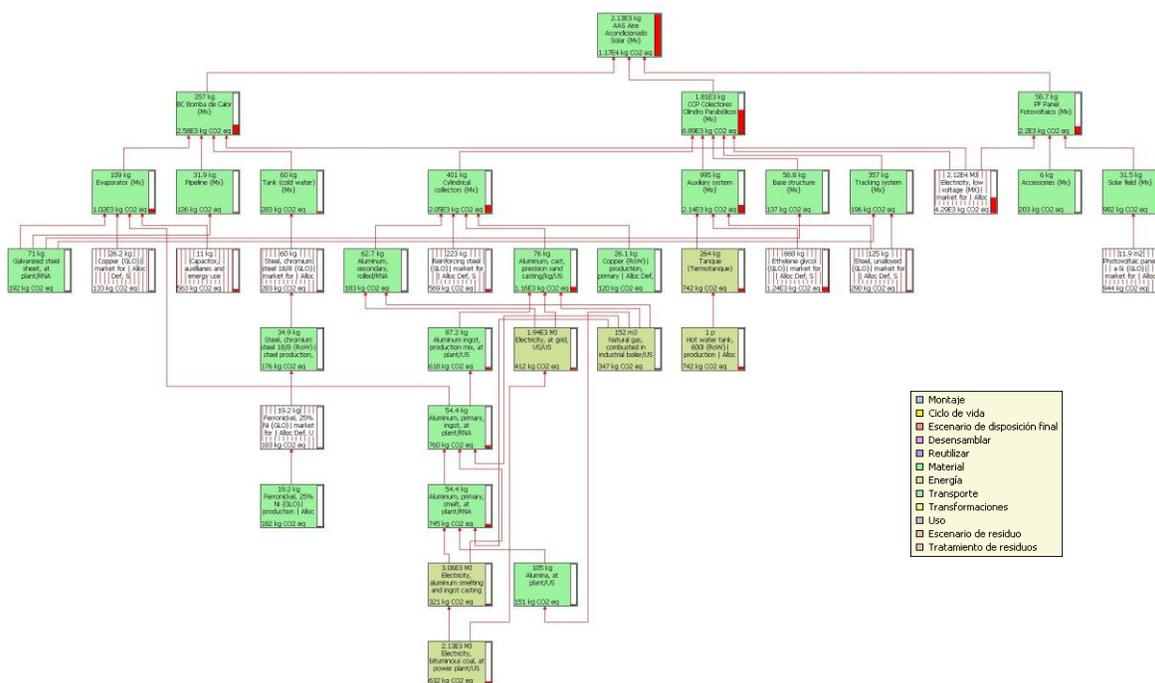


Figura 8.- Red de contribución de CO₂ eq del sistema

Conclusiones.

Este trabajo representa el primer estudio de Análisis de Ciclo de Vida para un sistema de aire acondicionado por absorción solar autónomo que no ha sido reportado en trabajos anteriores. Los resultados obtenidos para la etapa de construcción revelan que el mayor impacto por emisiones de CO₂ eq se atribuye al sistema de colectores cilindro parabólicos con un 59.1% de un total de 11.7 ton de

CO₂ eq, de las cuales un 36.8% corresponde al uso de energía eléctrica por uso de maquinaria en la construcción. También hay que destacar que la proporción en masa para este subsistema es de 85.2% respecto del total. De acuerdo con los resultados se recomienda analizar la conveniencia de sustituir algunos materiales, para reducir el impacto ambiental y utilizar los paneles fotovoltaicos para realizar los trabajos que requieren el uso de electricidad durante la construcción de la planta. El presente documento está encaminado a sentar, las bases para realizar el análisis de emisiones de CO₂ eq mediante Análisis de Ciclo de Vida en proyectos posteriores de este tipo. Como trabajos futuros, para la etapa de construcción se agregará la parte evaluada para el transporte.

Agradecimientos.

Los autores agradecen el financiamiento parcial del CEMIE-SOL-P09 y CONACYT-B-167434 y RED SUMAS (Proyecto CONACYT No. Ref. 271614).

Referencias.

1. J. Byrne, K. Hughes, W. Rickerson, and L. Kurdgelashvili, "American policy conflict in the greenhouse: Divergent trends in federal , regional , state , and local green energy and climate change policy," vol. 35, pp. 4555–4573, 2007.
2. IPCC, Climate Change 2014 Synthesis Report. 2014.
3. IEA, "Key World Energy," 2015.
4. J. Wang, Y. Yang, T. Mao, J. Sui, and H. Jin, "Life cycle assessment (LCA) optimization of solar-assisted hybrid CCHP system," Appl. Energy, vol. 146, pp. 38–52, 2015.
5. F. Guarino, P. Cassarà, S. Longo, M. Cellura, and E. Ferro, "Load match optimisation of a residential building case study: A cross-entropy based electricity storage sizing algorithm," Appl. Energy, vol. 154, pp. 380–391, 2015.
6. B. H. Gebreslassiea, G. Guillén-gosálbez, and L. Jiménez, "Design of environmentally friendly absorption cooling systems via multi-objective optimization," pp. 1099–1103, 2009.
7. H. Henning, "Solar assisted air conditioning of buildings – an overview," vol. 27, pp. 1734–1749, 2007.
8. E. management-L. cycle assessment-P. and framework ISO 14040, Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework, vol. 2006. Switzerland: ISO 14040, 2006, p. 22.
9. E. management-L. cycle assessment-R. and guidelines ISO 14044, "Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines," vol. 2006, 2006.

ACIERTOS Y DESACIERTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Felipe Ramos Landa¹, Víctor Alejandro Monreal Domínguez², Sofía Castrejón Pérez³,
Francisco Juárez Herrera³.

¹Departamento de Ciencias Económico Administrativas, feliperamoslanda@hotmail.com,
²Departamento de Ciencias básicas, v_am_d@hotmail.com, ³Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala Carretera Nacional Iguala-Taxco esq. Periférico Norte Colonia Adolfo López Mateos, Infonavit, Iguala, Guerrero, sofia.castrejon@itiguala.edu.mx,
francisco.juarez@itiguala.edu.mx.

Área de participación: *Mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad*

Resumen: El consumidor o cliente, busca que los bienes o servicios que adquiere, cumplan con los requisitos o características necesarios para que satisfagan sus necesidades, por eso es importante que un productor elabore sus productos o servicios cuidando siempre que sus procesos tengan las características específicas que promete al consumidor. mostrando veracidad y autenticidad de su producto y cumpliendo con los requisitos de calidad exigidos por el cliente.

Al certificar la calidad de los productos o servicios, los organismos a nivel nacional o internacional, trabajan con normas que buscan la estandarización de los procesos (la familia de Normas ISO 9000) y que cada país adapta de acuerdo a las necesidades de su contexto, su cultura y el nivel de desarrollo económico que haya alcanzado.

En el presente artículo, se hace una remembranza sobre la importancia de la mejora de los procesos y de la necesidad de toda organización de mantenerlos estandarizados, además de considerarse los aciertos y desaciertos que en cierto momento ponen en entredicho el éxito de la empresa ante su entorno.

Para el caso de las instituciones educativas, es indispensable el que actualicen y mejoren sus planes y programas de estudio permanentemente, mejoren su infraestructura física, procedimientos, equipo, laboratorios, transporte escolar, materiales didácticos, medios didácticos, actualización y formación de su personal, etc. En todo proceso de certificación de instituciones educativas, se presentan aciertos y desaciertos en la elaboración y en la operación del Sistema de Gestión de Calidad.

Introducción.

La exigencia del consumidor o cliente, es que los bienes o servicios que adquiere para su consumo, cumplan con los requisitos o características necesarias para que satisfagan sus necesidades, ya sean de carácter personal o productivas, por eso es importante que un productor elabore sus productos o servicios cuidando siempre que sus procesos sean evaluados en forma permanente por parte del personal de la empresa o por organismos externos que den fe de la veracidad y autenticidad de la calidad de los productos que oferta en el mercado.

Por ello, a nivel nacional e internacional, existen organismos que trabajan con normas que buscan la estandarización de los procesos (ISO) que expide las normas ISO 9000 y que cada país adapta de acuerdo a las necesidades específicas de su contexto, cultura y nivel de desarrollo económico que haya alcanzado.

En el presente artículo se hace una remembranza sobre la importancia de la mejora de procesos y de la necesidad de toda organización de mantener

estandarizado sus procesos y actividades, para ofrecer la calidad en lo que ofrece, cumpliendo con las expectativas de los clientes, así como de los aciertos y desaciertos que se pueden presentar al implantar u operar un Sistema de Gestión de Calidad de cualquier organización o empresa.

Para el caso de las instituciones educativas, es indispensable el que actualicen y mejoren sus planes y programas de estudio, la infraestructura física, el equipo, laboratorios, transporte escolar, materiales y medios didácticos, etc., se hace además necesario la formación continua, para mantener en forma actualizada a la planta docente y para que la interacción con los alumnos sea efectiva.

En todo proceso de certificación de instituciones educativas, se presentan aciertos y desaciertos en la elaboración y en la operación de un Sistema de Gestión de Calidad, lo anterior debe cuidarse para evitar que se genere un ambiente laboral adverso.

Fundamento Teórico.

Los países que han alcanzado un mayor desarrollado económico y bienestar de sus pueblos y aquellos emergentes y de economías subdesarrolladas, protagonizan procesos de cambios muy rápidos debido al desarrollo en la ciencia y las tecnologías de la información, impactando en su vida social, política, económica y cultural. Por lo que la adaptación a estos cambios por parte de los sectores productivos de los países, se hace necesaria e indispensable, pero antes hay que crear una cultura de cambio dentro de la población, con una visión de futuro, para enfrentar retos y problemáticas que den estabilidad y permanencia a los mismos.

Lo anterior es posible con la implementación de sistemas de gestión de la calidad dentro de las organizaciones, que permitan estandarizar procesos, para que respondan a las necesidades de su entorno. En cuanto al sector educativo en México, en su condición de formador de recursos humanos para los sectores productivos, se ha visto afectado, intensamente en la actualización de sus planes y programas para adaptarlos a las necesidades y requerimientos del contexto social nacional e internacional. En cuanto a la conceptualización del término de calidad, puede variar según requerimientos específicos de cada persona o usuario (sus percepciones y expectativas). En lo general, se presentan dos enfoques:

Desde del enfoque empresarial. Se define como conjunto de características o cualidades que presenta un producto o servicio que permiten satisfacer las necesidades del usuario o cliente, se busca tener cero errores, hacer que las personas realicen las cosas bien desde la primera vez, que los actores busquen permanentemente la mejora continua y que como productores intentemos siempre la satisfacción del cliente.

En el campo educativo: Tener una visión compartida del tipo de mundo que se quiere y que se está tratando de crear para los ciudadanos del futuro, definir objetivos educacionales claros con los cuales se pueda medir la relación a una visión real y objetiva, que cuando sean ejecutables complazcan al estudiante y al ciudadano, una cultura corporativa en la educación, donde todo mundo comparta

una visión ideal, cumpliendo con los objetivos y metas que se han planeado, un proceso que nutra y apoye el éxito en las escuelas, tanto para estudiantes, como para los padres de familia y a todos los ciudadanos en general.

Lo anterior, nos permite el definir el concepto de lo que es una escuela de calidad, es aquella institución u organización que asume de manera colectiva la responsabilidad de los resultados de aprendizaje de todos sus alumnos y se compromete firmemente con el mejoramiento continuo de los servicios que oferta en su contexto social. Procura la operación de sus procesos o tareas, basados en normas por ejemplo: ISO 9001: 2008 y su transición a la ISO 9001: 2015, compartiendo sus experiencias e impulsando la autoformación de sus actores. Todas sus acciones están basadas en procesos documentados.

Es una comunidad integrada que promueve la equidad y garantiza que los educandos adquieran los conocimientos, desarrollen competencias, habilidades y valores necesarios, para alcanzar una vida personal y familiar plena, participen en el trabajo productivo y continúen aprendiendo a lo largo de su vida.

(MARTÍNEZ RIZO1992). Plantea algunos aspectos de calidad al considerar en la educación: Alta motivación. Selección rigurosa de los alumnos, para que solo se incorporen los que muestren capacidad y motivación, buenas bibliotecas, sueldos y prestaciones atractivas para los principales actores del sistema educativo, talleres en buenas condiciones y con mantenimiento adecuado, dedicación efectiva de los profesores y la planeación, para que exista, interés y compromiso en el cumplimiento de los objetivos y metas programados.

(L. FERNÁNDEZ: 1991) Sugiere criterios para evaluar a Instituciones educativas: eficiencia, eficacia y congruencia, optimización, funcionalidad y pertinencia, beneficios, compromiso, prestigio y libertad, creatividad, orden, disciplina, etc., por la naturaleza del actor; (altos índices de aprobación, buenos promedios, reprobación mínima, baja deserción, altos índices de titulación, por parte de los docentes: dedicación, buenos materiales didácticos, textos, etc.

W. DEMING: 1990 ,propone 14 puntos para lograr mejorar la calidad en lo general: crear constancia en los propósitos, adoptando una filosofía de cambio, no depender de la inspección en masa, no ver al negocio solamente en relación al precio, mejorar el sistema de producción y de servicios, Instituir la capacitación del trabajo, Instituir el liderazgo, eliminar el miedo, romper barreras entre los departamentos, eliminar slogan, exhortaciones y metas numéricas, eliminar estándares de trabajo (cuotas) y la administración por objetivos, remover barreras que quitan a los trabajadores su derecho de estar orgullosos de su habilidad, Instituir un programa riguroso de educación y de mejoramiento individual, en la institución poner a todos a trabajar, para cumplir con la transformación.

Qué es la ISO.- Es la organización Internacional para la estandarización, fundada en el año de 1946, con oficinas en Ginebra Suiza e integrada por países de los 3 continentes. Cuenta con comités técnicos en cada uno de ellos, editando normas en cada país, en cual como miembro del comité puede hacer adecuación a la norma ISO 9000 de acuerdo a las necesidades específicas del mismo.

ISO 9000. Es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, establecidas por la organización Internacional de normalización. Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Las normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación, así como los métodos de auditoría. El ISO 9000 especifica la manera en que una organización opera sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio

NORMAS ISO. Conjunto de normas sobre Sistemas de gestión de calidad. ISO 9001: 2008.-Sistemas de gestión de la calidad, requisitos (única Norma que Certifica). ISO 9001: 2015, en proceso de aplicación, ISO 9004: 2009.-Sistemas de Gestión de la calidad. Directrices para el mejor desempeño. ISO 14001.- Sistemas de gestión Ambiental. ISO 19011.- Auditorias de calidad, formación de auditores, actualmente modificadas y en transición para aplicarse a partir del año 2018.

¿Qué es un Sistema de Gestión de la Calidad? Es una estructura organizacional que involucra procedimientos, procesos y recursos necesarios para desarrollar actividades para un fin dentro de una organización. Teniendo como directrices los puntos de la norma ISO 9001:2008 y actualmente la ISO 9001: 2015 en Transición su aplicación.

Resultados y Discusión.

Después de haber trabajado durante varios años en el programa de calidad en el Instituto Tecnológico de Iguala, colaborar con el comité de calidad para lograr su certificación bajo las normas ISO 9001:2000, ISO 9001: 2001, ISO 9001: 2008 se han tenido los siguientes resultados:

Aciertos.

Se ha logrado crear un cierto grado de conciencia entre el personal directivo, docente y de apoyo, sobre la necesidad de que realicen sus tareas y responsabilidades en base a los criterios y principios que rigen las normas de ISO para ofrecer un servicio educativo de calidad.

Se han creado compromisos con la mayoría del personal de la Institución, para que cuando ejecuten sus tareas en el desarrollo de los programas institucionales, lo hagan con calidad.

Al certificar los procesos del servicio educativo, se ha elevado la autoestima de nuestros "clientes (los alumnos) por ser una escuela certificada, bajo la Norma ISO 9001: 2008

Se la elevado la eficiencia de la escuela en cuanto al logro de ciertos objetivos (reducir reprobación, reducir el índice de deserción, aumentar el número de titulados, aumentar la permanencia de los alumnos en los programas que se ofrecen, para que no deserten de sus estudios y no baje la matrícula en la Institución.

Elevar la calidad del servicio educativo que se presta en el plantel, ofreciendo a los maestros del plantel diversos cursos de actualización y formación docente.

Realizar los RAC's en tiempo y forma, cuando se detecten hallazgos y no conformidades, en auditorías internas de calidad, en las cuales hay que encontrar la causa raíz, llevando a cabo las acciones correctivas respectivas.

Agregar valor a la marca del producto o servicio educativo que ofrecemos a la sociedad.

Elevar la confianza de nuestros clientes, al convencerlos de la calidad y buen servicio que se les entrega.

Mayor competencia en los mercados, al lograr estándares de calidad cada día más elevados, en beneficio de los clientes (alumnos).

Se han logrado nuevas oportunidades, para ofertar más y novedosas carreras al entorno social.

Desaciertos.

Cuando no se logra el 100% de conciencia entre los trabajadores de una organización sobre las bondades de un programa de certificación de calidad y se siguen cometiendo errores en el desempeño de sus tareas, lo que repercute en el cumplimiento de sus deberes y responsabilidades.

Cuando solo se piensa que con la intención que se declara de incrementar la calidad educativa de un servicio y los indicadores de calidad se quedan solamente en el plano cuantitativo y se desconocen las características del contexto institucional.

Cuando no se implementan las políticas adecuadas para preservar la matrícula de una escuela y se presenta el fenómeno de reprobación y deserción, lo que afecta a la permanencia de la matrícula escolar.

Resistencia y minimización sobre la importancia de los programas de calidad y querer seguir con las metodologías tradicionales. Al no aceptar las evaluaciones tanto internas como externas, que puedan poner en evidencia los resultados que se van logrando.

Existencia de desinterés en los programas, resistencia al cambio que se y los empleados no se visualizan dentro del contexto institucional de la organización, por lo que no tienen compromiso con la institución, ni con los objetivos y metas de la misma.

Incoherencia del sistema de medición dentro del SGC. Lo cual no permite cuantificar el grado de desviación de los márgenes de error en los procesos y metas programadas.

Falta de formación del personal al contratar trabajadores con un perfil no adecuado para el puesto a cubrir en la organización.

Búsqueda exclusiva de la reducción de costos en la organización, los que incide en la calidad del producto o servicio.

Conclusiones.

La certificación de procesos, aplicando los principios de la Norma ISO 9001: 2008, dan certeza de que el producto o servicio que se oferta al cliente reúne los requisitos necesarios para cubrir o satisfacer sus necesidades.

En el campo educativo, formamos conciencias sobre el beneficio que se recibe con el servicio educativo, que deben reflejarse en actitudes y comportamientos positivos, al enfrentar problemáticas de la vida cotidiana del contexto.

Una Institución que se encuentra certificada bajo los preceptos de la Norma ISO 9001: 2008, debe consolidar su imagen y buen prestigio ante sus clientes.

De los errores y desaciertos, las instituciones educativas deben aprender e identificar, nuevos campos de oportunidad, para que se consoliden como organizaciones exitosas.

Con la concientización de los trabajadores, se pueden integrar equipos de trabajo en torno a objetivos y proyectos de las instituciones, lo que permita elevar la productividad individual y colectiva, logrando que las organizaciones estén más consolidadas en sus procesos, mejorando en los aciertos y aprendiendo de sus errores.

Referencias.

1. Auditorías internas y externas de calidad, auditorías de servicios, realizadas durante el periodo 2013 al 2016 en el Instituto Tecnológico de Iguala.
2. NORMAS ISO 9001: 2000, ISO 9001:2002, ISO 9001: 2008 y la Norma la ISO 9001-2015 en transición, Norma ISO 19011. Expedidas por el Instituto Mexicano de Normalización de la Calidad (IMNC) en México.
3. Guerrero José, Gestión de la calidad, México, D.F. 2000, Revista Politécnica No. 703
4. Estupinan Rodríguez y otros, implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, bajo la Norma ISO 9001: 2008, pág. 20
5. González González, Jorge y Otros. Los paradigmas de la calidad educativa Mexico, D.F., 2004
6. Felipe Martínez Rizo, La calidad en las Instituciones de educación superior, su evolución y sus promociones. Cuadernos de educación Universitaria Tercera Época, no. 2, UNAM México, 1972
7. Felipe Martínez Rizo, La calidad y equidad en educación. 20 años de reflexiones, Edit. Santillana, 2003, México, D.F.
8. Felipe Martínez Rizo. Et. Al. Estándares de calidad para Instrumentos de evaluación, México, Edit. CENEVAL,
9. L. Fernández. Revista de la Educación superior No.79 Una polémica sobre calidad de la educación superior, Volumen 20. Julio-Septiembre 1991, México D. F.
10. Edwards W. Deming. La productividad de la calidad y posición de competencia. Los 14 puntos para la transformación del Management, 1990.
11. Arredondo, Inés. La calidad de la educación: 4 ejes para su definición. Unesco, Organización de estados Americanos.
12. Clarence. Beedy La calidad de la educación en los países en vías de desarrollo. Revista de educación No.5 Mayo- Agosto 1994.

MEJORA EN LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS, EN LA CARRERA DE CONTADOR PÚBLICO

A. Dionicio Abraján¹, S. Arizmendi León¹, J. M. Valle Morales² y B. L. Orduña Tenorio²

¹Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Iguala, angelita.dionicio@itiguala.edu.mx, salvador.arizmendi@itiguala.edu.mx, ²Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Iguala, Carretera Nacional Iguala-Taxco, esquina periférico norte s/n, col., Adolfo López Mateo (Infonavit), c.p. 40030. Iguala, Guerrero, México- mirma.valle@itiguala.edu.mx, beatrizot@itiguala.edu.mx.

Área de participación: *Mejoras de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen: Como parte de los resultados de la investigación realizada, se analiza, que es necesario verificar la pertinencia del Programa Institucional de Tutorías, que lleva seis años implementado en el Instituto Tecnológico de Iguala, y conocer los diversos motivos que están incidiendo en los índices de reprobación y deserción de los programas educativos que se imparte en el Instituto Tecnológico de Iguala, en especial la carrera de contaduría, para mejorar y fortalecer el servicio proporcionado a los estudiantes que actualmente se encuentran inscritos en la institución.

Cada día el Instituto se preocupa por brindar servicios de calidad a sus estudiantes, sin embargo, todo es perfectible y expuesto a mejorar, es por ello que se realiza esta propuesta de investigación que sustentará acciones que formen a los futuros profesionistas, para que tengan una integración laboral con competencias profesionales desarrolladas.

Esta propuesta se compone de dos partes y son: el diseño de la metodología a implementar y el proceso de la investigación, considerando variables que pudieran proporcionar datos que lleven a una mejora continua del Programa de Acción Tutorial y como consecuencia proporcionar una mejor acción educativa, elevando la eficacia en los indicadores más preocupantes que son la deserción y reprobación.

Introducción.

En el Instituto Tecnológico de Iguala se implementa el Programa Institucional de Tutorías, así mismo se aplica el Programa de Acción Tutorial durante los dos primeros semestres, algunos jóvenes lo consideran bueno, sin embargo para los que reprueban por cuestiones de trabajo, familiares o carencias económicas, piensan que la tutoría es irrelevante e incensaría durante su estancia en la Institución.

Por lo anterior se hace el planteamiento de las siguientes interrogantes ¿Está de verdad siendo eficiente el servicio de tutorías para los alumnos? ¿Se están cumpliendo los objetivos del programa institucional de tutorías?, ¿Están siendo eficientes las actividades planeadas en el Programa de Acción tutorial?, ¿Por qué los jóvenes carecen de información esencial, acaso hacen omisa su petición de asesorías de las materias en las cuales se encuentran deficientes y con posibilidades de reprobación?

La situación emocional de los jóvenes necesita de apoyo de profesionales expertos como son psicólogos, psiquiatras, médicos o algún otro, ¿Acaso ellos saben dónde se les puede canalizar?

Son varias las interrogantes que hacen de ello un problema tal vez de comunicación, de falta de información entre los tutorados y tutores, se desconocen

los motivos. Pero luego entonces podríamos encontrar el efecto secundario de por qué el índice de reprobación y deserción en la institución.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

El Programa Institucional de Tutorías se ha implementado desde el año 2009, en el Instituto Tecnológico de Iguala, el modelo actual indica que solo se da tutoría al estudiante en los dos primeros semestres de su carrera, sin embargo, después los alumnos se encuentran con el asesoramiento del Coordinador de carrera, proporcionado por el Departamento de División de Estudios Profesionales, al cual la mayoría de ellos, acude por periodo específicos como son: reinscripciones, altas y bajas de materias, requerimiento de justificantes y en casos extremos por problemas con los docentes por haber reprobado injustamente.

La situación antes mencionada lleva a la idea principal de que se apliquen las tutorías durante el tiempo que el alumno ingresa hasta que egresa (titulado), de la institución, con la finalidad de dar un acompañamiento que tenga como efecto favorable la disminución en los índices de reprobación académica o deserción. Los tiempos completos obviamente son insuficientes para la matrícula, sin embargo pueden participar los demás docentes de tres cuartos de tiempo, medio tiempo y profesores de asignatura, considerándoles parte esencial, para que a su vez se tenga información oportuna, veras y confiable en la impartición de tutorías, además de asesorías por parte del departamento de Desarrollo Académico.

Beneficios de aplicar la propuesta:

- Mejor control de los grupos en asignaturas con mayor índice de reprobación.
- El Programa de Acción Tutorial se diseñará de acuerdo a las necesidades del grupo.
- Tener mayor conocimiento de los sucesos que le acontecen al alumno en tutoría grupal.
- Acceso a los sectores de salud para conferencias y actividades que ayuden a los alumnos
- Detectar las canalizaciones a los servicios que ofrece la institución en tiempo y forma.
- Al identificar los indicadores de reprobación presentar una propuesta de intervención educativa al Programa Institucional de Tutorías, para la planeación del Programa de Acción Tutorial y se consideren las asesorías de materias técnicas.
- Implementar las tecnologías de la información y comunicación como herramienta pedagógica para el aprendizaje integral en la modalidad presencial y autodidacta.

Resultados y Discusión.

Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

El grupo presentado para el proyecto de investigación es del Programa Educativo de Contador Público, de la asignatura “Auditoría para Efectos Financieros”; integrado por veintitrés estudiantes, de los cuales tres de ellos cursaban la

asignatura por primera vez, dieciséis eran repetidores y cuatro eran alumnos en curso especial.

Los jóvenes estudiantes son en su mayoría de la ciudad de Iguala de la Independencia, Guerrero, los demás radican en poblaciones cercanas o en colonias suburbanas, ya que para trasladarse deben usar más de un transporte de las rutas urbanas y suburbanas para llegar a tiempo a clases.

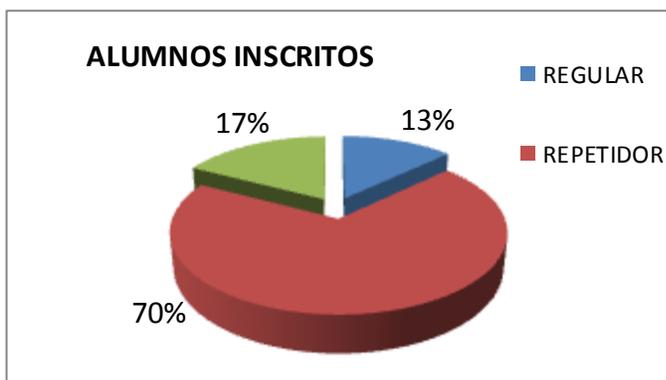
Fueron entrevistados los veinte estudiantes de la asignatura “Auditoría para efectos financieros”, que había reprobado la asignatura y se encontraban recusándola.

Se identificaron los siguientes puntos de observación:

1. Los estudiantes que radicaban fuera de la ciudad, eran los que llegaban más temprano.
2. Los que trabajaban pedían 10 minutos antes de que terminará la clase, para llegar a tiempo a sus respectivos trabajos.
3. Eran cordiales, respetuosos con sus compañeros, pero al ser de diferentes turnos en curso normal, no se integraban con sus demás compañeros.
4. Sentían decepción y molestia por reprobado alguna materia.

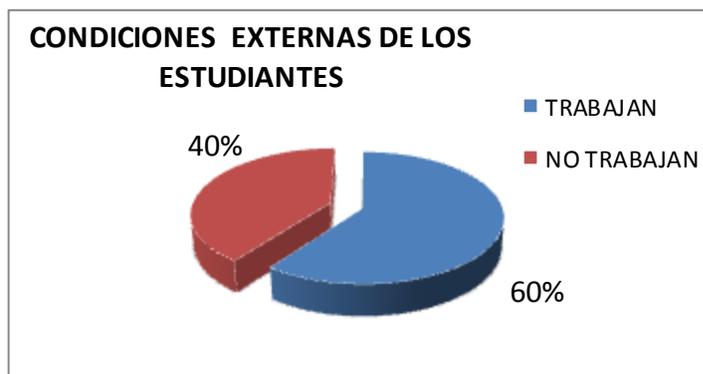
A continuación se presentan las principales razones, de por qué los veinte estudiantes de la asignatura de “Auditoría para Efectos Financieros”, se encontraban recusando la materia.

En la gráfica 1, se muestran los porcentajes de alumnos inscritos (23 estudiantes) y el estatus en que se encuentran, como se observa la mayoría eran repetidores.



Gráfica 1.- Total de alumnos que cursan la asignatura “Auditoría para Efectos Financieros”.

En la carrera de Contador Público, existen jóvenes que trabajan y estudian, esto puede influir en la situación académica en la que se encuentran (gráfica 2).



Gráfica 2.- Porcentaje de estudiantes que trabajan y los que no.

Para destacar algunas de las situaciones de reprobación con los alumnos, se detectó que de los veinte que reprobaron doce trabajan y se les complica el horario de entrada a las clases, debido a que ellos concluyen actividades laborales a las 14:00 o 15:00 horas, y las clases en el turno de la tarde empiezan a las 13:00 horas por lo que faltan continuamente a las primeras clases.

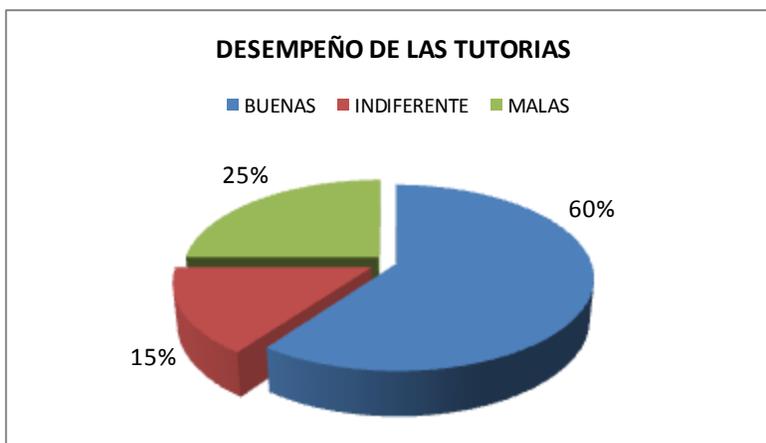
En la gráfica 3, se muestran las causas por las cuales los alumnos reprobaron la asignatura “Auditoría para Efectos Financieros”.



Gráfica 3.- Causas de reprobación.

En la encuesta se les pregunto las causas por las cuales había reprobado la asignatura, dos comentaron que por faltas a la clase; tres por su trabajo, en el cual no les permitía asistir a la clase porque salen a las 2 o 3 p.m.; los seis restantes por que se retrasaron quince minutos y el docente no los dejo entrar a su clase ni entregar las prácticas que se dejaron de tarea; siete comentaron que reprobaron porque se les dificulta la materia y prefirieron reprobare, pero asistían a la clase y dos hacen comentarios alusivos a la actitud del docente.

Sobre el desempeño de las tutorías, se muestra en la gráfica 4.



Gráfica 4.- Opinión sobre las tutorías que se imparten.

Doce estudiantes comentaron que las tutorías son buenas, a tres les resulto indiferente y a cinco de ellos malas porque no conocieron al tutor, además que el horario no les permitía tener un acercamiento con ellos. De los 12 que consideran buenas las tutorías sugieren estas sean de acompañamiento en todo lo que es la carrera, ya que consideran el servicio de atención al clientes más eficaz a través de sus tutores que por parte de División de Estudios Profesionales, ya que solo lo ven como una actividad de reinscripción y de trámites para justificantes de faltas por enfermedad.

Formulación de indicadores,

Para este proyecto se diseñaron indicadores los cuales proporcionaban información para verificar la evolución de aprovechamiento académico e índice de aprobación y reprobación del alumno aplicando la evaluación por competencias profesionales, la tutoría y la asesoría.

Diagnóstico para la gestión e implementación de herramientas de evaluación por competencias profesionales.

Condiciones de Evaluaciones:

- Los alumnos desconocen la forma de evaluación por competencias.
- Consideran que las exposiciones por equipo son excesivas y no son comprendidas por sus compañeros de clase.
- Las evaluaciones las consideran injustas, debido a que por llegar tarde un día reprueban todo el semestre.
- Algunos maestros no les reportan calificaciones parciales y desconocen sus evaluaciones, ni les explican cómo debieron haber sido las respuestas correctas en sus trabajos presentados.
- Desean que todos los docentes implementen y dominen las Tecnologías de la Información, no solo redes sociales.
- Que el material a utilizar en el desarrollo de la materia sea actual.

A cerca del Programa Institucional de Tutorías:

- Saben que existe y que deben asistir para que les entreguen sus puntos de actividades complementarias, pero solo el 20% de los estudiantes entrevistados saben quién fue su tutor y en que recibieron apoyo.
- El 80% de los estudiantes encuestados saben el nombre de su tutor pero nunca fueron a la tutoría, solo fueron a tramitar su constancia de liberación.
- El 20% de los estudiantes que tuvieron contacto con su tutor conocieron los beneficios de tenerlo, por ejemplo: solicitaron apoyo de asesoría y el tutor busco quien se los proporcionará, así también conocieron que existen servicios médico y psicológico que la institución les brinda.

Conclusiones.

Las observaciones realizadas a detalle a través de la encuesta realizada, proporcionan datos que pueden ser subsanados con la aplicación de los métodos de evaluación por competencias profesionales, de tal forma que el alumno este de acuerdo con los resultados de sus evaluaciones, considerando que ellos desconocen cómo es estudiar por competencias y aprendizaje basado en proyectos.

El modelo educativo indica que el Programa Institucional de Tutorías tiene el objetivo de dar un acompañamiento al alumno durante su estancia en la institución, sin embargo es desapercibida debido a que a nivel operativo las estrategias, no funcionan por las diferentes cuestiones de tiempo, capacitación, comprensión e implementación, situaciones que deben conducir al proceso de mejora continua del estudiante y los procesos académicos.

El sentido de apoyo que el estudiante experimenta en su formación académica se distorsiona, ya que piensa que las tutorías son el cumplimiento a las actividades complementarias, es por ello que dicen buscar al tutor cuando necesitan les firme para que los libere, dejando a un lado las necesidades de aprendizaje y orientación educativa. Además los jóvenes piensan en algunas ocasiones que son evaluados por el estado de ánimo de los profesores como el caso específico que se analizó en esta investigación, y que se encuentran muy alejados de la realidad en la aplicación del lineamiento de acreditación de las asignaturas que el Departamento de Estudios Profesionales que en su momento les hubieran explicado en el curso de inducción considerando a esta área a la cual la detectan como un proceso de reinscripción. La finalidad de escuchar a los alumnos que desean permanecer y concluir sus estudios a nivel superior, es la razón de este estudio, que ayude a generar un cambio de actitudes y participar activamente para lograr detectar y proponer estrategias de coadyuven a la misión y visión de nuestra institución.

Referencias.

1. Bernal Cesar, Pineda Ignacia, Fonseca Socorro, Muñoz Carlos. *Fundamentos de Investigación Pearson*. 1ª. Edición. 2013.
2. Satulovsky Silvia, Theuler Silvina, *Tutorías un modelo para armar y desarmar*.
3. Mastache Anahi, Monetti Elda, Ajello Bertha *Trayectorias de Estudiantes universitarios. Recursos para La enseñanza y La tutoría de educación superior*. Editorial NOVEDUC.
4. Hernandez Roberto, Fernández Carlos, Baptista Lucio Pilar, *Metodología de la Investigación*, Mc. Graw Hill. Enero 1997.
5. Coronado Monica, Gomez Baulin María José *Orientación, tutorías y acompañamiento em educación superior*. Editorial NOVEDUC.
6. <http://www.dgei.unam.mx/cuaderno3.pdf> (consultada el 30 de julio de 2016)
7. <http://www.itiguala.edu.mx/tutorias/> (consultada el 30 de julio de 2016)
8. <http://www.tecnm.mx/modeloeducativo/modeloeducativo.pdf> (consultado el 15 de julio de 2016)

USO DE RESIDUOS AGRO INDUSTRIALES EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES VIBRO-COMPRESIDOS PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

F. D. A. Evaristo-Alvarado¹, H. Alonso-Jiménez^{1, 2}, E. García-Hernández¹, E. G. Carrillo-González³ y C. Barreto-Cabrera^{1, 2}

Instituto Tecnológico de Zacatepec, Tecnológico Nacional de México, Calzada Tecnológico no. 27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México C.P. 62780, --eddgarcia@hotmail.com--

¹*División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec, fl0109@live.com, halonso24@yahoo.com.mx, edgar.gh@itzacatepec.edu.mx, ingclaudia_barreto@yahoo.com.mx, ²Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Zacatepec, ³Departamento de Ciencias de la Tierra del Instituto Tecnológico de Zacatepec- erica.griselda@gmail.com, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México- eddgarcia@hotmail.com,*

Área de participación: *Mejora de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad*

Resumen: En esta investigación se analizó la posibilidad de utilizar la cascarilla de arroz y bagazo de caña como refuerzo de concreto en bloques vibro-comprimidos. En la realización de las pruebas y análisis estadístico se aplicó un diseño experimental factorial 3^2 con 3 réplicas en cada uno de los análisis realizados. Haciendo tratamiento en la cascarilla de arroz previo a su utilización a fin de reducir la materia orgánica y obtener un fraguado en tiempo adecuado así como en el bagazo de caña. El diseño empleado en la mezcla de concreto fue una relación 2:3, granzón y arena respectivamente con una concentración de 0.0, 0.1 y 0.3% de cascarilla de arroz y 0.0, 0.1 y 0.6 % de bagazo de caña con respecto al peso del bloque. Finalmente se realizaron pruebas mecánicas de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días de su elaboración de acuerdo a la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013, así como la absorción total a 24 h y absorción inicial con la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013. Ambos residuos son una propuesta efectiva de reutilización en la elaboración de bloques vibro-comprimidos con una resistencia a la compresión de 92 Kg/cm² y 76 Kg/cm² de cascarilla de arroz y bagazo de caña respectivamente.

Introducción.

En la actualidad, los principales desafíos que enfrenta el sector de la construcción se centran en la mejora de su eficiencia energética y la reducción de su impacto ambiental. En este contexto, la utilización de materiales ecológicos y recursos locales están en pleno desarrollo. Desde la década de los noventa se ha presentado un aumento significativo de las distintas actividades de investigación sobre eco-materiales mediante el uso de los recursos vegetales. Algunos ejemplos de investigaciones realizadas son, cascarilla de arroz como agregado natural en un concreto ligero, Chabannes *et al.*^[1], Bagazo y cascarilla de arroz fueron utilizados por Lertwattanakul *et al.*^[2] para la elaboración de adobes, de la misma manera siendo el adobe uno de los materiales más antiguos utilizados en la construcción de vivienda en la historia y por su abundancia en la región de Oaxaca, fue de interés para Caballero *et al.*^[3] en 2010 realizar un estudio de investigación para determinar las dimensiones y concentraciones de fibra de bagazo de agave en el adobe compactado, con el objeto de incrementar su resistencia a la flexión y a la compresión. Estas investigaciones demuestran que

las fibras naturales ofrecen ventajas medioambientales como la reducción de la dependencia de la energía no renovable/fuentes materiales, bajar las emisiones contaminantes, la reducción de gases de efecto invernadero, mejora la recuperación de energía, y al final de la vida la biodegradabilidad de componentes. En el Estado de Morelos el cultivo de arroz es de gran importancia, en la región se encuentra ubicado el molino de arroz San José que genera 4 toneladas de cascarilla mensualmente entre los meses de Octubre a Mayo, así como también el Ingenio Emiliano Zapata que se ubica en el municipio de Zacatepec se generan 2.5 toneladas de bagazo por tonelada de azúcar el cual es quemado en las calderas del ingenio. Por su abundancia en la región fueron seleccionados para su aprovechamiento como elementos reforzantes para la elaboración de bloques vibro-comprimidos que son ampliamente utilizados en la industria de la construcción, los bloques son un importante y frecuente material de construcción que se utiliza en una amplia gama de proyectos. Además los bloques vibro-comprimidos ofrecen las siguientes ventajas respecto a los bloques tradicionales: disminuye el uso del mortero, permite introducir instalaciones sin ranurar, mayor resistencia a la compresión, evita el uso de cimbra ahogando castillos.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Las dos variables independientes que se eligieron fueron cascarilla de arroz y bagazo de caña. El diseño experimental empleado fue un diseño multifactorial, 3^k donde $k=2$ factores y 3 niveles. Para la cascarilla de arroz los niveles son 0.0, 0.1 y 0.3 %, en el bagazo de caña los niveles fueron 0.0, 0.1 y 0.6 % teniendo 9 tratamientos con 3 réplicas en cada una de las 5 variables de respuestas planteadas las cuales son: resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días, absorción inicial y absorción total a 24 h

Materiales y Equipo.

Se utilizó bagazo de caña de azúcar como materia prima, donado por el Ingenio Emiliano Zapata, ubicado en la población de Zacatepec, municipio del Estado de Morelos.

La cascarilla de arroz fue proporcionada por la industria arrocera molino de San José ubicado en el municipio de Jojutla, Morelos. La cascarilla de arroz fue proporcionada por la industria arrocera molino de San José ubicado en el municipio de Jojutla, Morelos. Balanza con capacidad de 20 kg con una sensibilidad de 0.1 %. Juego de Cribas para la clasificación de materiales granulares que cumpla la norma NMX-B-231-1990^[4]. Solución de NaOH 1 M. Horno de secado marca Emerson provisto de termostatos que permita regular la temperatura a $378\text{ K} \pm 5\text{ K}$ ($105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$). Máquina de prueba: La máquina de prueba equipada con dos bloques de acero, cuya dureza Rockwell C, no sea menor de 60 y de dureza Brinnell N 620. Tanque de saturado con capacidad mínima de 3 bloques para poder saturar en su totalidad con agua y mantener una

temperatura controlada de $296 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$ ($23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$). Bloquera vibro-compactadora manual.

Tratamiento del bagazo de caña.

Para utilizar la fibra de bagazo de caña en la mezcla de concreto fue necesario dar un tratamiento previo que consiste separar la fibra por medio del juego de cribas y seleccionar la fibra de la malla no. 10, de manera que la fibra tuviera una longitud entre 15 a 25 mm, siendo la óptima para el espesor del bloque vibro-comprimido. Posteriormente se lavó la fibra dejándola en remojo por 12 h, cambiando el agua con el fin de eliminar la mayor cantidad de contaminantes y mejorar su comportamiento dentro de la mezcla, se procedió a secar la fibra exponiéndolas al sol durante 8 h a una temperatura ambiente de $31 \text{ }^\circ\text{C}$ y humedad de 60 %. Finalmente el bagazo una vez lavado y seco, se almacenó para su posterior utilización.

Tratamiento de la cascarilla de arroz.

Se depositaron 100 g de cascarilla de arroz en una solución alcalina mezclando 100 mL de NaOH (hidróxido de sodio) 1 M y 900 mL de H_2O purificada, se mantuvo por 24 h en reposo con la disolución sin agitación y a temperatura ambiente. Transcurridas las 24 h se lavó con 3 L de agua potable hasta neutralización con un pH de 7.2, posteriormente se decantó el agua de lavado y filtró. Por último, se secó la cáscara de arroz, el proceso de secado es fundamental para retirar la humedad de la cascarilla de arroz, por lo que se expuso al sol durante 8 h a una temperatura ambiente de $31 \text{ }^\circ\text{C}$ y humedad de 60 %.

Preparación de los bloques vibro-comprimidos.

Las mezclas se realizaron en una máquina vibro-compactadora utilizando como base 96 kg de arena, 64 kg de granzón, 25 kg de cemento portland CPC-30R/RS marca Moctezuma, con una relación A/C = 0.5. Utilizando concentración de 0.0, 0.1 y 0.3 % de cascarilla de arroz y 0.0, 0.1 y 0.6 % de bagazo de caña, ambos en relación al peso del bloque. En primer lugar, se agregó a la olla revolvedora la arena y granzón, por medio de paladas que fueron previamente pesadas junto con el material. Debido a que no se cuenta con medios mecánicos para la dosificación, se realizó de manera manual. La olla revolvedora consta de paletas que giran para mezclar el agregado. Posteriormente se agregaron la cascarilla de arroz y bagazo de caña de acuerdo a las concentraciones establecidas en el diseño experimental, al mismo tiempo se agregó el cemento; por último se adicionó el agua potable.

Resistencia a la compresión.

Las pruebas referentes a las propiedades mecánicas se llevaron a cabo en el laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Zacatepec, las pruebas de la resistencia a la compresión de los bloques vibro-comprimidos, se realizaron de acuerdo a la Norma NMX-C-036-0NNCCE-2013^[5] utilizando una prensa de marca Emerson y fecha de calibración vigente.

Absorción inicial en bloques vibro-comprimidos.

De acuerdo a la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013^[6], se define como la cantidad de agua a temperatura ambiente que absorbe un espécimen por capilaridad en una de sus caras, bajo determinadas condiciones durante 10 min de inmersión en agua potable, donde esta lo cubra 5 mm, manteniendo el nivel de agua constante en el recipiente y se expresa por un coeficiente de absorción.

Absorción total a 24 h en bloques vibro-comprimidos.

Para determinar la absorción total de agua en 24 h se pesaron los bloques secos, se sumergieron en agua a temperatura entre 17 °C y 23 °C por un período de 24 h terminando este período se sacaron y eliminó el agua superficial con un paño o papel absorbente, de acuerdo a la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013^[6].

Resultados y Discusión.

La mezcla M5 con una concentración de 0.1 % de cascarilla de arroz obtuvo el mejor resultado con una resistencia a la compresión de 92.13 kg/cm² con un 212 % más resistente kg/cm² que la mezcla MT sin fibra con una resistencia de 29.51 kg/cm² (Figura 1) cumpliendo con la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012^[7]. El bloque vibro-comprimido sin fibra (MT) presentó la resistencia más baja de todas las muestras realizadas.

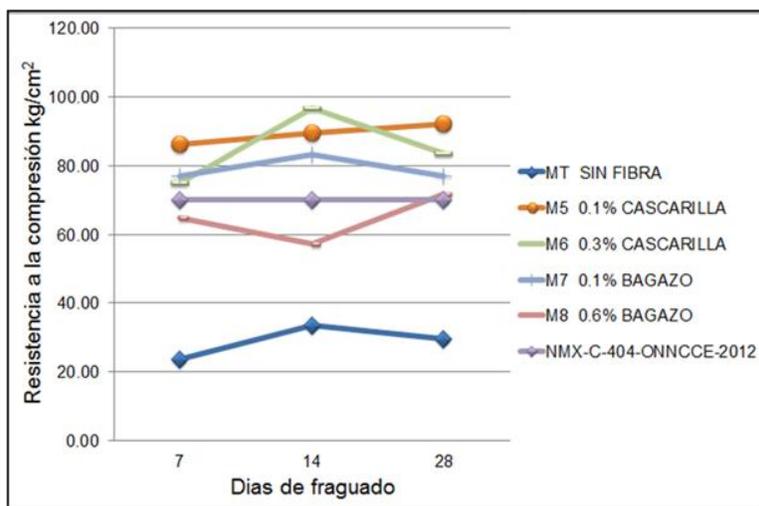


Figura 1.- Resistencia a la compresión de los bloques con fibras a 7,14 y 28 días de fraguado.

Tabla 1.- Resultados de resistencia a la compresión.

TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN	RESISTENCIAS kg/cm ²		
		7d	14d	28d
MT	SIN FIBRA	23.74	33.43	29.51
M5	0.1 % CASCARILLA	86.04	89.33	92.13
M6	0.3 % CASCARILLA	75.10	96.53	83.46
M7	0.1 % BAGAZO	77.01	83.27	76.91
M8	0.6 % BAGAZO	64.73	57.26	71.58

En la (Tabla 1) se observa que las mezclas con fibras tanto de bagazo de caña como en cascarilla de arroz obtuvieron mejor resultado en resistencia a la compresión que los bloques sin fibra a 7, 14 y 28 días de fraguado.

Al realizar las pruebas de absorción de acuerdo a la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013^[6], la absorción inicial en la mezcla M8 con 0.6 % de bagazo de caña con un valor de 8 g/min no cumple con la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012^[7] debido a que es mayor al valor permitido en muros interiores (Figura 2). Siendo lo contrario para el caso de las mezclas M5 y M6 con 0.1 y 0.3 % con cascarilla de arroz respectivamente con un valor de 3 g/min en ambas, cumpliendo con la norma. La mezcla MT presenta menor absorción de agua debido a que no contiene fibra natural a diferencia del resto de las mezclas pero obtiene la más baja resistencia a la compresión.

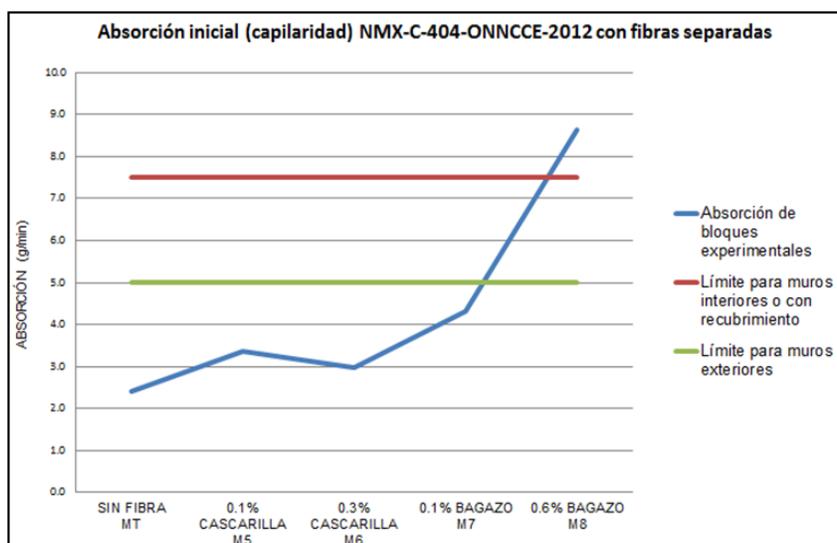


Figura 2.- Absorción inicial para bloques con fibras.

En la prueba de absorción a 24 h todos los bloques con las fibras cumplen de acuerdo a la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012^[7] obteniendo valores menores a 12 % (Figura 3). Consiguiendo menor porcentaje de absorción la mezcla M5 con 0.1 % de cascarilla de arroz teniendo un valor de 5 %.

El proceso se encuentra dentro de la variabilidad permisible evaluada a un nivel estadístico de ± 3 sigmas lo cual se observa con los límites de control establecidos de UCL = 9.66 y LCL = 5.006

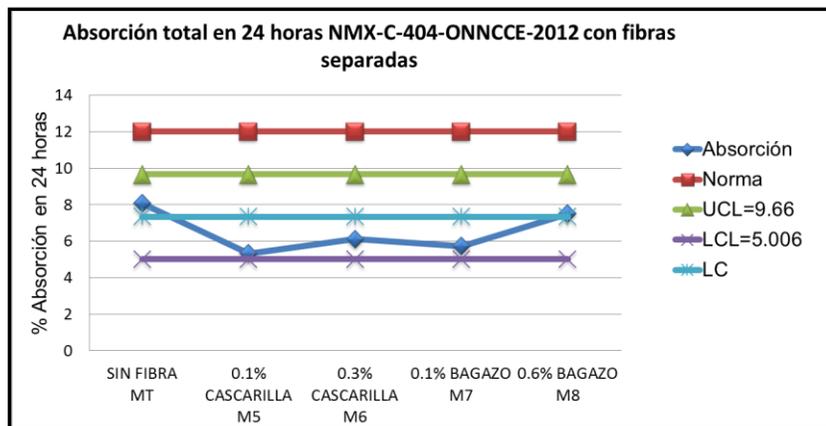


Figura 3.- Absorción total en 24 h en bloques con fibras separadas.

Conclusiones.

Uno de los aspectos más relevantes de esta investigación fue la comprobación de la hipótesis planteada, en la que se demostró que los bloques vibro-comprimidos elaborados con cascarilla de arroz y bagazo de caña, son una alternativa viable para ser usados en la industria de la construcción dando cumplimiento a la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012^[7].

La descomposición en un medio alcalino de la celulosa, que es la principal unidad estructural de la fibra, así como de la hemicelulosa, se presenta con el mecanismo de desfibramiento, el cual sucede cuando la celulosa constituida por cadenas lineales de glucosa se disuelven cuando reaccionan con el ion OH⁻^[8].

Se establece que el uso de una disolución básica en la cascarilla de arroz como pretratamiento permite las reacciones de hidratación del cemento^[9], esto es debido a que la hidrólisis que sufre la materia orgánica de la cáscara al contactar con la disolución básica, produce azúcares que son solubles al agua y se eliminan con el posterior lavado fraguando sin ningún problema; por lo que es de importancia mencionar ya que permite la posibilidad de utilizar la cascarilla de arroz en la elaboración de concreto para bloques vibro-comprimidos.

Para todos los tratamientos la mejor opción resultó el uso de la cascarilla de arroz en 0.1 y en 0.3 %, como elementos de refuerzo en bloques vibro-comprimidos por los resultados satisfactorios que se obtuvieron en el estudio realizado con una diferencia significativa, aumentando la resistencia a la compresión. Confirmando que los compuestos reforzados con fibra, consiguen una mejor resistencia a la fatiga, mejor rigidez y una mejor relación resistencia-peso, al incorporar fibras resistentes y rígidas aunque frágiles. El material de la matriz transmite la fuerza a las fibras, las cuales soportan la mayor parte de la fuerza aplicada. Las fibras se introducen en la matriz del concreto con una diversidad de orientaciones; se obtienen orientaciones aleatorias y un comportamiento isotrópico utilizando fibras discontinuas.

Agradecimientos.

A la bloquera El Vadito por prestar sus instalaciones para la elaboración de las pruebas de los bloques, ubicada en la localidad de Galeana, carretera a Tequesquitengo.

Al Laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Zacatepec por permitir realizar las pruebas de los bloques dentro de sus instalaciones.

Referencias.

1. Chabannes, M., Garcia-Diaz, E., Clerc, L., & Bénézet, J.-C. (2015). Studying the hardening and mechanical performances of rice husk and hemp-based building materials cured under natural and accelerated carbonation. *Construction and Building Materials*, 94, 105–115. <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.06.032>
2. Lertwattanaruk, P., & Choksiriwanna, J. (2011). The physical and thermal properties of adobe brick containing bagasse for earth construction. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, 5(1), pp 187-199.
3. Caballero, M., Silva, & L., Montes, J.. (Septiembre 22, 2010). Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave. Marzo 5, 2014, de Memorias del XVI Congreso Internacional Anual de la SOMIM Sitio web: http://somim.org.mx/articulos2010/memorias/memorias2010/A3/A3_221.pdf
4. Secretaría de trabajo y fomento industrial, *Cribas para la clasificación de materiales granulares*, NMX-B-231-1990, DOF: México, D.F., a 27 de Diciembre de 1990.
5. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., Industria de la construcción-Mampostería-Resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones y adoquines-Método de ensayo, NMX-C-036-ONNCCE-2013, DOF: México, D.F., a 03 de Julio de 2013.
6. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., Industria de la construcción-bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines-Determinación de la absorción de agua y absorción inicial de agua, NMX-C-037-ONNCCE-2013, DOF: 31/01/2014, México, D.F., a 4 de diciembre de 2013.
7. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., Industria de la construcción - Mampostería-Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural - Especificaciones y métodos de ensayo NMX-C-404-ONNCCE-2012, DOF: 13/12/2012, México, D.F., a 18 de mayo de 2012.
8. Juárez, C., Valdez, & P., Durán, A.. (2004). Fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en materiales de construcción. *Ingeniería de Construcción*, 19, pp.83-92.
9. Serrano, T., Borrachero, M., Monzó, J. & Payá, J. (2012, Julio 7). Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades. *Dyna*, 175, pp. 128-136.

PROPUESTA DE MODELO PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD EN ALMACENES DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

A. Zarate-Sánchez¹, C. Barreto-Cabrera², O. Román-Rosales², H. Alonso-Jiménez² y E. García-Hernández³

¹Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Zacatepec, armando.zs@itzacatepec.edu.mx, ²Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Zacatepec, ingclaudia_barreto@itzacatepec.edu.mx, roscarcoordina@yahoo.com.mx, halonso24@yahoo.com.mx, ³División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Zacatepec, edgar.gh@itzacatepec.edu.mx

Área de participación: *Mejora de Procesos y Sistemas de Gestión de calidad*

Resumen: En el presente artículo se propone un modelo para medir la productividad, específicamente en el área de almacén en pequeñas y medianas empresas. El modelo desarrollado combina la Productividad Total y algunos indicadores de eficiencia propios de los almacenes o bodegas. El resultado obtenido es un valor numérico en el periodo que se considera como base para comparar mediciones realizadas en periodos posteriores y determinar el incremento o disminución de productividad. La medición de productividad ayudará, a través de un análisis de la variación de los factores, a los administradores a tomar decisiones basados en datos concretos y reducir la subjetividad. Esto permite que se pueda analizar el desempeño de la organización a través de distintos parámetros propios del Almacén, y que impactan directamente a la distribución y logística de la empresa. El modelo propuesto pretende proporcionar una herramienta administrativa práctica, sencilla y de fácil aplicación que permita medir los factores con mayor impacto en la eficiencia y eficacia de los almacenes de la empresa.

Introducción.

La problemática de las PyME's (pequeñas y medianas empresas) es bastante compleja en la actualidad, dadas las condiciones económicas globales cambiantes y el entorno social particular de México. Las debilidades de carácter estructural que padecen las PyME's siguen mermando su competitividad y amenazando a su supervivencia (García, 2003). Esto obliga a los empresarios o administradores a ser más eficientes en el uso de sus recursos.

Debido a lo anterior, los pequeños empresarios, quienes una multiplicidad de funciones, tienen dificultad en concentrar sus esfuerzos en pro de una mejora en el desempeño de sus organizaciones, aún más, los almacenes no generan ingresos, pero ayudan en la distribución de bienes, preferentemente al mínimo costo (Johnson, 2010).

El objetivo de la investigación es proporcionar a los propietarios y/o administradores de las PyME's, un instrumento práctico y sencillo de aplicar, evaluando el funcionamiento de los almacenes desde el punto de vista operativo, económico y de servicio que permita realizar una mejor toma de decisiones.

Fundamento Teórico

La palabra productividad tiene sus orígenes en el siglo XVIII (Sumanth, 1979), sin embargo, a través de los años ha sufrido modificaciones y uno de los conceptos más recientes es el proporcionado por la Organización para el Desarrollo y Cooperación Económica, OECD por sus siglas en inglés (OECD, 2001), quien la

ha definido como “una *relación* de la cantidad de entradas entre la cantidad de salidas”.

A menudo, la productividad suele confundirse con los conceptos de eficiencia y eficacia, pero de acuerdo a (Gutiérrez, 2010), estos dos términos son parte de la relación de la productividad, debido a que la eficiencia se relaciona con el aprovechamiento de los recursos o insumos utilizados para la obtención de un producto o servicio y, la eficacia es el grado en que se logran las actividades planeadas (Serrano *et al.* 2007).

De acuerdo a Sumanth, existen los siguientes tres tipos básicos de productividad, 1) Productividad Parcial (PP), razón de la cantidad producida entre un solo tipo de recursos; 2) Productividad de Factor Total (PTF), es la razón de la producción neta y la suma asociada de los insumos de mano de obra y capital, donde la producción neta es la producción total menos servicios y bienes intermedios comprados; 3) Productividad Total (PT), es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores. Con esta última forma de medir la productividad, se pretende reflejar el impacto conjunto de todos los insumos al fabricar los productos o proporcionar un servicio.

La medición de la productividad se ha llevado a cabo utilizando el método del crecimiento financiero, pero también se mide por el método de índices numéricos, (Lipsey & Carlaw, 2004), con la limitante de que solo refleja la capacidad o la habilidad en un aspecto determinado como entrega, tiempo, optimización de recursos, etc.

Una investigación realizada en Nicaragua (López G. *et al.* 2015) acerca de la medición de la productividad en el sector agrícola de 19 países sudamericanos desde 1961 hasta 2009. A través de ella se pudo comprobar que Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador tuvieron los PTF (Productividad de Factor Total) más altos (alrededor de 0.3 %) y Nicaragua tuvo un decremento de 0.01 %. En dicha investigación se aplicó una metodología DEA (Análisis de Datos Envoltentes) muy utilizada misma que permite descomponer los cambios en la productividad en un componente de eficiencia y en otro de cambio tecnológico (Fong & Abdul, 2016); además, se combina con la utilización de índices de cambios en la productividad a través del tiempo.

En otra investigación realizada (Nevárez S. & Reyes T., 2004), se analizaron los costos registrados por distintos sectores en la industria manufacturera en México entre 1994 y 1999, para obtener un estimado o cuantificación de la PTF como reducción real de costos. Para el cálculo de la productividad se aplicó la metodología de Harberger (1997).

En el Reino Unido en el 2005 (Herron & Braiden, 2006), desarrollaron un modelo para mejorar la productividad que se puede aplicar a las pequeñas y medianas empresas. La metodología desarrollada hace uso de un Análisis de Necesidad de Productividad (Productivity Needs Analysis, PNA), donde se identifican procesos, se definen mediciones claves de productividad (métricas) y se elabora una matriz en la que se asignan ponderaciones de acuerdo a la influencia o impacto entre las

herramientas y medidas respecto a los procesos y problemas. Esto se aplicó a 15 compañías.

Rieger (2011) propone un método visual para la medición de la productividad y le llama Método PECOTA, que es una variación de la herramienta lean llamada, mapeo de flujo de valor (VSM) a la cual le incorpora una valoración de precios y costos dado que los tiempos de espera o tiempo desperdiciado, tienen un costo asociado y esto se ve reflejado en una tabla donde se integran el costo de proceso del valor añadido, el costo del proceso total y el índice derivado, lo que de manera gráfica permite identificar dónde se puede ejecutar un evento de mejora continua con mayor precisión

En otra investigación (Inklaar & Diewert, 2016) se utilizaron los datos de productividad industrial de 38 países en el periodo de 1995-2011, utilizando una función GDP (Producto Interno Bruto, ver Ec. 1) para cada unidad de producción o una función de valor agregado (Diewert & Morrison, 1986) con la ventaja de realizar comparaciones multilaterales en un mismo periodo de tiempo. En esta investigación se encontró una declinación en los niveles de productividad de los países, la tasa de crecimiento del máximo nivel posible de productividad creció 1.7% en el periodo, mientras que a nivel mundial el crecimiento fue de 1%. La frontera de productividad para el sector exportación creció 2.6% por año mientras que el sector no exportador solo creció 1.3% por año y el PTF creció 1.3 y 0.6% respectivamente.

$$GDP(Y) = C + I + G + (X - M) \quad Ec.1$$

$$PIB = Consumo + inversión + gastos de gobierno + exportaciones netas$$

En una investigación en almacenes (Johnson & McGinnis, 2010) se identificaron 33 factores que impactan en el desempeño del almacén en general, elaborando un estudio de correlación para identificar cuáles factores de prácticas o atributos estaban más fuertemente correlacionadas (positiva o negativamente) con la eficiencia del almacén, revelando que la estacionalidad, el reaprovisionamiento total, trabajadores eventuales y la realización de inventarios, reflejan estadísticamente una significativa importancia.

Algunos investigadores (Delgadillo, 2003), coinciden que "el verdadero responsable o más bien el responsable directo de la productividad no es de orden científico, sino de carácter humano". Aunque de forma general la bibliografía respecto a la medición de la productividad es extensa utilizando métodos como los de Kurosawa, Lawlor, Sumanth, estos se enfocan en los factores de capital y labor. No obstante, la bibliografía de medición de productividad en pequeñas y medianas empresas específicamente en almacén, ciertamente es limitada.

Delgadillo (2003) propone un método para la medición de la productividad en PyME's, sin embargo, solo define una caracterización de los factores mediante la aplicación de encuestas aplicando un estudio de correlación. Situación muy parecida a otra investigación (Alcaide, 2008) donde se analiza y propone una medición mediante un cuestionario extenso (260 aspectos) al que se aplican

valoraciones desde 0 a 100, penalizando el incumplimiento y obteniendo un valor numérico del desempeño del almacén.

En forma general, el modelo de medición más utilizado es el Modelo de Productividad Total (MPT) del Dr. David Sumanth, ver Ec. 2.

$$MPT = \frac{\text{Produccion Tangible Total}}{\text{Insumos Tangibles Totales}} \quad \text{Ec.2}$$

$$= \frac{\text{Valor Unidades Producidas} + \text{Unidades parciales} + \text{Dividendos} + \text{Intereses} + \text{Otros Ingresos}}{\text{Valor de Insumos (Humanos + Materiales + Capital + Energia + Otros Gastos)}}$$

Mismo que es una derivación del modelo de Craig-Harris, ver Ec. 3.

$$P_t = \frac{O_t}{L + C + R + Q} = \frac{\text{Produccion Total}}{\text{Insumos (Mano de Obra + Capital + Refacciones y MP + Otros Bienes)}} \quad \text{Ec. 3}$$

Al que, sin embargo, en estos modelos no se contempla el almacén, donde las principales características son que no se agrega valor al producto y se trata de evitar pérdidas o mermas.

En México, las empresas se clasifican de acuerdo a la mano de obra empleada (INEGI 2014) ver Tabla 1.

Tabla 1.- Estratificación por número de trabajadores (INEGI 2014).

Sector/Tamaño	Industria	Comercio	Servicios
Micro	0 - 10	0 - 10	0 - 10
Pequeña	11 - 50	11 - 30	11 - 50
Mediana	51 - 250	31 - 100	51 - 100

Cabe resaltar que la microempresa ocupa el 39.8% de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que en conjunto, las pequeñas y medianas empresas suman un 31.4% del PEA, lo que da una idea de su importancia.

Los almacenes o CEDIS, realizan las funciones que se muestran en la Figura 1 (Machado 2012):

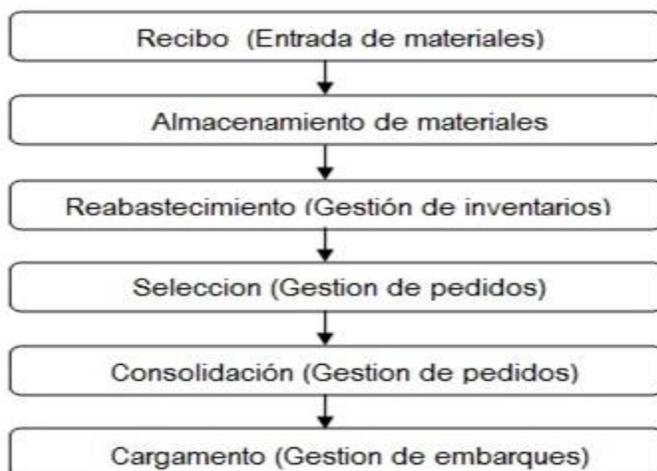


Figura 1.- Flujo operacional de actividades de un centro de distribución (Machado, 2012).

Cuando se trata de medir la productividad, la medición no puede entenderse solo como un proceso de recoger datos, sino que debe insertarse adecuadamente en el sistema de toma de decisiones. Las empresas que buscan mejorar operativa y económicamente funciones de transporte y logística, utilizan dentro de su esquema organizacional la figura de Centros de Distribución (CEDIS) (Arrieta, 2012) (Machado, 2012) sobre todo cuando necesitan diversas mercancías de diversos orígenes y, a su vez tienen diferentes lugares de destino. Desafortunadamente tal como apuntan (Berg & Zijm, 1999), la atención prestada por los investigadores de la Teoría de inventarios a la administración de sistemas de almacenaje han sido relativamente limitados.

A partir del desarrollo y popularidad de los CEDIS mencionados, se desarrollaron también los KPI (Key Performance Indicators) que son indicadores clave del desempeño o medidas de rendimiento y en la actualidad se aplican en casi todas las áreas de una organización. La Norma ISO 22400 Manufacturing Operations Management —Key Performance Indicators (Fukuda, 2014) contempla 35 indicadores, los que agrupa en indicadores de eficiencia, de calidad, de capacidad, de administración de inventarios, de mantenimiento y ambientales.

Para la realización de estas actividades se utilizan ciertos recursos y a partir de la optimización de estos recursos se obtienen salidas que proporcionan mediciones de su productividad, ver Figura 2.



Figura 2.- Propuesta de variables de entrada y salida de un almacén en general (Johnson, 2010).

(Arrieta, 2012) propone el uso de indicadores para medir el desempeño eficiente del almacén y que se clasifican en capacidad, tiempo, costo, etc.

La medición de la productividad implica tres comparaciones (Prokopenko, 1989);

- Respecto a una base histórica
- Respecto a una unidad de medida
- Rendimiento actual respecto a una meta

En esta investigación, debido al desconocimiento de una productividad inicial, no se establecen metas y se desarrolló con las dos primeras comparaciones.

El modelo para medir la productividad en los almacenes que se propone en esta investigación, considera tanto la función de productividad como indicadores (Arrieta 2012) que ya han sido desarrollados para medir el funcionamiento de un almacén, tales como los que a continuación se mencionan. En México, la Secretaria de la Función Pública (GDF, 2004) estableció un estándar para verificar una adecuada rotación de inventarios; sin embargo, en esta investigación, se eligió el método sugerido por (USAID, 2007) ya que evita la subjetividad dentro de un periodo de tiempo dado, con la salvedad de que para ser un valor de ajuste a la productividad total deberá dividirse entre la rotación óptima de inventario.

Resultados y discusión.

$$\text{Indicador de Rotación de Inventario} = \frac{\text{Costo total de producto vendido}}{\text{Costo del inventario promedio}}$$

Indicador de Entregas Perfectas: El indicador de entregas perfectas permite evaluar el desempeño en la etapa final del proceso (y acaso la más importante por ser previo al pago); la entrega de los artículos negociados. Este cociente considera las entregas sin errores entre el número total de entregas realizadas en un periodo (Zuloaga *et al*, 2014):

$$\text{Indicador de Entregas Perfectas} = \frac{\text{Número de Entregas sin problemas}}{\text{Número de Entregas totales}}$$

Indicador de Capacidad Utilizada de Almacén: Esta medida de eficiencia se refiere a una capacidad instalada y una capacidad utilizada (Zuloaga *et al*, 2014). Si fuese óptima la utilización debería ser 1 o el 100%, pero de forma similar al uso de la maquinaria, se debe evitar su uso a capacidad máxima porque esto le acerca al punto de falla o quiebre con consecuencias obviamente negativas. Las unidades son m², m³ o alguna unidad referencial. Al simplificar queda el indicador sin unidad.

$$\text{Indicador de Capacidad de Almacén} = \frac{\text{Capacidad Utilizada de Almacén}}{\text{Capacidad Total de Almacén}}$$

El modelo de Productividad Total de Almacén (PTA) quedaría propuesto de la siguiente manera:

$$PTA = \left[\frac{12 \% \text{ del valor de artículos vendidos}}{MO + C + GM + GA + OG} \right] (IRI)(IEP)(ICA)$$

Donde:

PTA = Productividad Total de Almacén

MO = Mano de obra (pesos)

IRI = Indicador de Rotación de Inventarios

C = Capital de trabajo (pesos)

IEP = Indicador de Entregas Perfectas

GM = Gastos de Mantenimiento (pesos)

ICA = Indicador de Capacidad de Almacén

GA = Gastos Administrativos (pesos)

OG = Otros gastos (pesos)

Algunos investigadores como (Rushton, 2010) indican que los gastos de almacén van del 12 al 20% sobre el costo unitario del producto y dado que el almacén no agrega valor se propone un ajuste de solo un 12% sobre los ingresos.

Es necesario que el empresario o administrador defina la amplitud del periodo de tiempo en que se pretende medir la productividad, ya que posteriormente se medirá en otro periodo de tiempo semejante para tener una medida de comparación similar.

Al aplicar este modelo, se obtiene para la productividad un valor numérico en un periodo establecido como base e identificado como **PTA₀**. Transcurrido otro periodo de tiempo, se calculará nuevamente obteniéndose ahora un valor **PTA₁**. Finalmente se elabora un cociente de la siguiente manera:

$$\text{Incremento o decremento de productividad } \Delta P = \frac{PTA_1}{PTA_0}$$

La diferencia respecto a la unidad será el incremento o decremento de la productividad respecto al periodo base.

Conclusiones.

El almacén es un lugar donde no se agrega valor a un artículo, solo lo resguarda tratando de mantener en buenas condiciones las características del mismo. Esto implica que su funcionamiento es un costo necesario e ineludible.

La medición de la productividad es una necesidad empresarial para el mejoramiento continuo en pos de obtener una ventaja competitiva y aún más, conseguir una mayor participación del mercado.

La herramienta propuesta permitirá evaluar de una forma sencilla la productividad de los almacenes en diferentes periodos de tiempo y aplicar medidas de control en función de la variabilidad de los factores.

Sin embargo, existen factores no contemplados tales como fluctuaciones cíclicas de la demanda, los ciclos de vida de los productos y hasta las políticas públicas (Nevárez & Reyes, 2004) cuya influencia puede modificar la medición de la productividad.

Agradecimientos.

Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico de Zacatepec por permitirme continuar un proceso de mejoramiento profesional, académico y personal.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico que permitió la realización de la presente investigación.

Referencias.

1. Alcaide R., M., 2008. Parámetros para evaluar el desempeño de almacenes. *CUJAE, Convencion Cientifica de Ingenieria y Arquitectura*. Available at: ccia.cujae.edu.cu/index.php/siia/siia2008/paper/download/1084/182.
2. Arrieta, J.G., 2012. Aspects to consider for high quality.pdf. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 16. Available at: https://reposit_ory.eafit.edu.co/handle/10784/4564?show=full.
3. Berg, J.P. Van Den & Zijm, W.H.M., 1999. Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59, pp.519–528.
4. Delgadillo G., L.A., 2003. Modelo para evaluar la productividad en Micro , Pequeñas Y Medianas Empresas De La Cadena Productiva De La Electronica , la informatica y las telecomunicaciones en Jalisco. In pp. 8–11.
5. Diewert, W.E. & Morrison, C.J., 1986. Adjusting Output and Productivity Indexes for Changes in the Terms of Trade. *The Economic Journal*, 96(383), pp.659–679. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2232984>.
6. Fong, K. & Abdul, A., 2016. Research in Transportation Economics Total factor productivity analysis of Malaysia Airlines : Lessons from the past and directions for the future. , 56(September 2016), pp.42–49.
7. Gu, J., Goetschalckx, M. & McGinnis, L.F., 2007. Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), pp.1–21.
8. INEGI, 2014. *MIPYME, Estratificación de los establecimientos*, Mexico City.
9. Inklaar, R. & Diewert, W.E., 2016. Measuring industry productivity and cross-country convergence. *Journal of Econometrics*, 191(2), pp.426–433. Available

- at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.12.013>.
10. Johnson, A. & McGinnis, L., 2010. Performance measurement in the warehousing industry. *IIE Transactions*, 43(3), pp.220–230.
 11. Lopez G., A. et al., 2015. Estado del arte de la medición de la productividad y la eficiencia técnica en América Latina: Caso Nicaragua. , 1.
 12. Machado, A.& S., 2012. Benefits of the implementation and use of a warehouse management system in a distribution center. *Revista Científica Eletronica de Engenharia de Producao*, (ISSN-1676-1901), pp.46–72.
 13. Nevárez S., A. & Reyes T., Á.M., 2004. Productividad total de factores y reducción de costos en la industria manufacturera mexicana , 1994 – 1999. *Economía, Sociedad y Territorio*, IV, pp.697–721. Available at: www.redalyc.org/articulo.oa?id=11101606.
 14. Rieger, B., 2011. *Desarrollo De Un Método Visual Para El Análisis Y La Evaluación Del Nivel De Productividad*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES.
 15. Serrano, M. et al., 2007. Metrics for data warehouse conceptual models understandability. *Information and Software Technology*, 49(8), pp.851–870.
 16. Zuloaga M, A., Gómez M, R. & Fernández H, S., 2014. Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo scor. *Clio America*, 8(15), pp.90–110. Available at: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/cliоamerica/article/view/832>.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DEL REDISEÑO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO

A. García-Torres¹, M. G. Gutiérrez-Cortés¹, M.C. Chacón-Olivares¹,
O. Pérez-Salas² y A. Aldaco-Quijas²

¹Departamento de Ingeniería en Logística del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato - algarcia@itesi.edu.mx, martha.gutierrez@itesi.edu.mx, Carmen.chacon@itesi.edu.mx, ²Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato - orlandopsalas@gmail.com, @andreina_quijas15@hotmail.com

Área de participación: *Mejora de procesos y Sistemas de Gestión de Calidad.*

Resumen.: El rediseño de las estaciones de trabajo considerando la ergonomía es una estrategia de mejora importante para el aumento de la productividad además de propiciar salud ocupacional al trabajador y un ambiente de bienestar al mismo. En la presente investigación se muestra el rediseño de la tarea de soldadura de tarjetas electrónicas y de su estación, con el objetivo de lograr una reducción de costos y una ventaja competitiva organizacional en una Pyme. Para fines del mejoramiento se realizó una evaluación ergonómica a través del método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) en la interfaz de ergonomía en el software Catia, en el que se encontraron significativamente áreas de oportunidad en el nivel de riesgo que requieren atención inmediata. Una vez identificadas las áreas de oportunidad, se llevaron a cabo acciones en el rediseño de la estación considerando los factores ergonómicos atendiendo las normas oficiales mexicanas de la STPS para agilizar el flujo de la producción y de logística en el proceso, logrando una estandarización de tiempos y movimientos para que los operadores pudieran eficientar el proceso de soldado, el cual tuvo un impacto en un mejoramiento en la productividad del 7.8% en el soldado de las tarjetas, además del cumplimiento de las condiciones de seguridad y ergonomía requeridas para la salud ocupacional. El presente estudio servirá como base para efectuar las evaluaciones ergonómicas para los diversos puestos de la empresa y como referencia a proyectos de mejora de otras empresas usando la ergonomía como clave para incrementar la productividad.

Introducción.

Uno de los factores que influyen en la productividad es el bienestar y seguridad del trabajador en su jornada diaria a través de un efectivo diseño de la tarea y de la estación, para minimizar sus fatigas y lesiones y de esta manera mantener un flujo de producción constante para dar cumplimiento a las demandas de producción de los clientes. McAtamney señala que los trastornos musculo esqueléticos (TME) son derivados de la sobrecarga muscular en el lugar de trabajo por posturas, movimientos repetitivos con una fuerza, intensidad, frecuencia y duración; es relevante identificarlos para generar acciones para prevenir las consecuencias mencionadas. Según datos preliminares de la Encuesta de condiciones de trabajo de Cataluña 2005, el 97,9% de los trabajadores refieren estar expuestos a una o más situaciones de riesgo relacionadas con los TME.

En el modelo de diseño de trabajo de Parker, Wall, y Cordery conceptualizaron las características del trabajo además de los factores organizacionales internos y externos, tales como el estilo de la dirección o la incertidumbre del entorno. El profesor Malchaire de la Universidad Católica Lovaina, comenta que es necesario traspasar el conocimiento de la empresa hacia la prevención, es decir mejorar la

gestión y propone la estrategia SOBANE en el que es necesario cuantificar el riesgo para compararlo con un valor admisible y concluir si la situación es aceptable, en caso de superar este límite se introducirían una serie de medidas, después de estudios. De la importancia que tienen estos conceptos para la prevención de riesgos laborales, la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo se ha enfocado en concientizar a las empresas en el análisis de las condiciones de trabajo, al promover la adopción de un enfoque integral de la gestión que tenga en cuenta los diferentes pasos del proceso de evaluación de riesgos. Es por ello que uno de los objetivos de la ergonomía es eliminar los factores que se oponen a un trabajo productivo, de calidad, seguro y humano mediante el pertinente ajuste de aspectos físicos, tareas y medio ambientales de los lugares de trabajo, el enfoque por tanto es de la evaluación de los puestos que apoyen en no solo la identificación y valoración de los riesgos, sino de implementar las acciones que contribuyan hacia la eliminación de los riesgos para el diseño y el mantenimiento de un ambiente de trabajo seguro.

En las secciones siguientes, se presentará el estudio realizado en una Pyme en la que se están atendiendo las anteriores recomendaciones teóricas para mejorar la productividad de una estación de trabajo, considerando el enfoque de calidad total así como las recomendaciones de la psicología de salud ocupacional y de los requisitos técnicos de las normas de la Secretaría del Trabajo y Prevención Social en materia de ergonomía en México.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Para la realización de la evaluación ergonómica, se realizaron las siguientes actividades: Identificación del puesto y de la operación de soldado en la línea, se identificaron las condiciones físicas y de seguridad e higiene actuales y requeridas, se efectuó un análisis postural tomando de referencia la antropometría; se llevó a cabo una filmación y captura de fotografías, con el objetivo de identificar malestares y lesiones, finalmente se entrevistó a los operadores a través del cuestionario nórdico estandarizado de síntomas musculoesqueléticos de Kuorinka et.al. Una vez obtenidos los datos preliminares, se opta por la elección del método RULA para evaluar la exposición repetitiva del trabajo de soldado, el número de movimientos, fuerza aplicada y posturas empleadas de los operadores y así obtener el nivel de riesgos del puesto, ya que de acuerdo al estudio de Chiasson M.E et. Al. "Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders" es el mejor método respecto a los riesgos elevados y medios. Se empleó la interfaz de ergonomía de Catia para procesar los resultados de las observaciones, las posiciones de trabajo de los operadores fueron modeladas en 3D.

El método RULA clasifica la puntuación de las posturas en 4 niveles de riesgo según el valor obtenido. A cada nivel está relacionado a un color determinado en función de su riesgo, ver Tabla 1.

Tabla 1.- Niveles de riesgos, método Rula

Puntuación Final	Nivel de Riesgo	Interpretación
1 a 2	Nivel 1	Nivel de riesgo aceptable
3 a 4	Nivel 2	Pueden realizarse cambios o análisis profundos
5 a 6	Nivel 3	Se necesitan cambios a corto plazo
6 a 7	Nivel 4	Se precisan cambios inmediatos

Este método otorga una puntuación a la diversas partes del cuerpo clasificadas en 2 grupos, los grupos son: Grupo A: Formado por los miembros superiores. Se desglosan en brazo, antebrazo y muñeca, tomando en cuenta la pronación o supinación. El grupo B está formado por el cuello, tronco y piernas. Para identificar las mudas en la tarea, se realiza un estudio de tiempos con el método Most, el objetivo es identificar el tiempo estándar productivo. Después de un análisis de los resultados se diseña la estrategia para el rediseño de la tarea basado en la normativa vigente. Se implementan los cambios propuestos en un operador como prueba piloto y se validan los resultados, posterior a ello se estandarizan en toda la estación.

Una vez que se han obtenido los datos preliminares del puesto, se identifican los puestos en la distribución de planta, ver Figura 1.

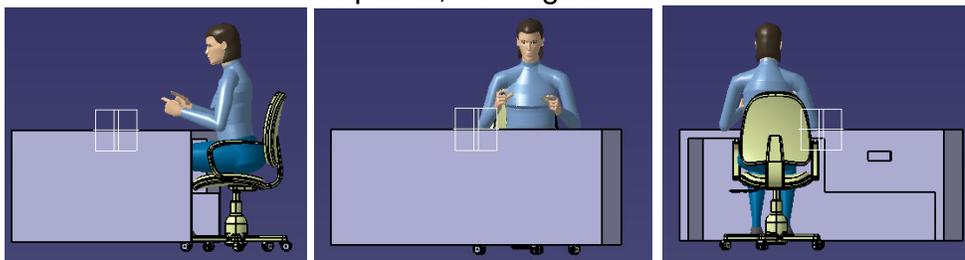


Figura 1.- Estación de soldado en la línea

Se toman los datos del entorno de trabajo, el objetivo es identificar áreas de oportunidad en las condiciones físicas, ver Tabla 2.

Tabla 2.- Condiciones físicas de la estación.

Condiciones Físicas							
Temperatura (Grados)		Iluminación (luxes)		Ruido (dB)		Vibración (Hz)	
NOM	Real	NOM	Real	NOM	Real	NOM	Real
30	32	750	720	90	73	2	0.4

Se observa en colores las áreas de oportunidad identificadas, tal es el caso de la iluminación, el cual requiere un mejoramiento en el nivel de iluminación. El análisis postural de la actividad se observa en la Tabla 3.

Tabla 3.- Análisis postural del puesto de soldador.

Condiciones Posturales													
Respaldo respecto al asiento		Plano medio del asiento (grados)		Altura del asiento de la silla		Pies apoyados al piso		Distancia del cuerpo al borde de la mesa		El centro de trabajo de las manos		Altura del objeto en trabajo de precepción (cm)	
NOM	Real	NOM	Real	NOM	Real	NOM	Real	NOM	Real	NOM	Real	NOM	Real
90-100	81	3-5	4	35-60	40	Si	No	5-10	8	25-30	25	80.3-90	75

La tarea de soldado implica actividades repetitivas de ambos lados del cuerpo, por lo que se realizó el análisis del puesto considerando las actividades posturales del lado izquierdo y derecho del operador. Los datos obtenidos se ingresaron en la interfaz de ergonomía del software Catia para realizar el procesamiento de los datos e identificar el nivel de riesgo, los resultados del score total se observan en la Tabla 4.

Tabla 4.- Resultados del nivel de riesgos de la evaluación en el Rula

Operador 1		Operador 2		Operador 3		Operador 4		Operador 5	
Lado izq	Lado der								
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

El resultado obtenido al hacer las evaluaciones en todos los operadores fue de un nivel de riesgo de 4 (score de 7) para el lado izquierdo y derecho, que significa que en la tarea se deben realizar cambios inmediatos; Se observa que para ambos lados posturales las principales afectaciones son el antebrazo, la muñeca, el musculo y la pierna, ver Figura 2.

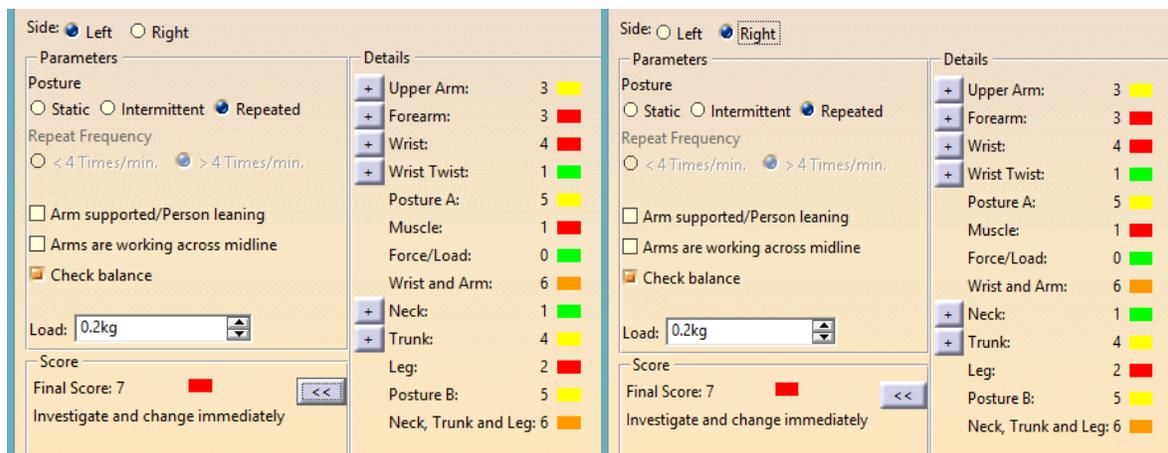


Figura 2.- Resultados de la evaluación del puesto de soldador

El resultado del análisis del cuestionario nórdico estandarizado de síntomas musculoesqueléticos de Kuorinka se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5.- Resumen del cuestionario aplicado en la entrevista.

Molestias	Operador 1 / Despues qué tiempo	Operador 2 / Despues qué tiempo	Operador 3 / Despues qué tiempo	Operador 4 / Despues qué tiempo	Operador 5 / Despues qué tiempo
Cuello	Si / 9 meses	Si / 2 meses	Si / 3 meses	Si / 1 mes	Si / 8 meses
Hombro	Si / 5 meses	Si / 2 meses	No / 0	Si / 1 mes	No / 0
Dorsal o lumbar	Si / 2 meses	Si / 2 meses	No / 0	No / 0	Si / 2 meses
Codo o antebrazo	Si / 3 meses	Si / 1 mes	No / 0	Si / 1 mes	No / 0
Muñeca o mano	Si / 7 meses	Si / 2 meses	No / 0	No / 0	Si / 4 meses

Como se observa en la tabla, el cien por ciento de los operadores ha recibido algún tratamiento por trastornos al estar laborando bajo las condiciones actuales de la tarea.

Los factores a considerar en el diseño de la estación de trabajo son las siguientes: se identificó la altura de trabajo en posición de sentado para trabajo de precisión usando el Nomograma de Kirchner y Rohmert identificando una altura de 80.3 a 90 cm. Se ajustaron las posiciones de los respaldos para obtener un ángulo de 90 para la espalda y la altura del asiento ajustándolo a la antropometría del operador piloto, se proporcionó variedad al programar una rotación al puesto de empaque por una hora cada 2 horas de trabajo de la tarea de soldar. Adicional se les proporcionó el equipo de seguridad requerido para el puesto de soldador, así como la incorporación de más lámparas para dar cumplimiento a los luxes de iluminación. Se realizó el estudio de tiempos por el método Most, En el diagrama de flujo de la operación, se observan 54 operaciones y adicional 2 transportes, ver Figura 3.

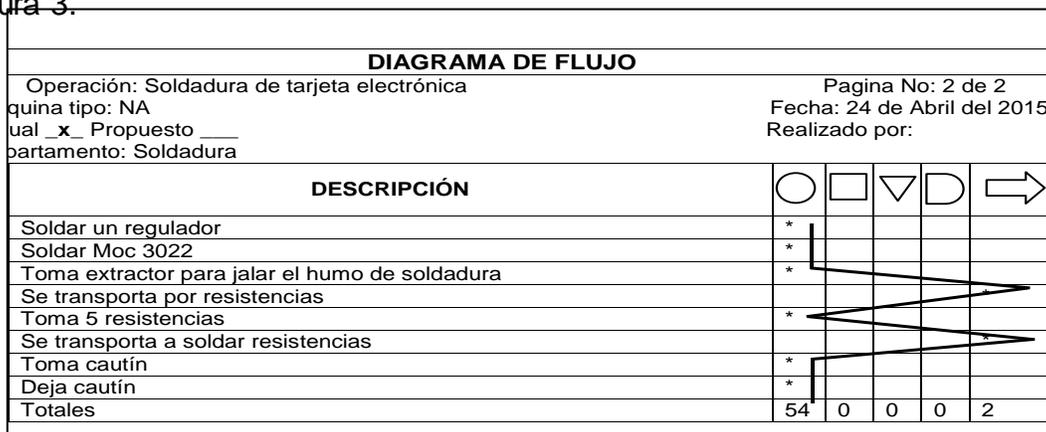


Figura 3.- Diagrama de flujo del proceso de soldado en las operaciones de transporte

A través del análisis del diagrama, se identifica que la muda de transporte representa un porcentaje significativo, para su eliminación se colocó un estante con el abastecimiento de resistencias, Para realizar eficientar la estación de soldado, las operaciones se estandarizan y a través de una capacitación con las hojas estándares de operación, se monitorearon observando una productividad en las tarjetas soldadas por hora.

Una vez efectuados los cambios del entorno, se implementaron ajustes en la prueba piloto y se realizó una segunda evaluación para identificar el nivel de riesgos, el resultado fue de un score total de 2, que significa un nivel de riesgo de 1, el cual es un nivel aceptable, ver Tabla 6.

Tabla 6.- Resultados del score total de la evaluación en el Rula

Operador 1		Operador 2		Operador 3		Operador 4		Operador 5	
Lado izq	Lado der								
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Resultados y Discusión.

Con los cambios efectuados, se observan solo molestias en las muñecas para ambos lados, a continuación en la figura 4 se presentan los resultados finales de la evaluación.

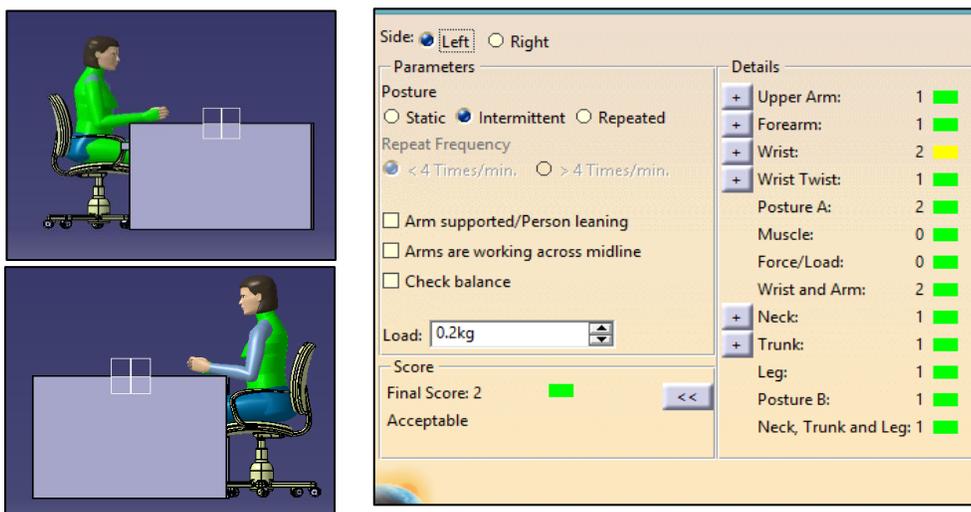


Figura 4.- Resultados finales

Como se observa, ahora para los grupos A y B de los miembros del cuerpo, el nivel de riesgo es aceptable. En cuanto a la productividad de las piezas soldadas se incrementó en un 7.8 %, en el procedimiento de soldado ahora solo se realizan operaciones que agregan valor.

Conclusiones.

La productividad en las estaciones de trabajo es un objetivo estratégico de las organizaciones, el atender los factores que contribuyen a lograr un bienestar de los trabajadores tales como consideraciones ergonómicas para el rediseño de las estaciones y así lograr la salud ocupacional es significativo en la productividad, en la satisfacción y seguridad de los empleados logrando una participación activa para la estandarización de las acciones, ya que se ha logrado una concientización sobre todo en el uso del equipo de seguridad tales como las gafas, el mandil,

maskarilla y los guantes antiestática, ahora hay la existencia de un clima preventivo favorable. El presente estudio servirá como base para realizar posteriores evaluaciones en otras estaciones de la empresa, así como proporcionar a las empresas la metodología para la realización de evaluaciones de puestos considerando factores ergonómicos.

Referencias.

1. Actividades de soldadura y corte-Condiciónes de seguridad e higiene.”, NORMA Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2008. Diario Oficial de la Federación. Viernes 7 de noviembre de 2008.
2. Chávez R, González E, Mendoza P, Preciado M, Flores M, 2011. Factores de Riesgo Ergonómico que Ocasionan Molestias Músculo-Esqueléticas según Unidad de Trabajo en Odontólogos de los Municipios de Guadalajara y Zapopan, Jalisco, Analizados a Través del Cuestionario Nórdico Estandarizado de Kuorinka, Métodos OWAS y RULA. CiencTrab. Oct-Dic; 13 [42]: 224-228)
3. Condiciónes térmicas elevadas o abatidas-Condiciónes de seguridad e higiene. NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001. Diario Oficial de la Federación. Viernes 14 de junio de 2002.
4. Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 17 de abril de 2002.
5. Condiciónes de iluminación en los centros de trabajo, NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Diario Oficial de la Federación. Martes 30 de diciembre de 2008.
6. Dirección General de Relaciones Laborales de Cataluña, Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral.
7. Kuorinka, B. Jonsson, A. Kilbom, H. Vinterberg, F. Biering--Sørensen, G. Andersson, K. Jørgensen. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics 1987,233-237
8. http://www.ergokprevencion.org/Sobane_mitos.htm.
9. <http://www.deparisnet.be/sobane/SOBANEFr1.htm>.
10. McAtamney, L. Y Corlett, E. N., 1993, RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics, 24, pp. 91-99.
11. Vibraciones-Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo, NORMA Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001. Diario Oficial de la Federación. Viernes 11 de enero de 2002.

IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 S EN EL PROGRAMA DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN Y APOYO EN EL ÁREA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

A. A. Vicente-Armenta¹, L. García-Muchacho¹, J. C. Kido-Miranda¹, V. Hernández-Pastrana¹, N. Rodríguez-Bucio³, P. F. Perez-Cabrera^{1,2} y J. S. Villalba-Cervantes^{1,2}

¹Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala [-villalbacerva_4575@hotmail.com](mailto:villalbacerva_4575@hotmail.com), alex_arm8@hotmail.com, kidojuancarlos@hotmail.com, ²Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Iguala, Carretera Nacional Iguala Taxco esquina Periférico Norte, Col. Adolfo López Mateos, Infonavit, C.P. 40030, Iguala de la Independencia, Gro., México-
industrial@itiguala.edu.mx

Área de participación: *Mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad.*

Resumen: El control de contaminación es una Nueva Cultura de Trabajo (orden y limpieza) CATERPILLAR enfocada a los distribuidores la cual permite trabajar por una mejor calidad, en instalaciones más ordenadas y limpias, con componentes limpios, con fluidos limpios y con procesos limpios lo cual representa un valor agregado al servicio que se ofrece a los clientes y que la competencia no tiene y se hace diferente de ella. Este programa tiene sus inicios en MADISA alrededor del año 2002, empezando como plataforma prueba la sucursal matriz localizada en Monterrey. Desde entonces se han impulsado a través de todo el territorio MADISA [1]. El Programa de Control de Contaminación tiene sus bases en una "Guía de cumplimientos de Especificaciones de Control de Contaminación para los distribuidores CATERPILLAR" [2], expedida por fabricar. Es sencillamente un conjunto de lineamientos o estándares en los cuales se muestra con ejemplos gráficos las áreas de oportunidad en donde se pueda apoyar y cumplir con lo especificado. Esta guía contiene 71 normas incluidas en 12 categorías principales. La mayoría de estas normas tienen clasificaciones de Bueno, Aceptable y No Recomendado. Estos pueden ser utilizados como material de uso continuo en áreas de trabajo. El nivel de cumplimiento de dichos procedimientos se califican mediante estrellas (0 a 5 estrellas, siendo esta ultima la de mayor ponderación).

Introducción.

Durante años las empresas dedicadas a la venta de fluidos y repuestos, así como las que proporcionan algún tipo de servicio a maquinaria de uso cotidiano, industrial y/o minero solamente se preocupaban por que la maquina saliera lo más pronto posible del taller, sin importar las condiciones con las que llegaran al cliente. Recientes investigaciones así como la demanda en el mercado de bienes y servicios han hecho que los prestadores de estos servicios, estén obligados a ofrecer distintas alternativas y/o valores agregados para que sean elegidos por los clientes.

En la actualidad, los clientes piden mayor fuerza, mejor rendimiento, en pocas palabras, EFICIENCIA en sus procesos productivos, el compromiso es ayudarles a que mantengan el grado de competitividad en su ramo, dándoles un servicio integral. Por lo que cuidar los elementos, así como partes o repuestos de su flota de maquinaria es un punto clave.

Los contaminantes reducen la productividad. En efecto, la contaminación de fluidos causa más del 75% de todas las fallas en componentes hidráulicos. El primer paso es mantener los sistemas hidráulicos limpios y cerrados para lo cual

se establece procedimientos específicos para garantizar el nivel de limpieza de los talleres, componentes, fluidos y procesos.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Norma ISO 4406-1999

La norma ISO 4406 se refiere a la contaminación y es un sistema universal para representar concentraciones de partículas en el aceite. Con frecuencia se le conoce como el “conteo de partículas”.

Los instrumentos de conteo de partículas proporcionan una serie de valores correspondientes al resultado de la cantidad de partículas presentes en cada rango de tamaño de partículas. Esto es; miden y cuentan la cantidad de partículas sólidas por mililitro de muestra y las clasifican en rangos preestablecidos correspondientes al tamaño de las partículas. La norma ISO 4406, facilita la interpretación de estos números al convertirlos mediante una tabla especial en valores de rango, como se muestra en la figura 1. Se utilizan sistemas de 3 rangos, los cuales se escriben separados con una línea diagonal (R4/R6/R14).

El primer número corresponde al valor del rango en el cual se encuentra el resultado del conteo para partículas mayores a 4 micras. El segundo rango corresponde a la cantidad de partículas mayores a 6 micras y el tercero corresponderá al conteo de partículas mayores a 14 micras. Por ejemplo 20/17/15.

Con este sistema, se identifica el nivel de limpieza de un lubricante al compararlo con otro o con un objetivo. Para prevenir la contaminación la recomendación es utilizar aceites que cumplan con un código ISO 16/13.

Tabla de Códigos ISO

<u>24 Códigos ISO</u>	<u>Número de partículas/mL</u>
24	
23	80,000 – 160,000
22	40,000 – 80,000
21	20,000 – 40,000
20	10,000 – 20,000
19	5000 – 10,000
18	2500 – 5000
17	1300 – 2500
16	640 – 1300
15	320 – 640
14	160 – 320
13	80 – 160
12	40 – 80
11	20 – 40
10	10 – 20
9	5 – 10
8	2 – 5
	1 – 2

NOTA:
El conteo de partículas es el doble en cada nivel

Figura 15.- Códigos de ISO

Esto quiere decir que se está teniendo un aceite limpio ya que solo se permite de 40-640 partículas por mililitro de muestra. Si se utiliza un aceite con un código mayor, se está usando aceite contaminado lo cual reduce la vida útil del fluido y componente.

Al trabajar con aceites limpios, les dará mayor vida útil a los componentes, máquinas y aceites. Es así como se cumple con el primer objetivo.

Ya teniendo los aceites limpios, viene un trabajo de orden y limpieza en los procesos, y con esto se lograra que las máquinas no se les realice un re-trabajo y por lo tanto se reduce los costos de operación y así no habrá un alto índice de reclamos de garantías. Y aquí se logra cumplir con tres de los objetivos antes mencionados.

De esta forma se previenen las reparaciones por fallas totales lo cual dará satisfacción al cliente. (Rueda, 2011).

Metodología 5´s

Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. El origen de este movimiento se encuentra en las prácticas gerenciales japonesas que, como tales, reflejan aspectos de la cultura de este país.

El principio de orden y limpieza al que se hace referencia se denomina método de las 5´s y es de origen japonés. Este concepto no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa, pero desafortunadamente si lo es. El movimiento de las 5´s es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de W.E. Deming hace más de 40 años y que se está incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o gemba Kaizen.

Surgió a partir de la segunda guerra mundial, sugerida por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad y sus objetivos principales eran eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente, lo que trajo también aparejado una mejor sustantiva de la higiene y seguridad durante los procesos productivos. Su rango de aplicación abarca desde un puesto ubicado en una línea de montaje de automóviles hasta el escritorio de una secretaría administrativa.

¿Qué es la estrategia de las 5´s?

Se llama estrategia de las 5'S porque representa acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S. cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

Estas cinco palabras con:

- Clasificar. (Seiri).
- Orden. (Seiton).
- Limpieza. (Seiso).
- Limpieza Estandarizada. (Seiketsu)
- Disciplina. (Shitsuke).

Las cinco “S” son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que los 5S sean características exclusivas de la cultura japonesa. Todos los no japoneses practican las cinco “S” en la vida personal y en numerosas oportunidades no se alcanza a percibir. Practican el Seiri y Seiton cuando se mantienen los lugares apropiados e identificados, los elementos como herramientas, extintores, basura, toallas, libretas, reglas, llaves etc.

Cuando en el entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza se perderá la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce.

Necesidad de la Estrategia 5´S

La estrategia de las 5S es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una fábrica limpia y segura, permite orientar la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.
- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricantes y apriete.
- Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.
- Conservar el sitio de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5´S.
- Poder implantar cualquier tipo de programa de mejora continua de producción Justo a tiempo, Control Total de la Calidad y Mantenimiento Productivo Total.
- Reducir las causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía [3].

Diseño de la investigación

La presente investigación tiene como propósito mejorar la eficiencia operativa de las diferentes maquinas con las que opera Goldcorp los filos en las diferentes operaciones mineras. Mediante una actualización en el sistema de mantenimiento de la empresa analizando la frecuencia de las fallas presentadas en función de las solicitudes de servicio y ordenes de trabajo de mantenimiento.

El diseño de estudio aplicado para este proyecto corresponde a una investigación descriptiva ya que tuvo como finalidad identificar todo el contexto bajo el que se desarrolla los principales procesos y actividades realizadas en el departamento de seguridad e higiene industrial, la cual es el Programa de Control de Contaminación de la suc. 76 de MadisaCat las cuales son clave en el buen funcionamiento de la misma.

Como población de estudio se tomó a todo el personal e instalaciones del área operativa de la sucursal 76 ubicada en Goldcorp los filos al igual que las actividades desarrolladas por lo que no fue necesario realizar un muestreo, ya que la población y se requiera considerarlas a todas y cada una de ellas. A continuación se describe el método general utilizado. En este caso.

El análisis de las áreas del departamento se llevó a cabo haciendo un recorrido a través de sus instalaciones y de la observación tomando evidencias fotográficas.

Posteriormente se elaboró un análisis FODA. Este análisis se elaboró con el supervisor de seguridad de higiene, con la finalidad de conocer el nivel de capacitación con el que cuentan los técnicos en cuanto al programa de control de contaminación, las condiciones de las instalaciones, así como el grado de sensibilización en cuanto a la cultura de orden y limpieza, ya que con ello, se detectaron las deficiencias que existen en cuanto al servicio, la capacitación, así como las fortalezas y debilidades en la organización.

Tipo de Investigación

El modo de investigación, de acuerdo a sus características, se define en los siguientes tipos:

Según el nivel de profundidad:

- Investigación descriptiva.- Ya que se busca caracterizar las actividades de mantenimiento realizadas por los técnicos, en la residencia, a las instalaciones de Madisa Cat, y de esta manera dar a conocer la situación actual en que se encuentra.

Según la finalidad:

- Investigación aplicada.- Debido a que el estudio busca garantizar de forma real el buen funcionamiento de toda maquinaria que se utiliza en la mina de Goldcorp y así cumplir con los objetivos más satisfactorios.

Según la duración:

- Investigación transeccional.- Dado que el estudio se realiza dentro de un periodo determinado.

Población y muestra.

Como población de estudio se tomó a todo el personal e instalaciones del área operativa de la sucursal 76 ubicada en Goldcorp los filos al igual que las actividades desarrolladas por lo que no fue necesario realizar un muestreo, ya que la población es finita y se requería considerarlas a todas y cada una de ellas. A continuación se describe el método general utilizado. En este caso, el análisis de las áreas del departamento se llevó a cabo haciendo un recorrido a través de sus instalaciones (ver tabla 1) y de la observación tomando evidencias fotográficas.

Tabla 6.- Tipo de instalaciones

TIPO DE INSTALACIONES	ELEMENTOS QUE LA INTEGRAN
Area de lavado	Procedimiento de lavado de máquinas. Uso de agua caliente y detergente.
Atributos de taller	Plataformas de concreto, puertas de taller, áreas de tránsito.
Almacén	Partes de su empaque original, mangueras nuevas almacenadas y selladas, orden y limpieza.
Almacenamiento de fluidos a granel	Tanque a granel de fluidos, equipados con filtro de 4 micrones.
Consideraciones de combustible	Se filtra combustible al entrar y salir, realizar mantenimiento preventivo.
Vehículo lubricador	Filtro de 4 micrones, compartimientos limpios, inyectores limpios.
Servicio a campo	Tapones en buen estado, separadores de humedad en suministro de aire.
Limpieza de fluidos	Programa continuo de toma de muestra de aceite.

Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

- Revisión bibliográfica.- Se procedió a consultar las fuentes de información disponibles, las cuales fueron:

Libros, manuales y publicaciones en internet, todas ellas haciendo referencia al tema del presente proyecto en este caso "Implementación de las 5's en el programa de control de contaminación."

- Visitas al área de trabajo.- Estas se realizaron en las instalaciones del taller de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Entrevistas.- Se realizaron pláticas, entrevistas y cuestionamientos informales al personal que labora en el área operativa de mantenimiento, con la finalidad de conocer las actividades de mantenimiento realizadas a la maquinaria.

- Consultas académicas e industriales.- En este caso con el asesor interno y el asesor externo respectivamente, lo que permitió conocer y establecer los parámetros de estudio, así como recibir orientación acerca del manejo de información y desarrollo del proyecto.

Procedimiento y descripción de las actividades.

Realizar un diagnóstico inicial mediante un análisis FODA, como se muestra en la tabla 2, para ver en las condiciones en que se encuentra la empresa Madisa con base al programa de control de contaminación y 5's.

Conocer todos los procedimientos que contiene el programa de control de contaminación que abarca 12 módulos.

Se dio capacitación a técnicos y supervisores sobre la metodología 5's y procedimientos del Programa de Control de Contaminación.

Capacitación de personal.- Se dio una plática al personal técnico sobre temas de procedimientos, como son:

- Orden y limpieza. (Metodología 5's)
- Almacenamiento y transferencia de aceite.
- Cambiar filtros cuidadosamente.
- Manejo y almacenamiento de piezas en taller y en almacén.
- Montaje y almacenamiento de mangueras.
- Cuidado de mantenimiento en taller.

Monitorear al personal.

Monitorear al personal sobre el entendimiento del Programa de Control de la Contaminación para saber si los están llevando a cabo, mediante una lista de verificación [4].

Mantener actualizadas las bitácoras.

La recopilación de información puede realizarse a través de investigación Documental, la realización de entrevistas con los empleados, jefes de área y/o supervisores o la observación directa. Ello con la finalidad de obtener evidencia que permita documentar un procedimiento acorde con la realidad.

Realizar auditorías.

Realizar auditorías, planeadas (avisando con anticipación al supervisor), y no planeadas en las diferentes áreas o supervisores, utilizando formatos en los que podamos verificar el cumplimiento del programa. Técnicos, supervisores y personal en general.

Detectar áreas de oportunidad.

Las áreas de oportunidad se detectaran mediante las auditorias que se realicen, obteniendo datos para las estadísticas reflejadas en gráficas en las cuales se

podría observar en que área o en que hace falta mejorar y tomar las acciones requeridas.

Reuniones.

Al final de cada mes se tendrán reuniones con los jefes inmediatos y supervisores, en las cuales se dará a conocer los resultados, avances del programa de control de contaminación. Así como también se tomarán las decisiones para el mejoramiento de las áreas donde se tenga una tendencia desfavorable.

Resultados y Discusión.

Los resultados se pueden apreciar, en la tabla 2.

Tabla 7.- Análisis FODA

<p>Fortalezas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interés por parte de los jefes sobre el P.C.C. • Existe el equipo y herramientas de trabajo necesarias para llevar a cabo todas las actividades. • A pesar de no tener una adecuada organización las coordinaciones de las áreas realizan el trabajo de manera adecuada, garantizando al menos cubrir las necesidades del cliente. • Personal comprometido con la metodología 5 S's. 	<p>Debilidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son instalaciones de Goldcorp. • Falta de inversión. • No se utiliza adecuadamente el equipo y herramientas. • Clasificar la basura, quitar cajas de basura, dejar mesas de trabajo limpias. • Alta resistencia al cambio.
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar inversiones. • Áreas despejadas. • Agradable ambiente de trabajo. • Áreas adecuadas a las necesidades de los trabajadores. • Capacitación constante del personal. • Procesos estandarizados de 5S's. 	<p>Amenazas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mover el taller hacia otro lugar. • Retraso en la entrega de los trabajos al cliente. • Perdida de interés por parte del personal al no dejar ordenado y limpio su lugar de trabajo. • Mala imagen del departamento. • Insatisfacción en el ambiente de trabajo.

Programa de control de contaminación.

Capacitación

La primera actividad de la guía a realizar es brindar un curso de recordatorio sobre el programa CONTROL DE CONTAMINACIÓN, con el objetivo de concientizar al personal que labora en la Sucursal 76. MADISA, Mezcala, Guerrero y tenga claro a que se refiere el tema de CONTROL DE CONTAMINACIÓN.

La capacitación se debe dar por lo menos cada 6 meses para el reforzamiento del entendimiento del Control de la Contaminación. En reuniones grupales incluyen temas de Control de Contaminantes. Todo personal de taller y almacén.

Conclusiones.

Después de haber concluido con el programa establecido, que consistía básicamente en la implementación de la metodología 5'S, el principio de las 5's puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes e implementar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de calidad y de los objetivos generales de la organización.

Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5's, no se trata de una moda sino de un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación que mejora nuestra organización. Si se cumplió el objetivo de certificar a la empresa con tres estrellas. "Como se puede ver en el anexo"

Agradecimientos.

Agradecemos al Instituto Tecnológico de Iguala por habernos brindado la ayuda y oportunidad

Referencias.

1. Slopez. (30/04/2009). Control de contaminación. Monterrey: Madisa.
2. Caterpillar. (31 de 07 de 2000). Control de contaminación. Control de contaminación. Peoria, Illinois, Estados Unidos de América.
3. Cerda, P. J. (23 de 04 de 2006). Monografías. Recuperado el 11 de noviembre de 2012, de monografías: <http://www.monografias.com/trabajos92/manual-5s-industrias/manual-5s-industrias.shtml>
4. Rueda, C. H. (28 de noviembre de 2011). Hidráulica práctica. Recuperado el 01 de 12 de 2012, hidráulica práctica:
5. <http://hidraulicapractica.com/es/educacion/los-numeros-detras-de-la-filtracion-hidraulica>

MEJORA CONTINUA MEDIANTE MANUFACTURA ESBELTA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

M. I. Dominguez-Recinos¹, R. C. Cárdenas-Valdez², A. Olarte-Paredes³,
M. A. Hernández-Madujano⁴.

¹ Focus Factory Chasis and Safety, Temic Servicios S.A. de C.V. (Planta Cuautla) - maviledr7113@gmail.com. ² Departamento de Ingeniería Industrial; Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México - roberto.cv@itzacatepec.edu.mx, ³ Departamento de Metalmecánica; Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Zacatepec, olarte.paredes@gmail.com. ⁴ Departamento de Sistemas Computacionales; Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Zacatepec, - makius80@hotmail.com

Área de participación: Mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad

Resumen: En el presente artículo describe una situación en la División de Manufactura de enfoque a Chasis y Seguridad (Focus Factory Chasis and Safety) de Planta Cuautla del grupo Continental, en la que se tienen tres diferentes áreas con espacio desperdiciado y actividades que no agregan valor. Mediante herramientas de Manufactura esbelta se detectaron las áreas de oportunidad y se realizaron mejoras para reducir y en algunos casos eliminar las actividades que no agregan valor, así mismo se mejoraron las cargas de trabajo de los operadores logrando la reubicación de los mismos en los nuevos proyectos, también se mejoró el espacio utilizado dando oportunidad a la llegada de nuevos proyectos como líneas de nuevos productos, también se obtuvo una mejora en el WIP (Work In Process = Producto en proceso), ya que por el material acumulado se incrementaba el stock (inventario), además de que tener material detenido representa pérdidas monetarias para la compañía, para ello se realizaron estudios de cargas de trabajo, diagramas de flujo, ideas kaizen, entre otras.

Introducción.

La división Chasis y Seguridad es una de las cinco divisiones de la Corporación Continental con el foco en el desarrollo y producción de sistemas inteligentes e integrados para un futuro más seguro del automóvil. Chasis y seguridad integra toda la gama de sistemas de seguridad activa y pasiva, lo que resulta en la seguridad del vehículo global y dinámica.

En la división se fabrican los siguientes productos electrónicos: Vehicle Dynamics (Vehículos dinámicos), Hydraulic Brake Systems (Sistemas de frenos hidráulicos), Washer systems (sistemas de lavado), Passive Safety & Sensorics (seguridad pasiva y sensorica), Advanced Driver Assistance Systems (sistemas avanzados de asistencia al conductor), de los cuales en planta Cuautla se fabrican los siguientes: Vehicle Dynamics, tales como: sistemas electrónicos de frenos, sistema electrónico de suspensión de aire y chasis electrónicos (Electrónica de chasis).

Debido al aumento en la demanda y la instalación de nuevas líneas y nuevos productos, se requiere mejorar el aprovechamiento de los recursos (en específico el porcentaje de ocupación del personal y espacio utilizado en metros cuadrados), así como eliminar y reducir las actividades que no agregan valor.

Las cargas de trabajo actuales (porcentaje de ocupación = porcentaje de tiempo en el que el operador se mantiene ocupado) de cada área son:

scrap = 54.19% (1 operador).

retrabajo = 60.20% (2 operadores).

picos = 40.10%. (7 operadores).

Los cuáles deberían estar entre un 75% y 85%.

La superficie utilizada de sus respectivas áreas de trabajo se encuentran de la siguiente manera:

scrap.- con un área de 16.37 m².

retrabajo.- con un área de 60 m².

picos.- con un área de 15.18 m².

Como se describe en el párrafo anterior las cargas de trabajo actuales no están balanceadas para las áreas de picos, scrap y retrabajo en la División de Manufactura de enfoque a Chasis y Seguridad (FF C&S), de acuerdo a los indicadores del mapa estratégico: “Mejorar la productividad a través de herramientas Lean” y “Administrar eficientemente los costos de operación y evitar el desperdicio en los procesos”.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

CBS “Sistema de Negocios Continental” (Continental Business System) es una metodología que se utiliza en todas las plantas Continental para la implementación de proyectos y está basada en la Filosofía y herramientas de Manufactura esbelta.

CBS es un programa y la manera en que Continental vive la filosofía de manufactura esbelta, no es sólo una caja de herramientas, cubre cada proceso Continental, no se enfoca sólo en la producción, utiliza los principios lean como normas de industria probadas, no es un enfoque teórico desde una torre de marfil, es un programa a largo plazo para fomentar la cultura de Continental, no es un proyecto a corto plazo, asegura el beneficio sustentable para el futuro crecimiento.

¿Dónde se aplica? En el piso de trabajo o en la oficina, estas áreas son llamadas GEMBA que significa: El lugar donde se crea el valor para el cliente, la riqueza para la compañía y donde también se generan los costos innecesarios y los desperdicios.

Las fases de la metodología CBS para la implementación de proyectos son las siguientes: 1) Valor, 2) Cadena de Valor, 3) Flujo, 4) Implementación y 5) Perfección

En el siguiente diagrama se muestran las fases para la implementación y las herramientas de manufactura esbelta utilizadas en Temic. (Figura 1)

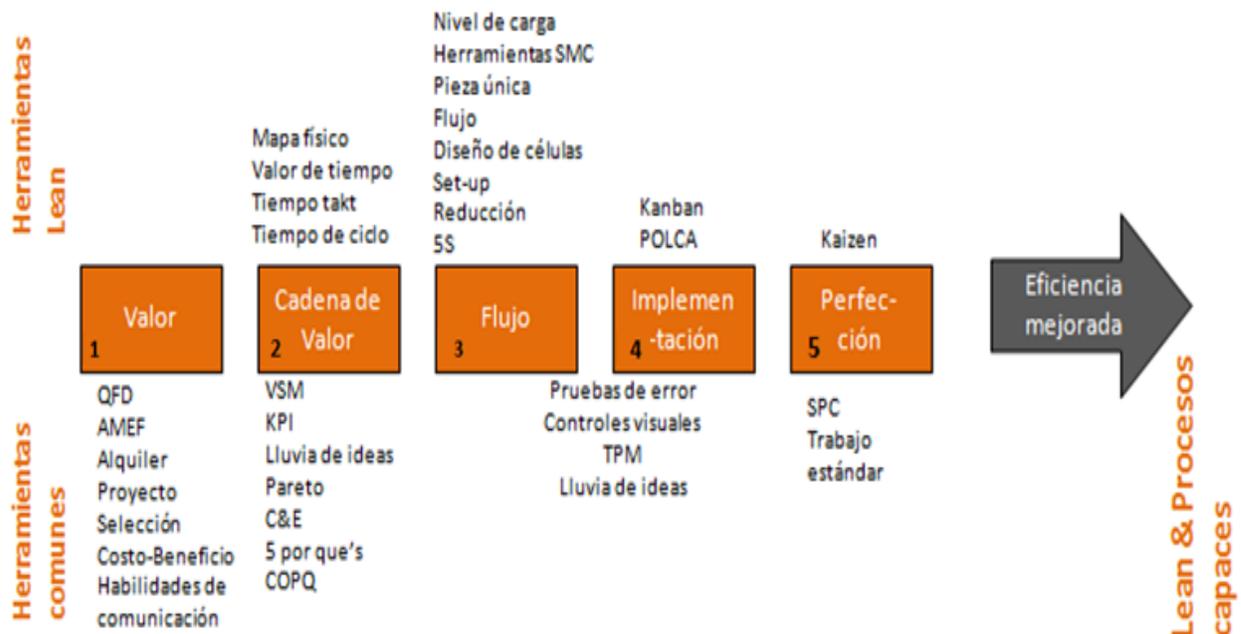


Figura 8.- Fases de implementación - herramientas de manufactura esbelta dentro del sistema CBS.

Resultados y Discusión.

Fase 1 "Valor"

De acuerdo a lo descrito en la introducción se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Mejorar el porcentaje de ocupación del trabajador y espacio utilizado para las áreas de scrap, picos y retrabajo del FF C&S, realizando los análisis y generando los cambios necesarios para obtener ahorros, para mejorar los procesos actuales y adecuarlos a los nuevos proyectos y líneas de ensamble.

Objetivos específicos:

- Realizar el mapeo de procesos en las áreas de scrap, retrabajo y picos.
- Analizar, reducir y aprovechar el espacio en áreas mencionadas a un 3%.
- Análisis de tiempos en actividades de administración en las áreas mencionadas.
- Mejorar y balancear las cargas de trabajo de los operadores para lograr un intervalo de porcentaje de ocupación de 75% a 80% en un periodo de seis meses en las áreas mencionadas.
- Reducir el WIP (trabajo en proceso) de picos a un 40%.

Alcance

Áreas de scrap, retrabajo y picos de la división de manufactura de enfoque a chasis y seguridad (FF C&S).

Limitante

No afectar los niveles de calidad en el FF C&S como son: evitar componentes rotos, golpes, contaminaciones, descargas electrostáticas, delaminaciones, cortos, etiquetas rayadas, entre otros.

Fase 2 “Cadena de Valor”

En esta fase se pretende describir el layout actual de las tres áreas mencionadas con el área utilizada, así como el porcentaje de las cargas de trabajo por operador, y mostrar el promedio en porcentaje de carga de trabajo por el total de operadores en cada área (carga actual).

Del análisis obtenido se puede comparar que entre las tres áreas se sufren problemas comunes y cuentan con áreas de oportunidad de mejora, principalmente si recordamos las actividades que no agregan valor como se muestra en el siguiente resumen de porcentajes de carga de trabajo (Figura 2) y que al igual que en las áreas anteriormente mencionadas, se muestra el detalle de los formatos para la obtención de dichos porcentajes, lo que se pretende en la figura es solo mostrar el resultado obtenido.

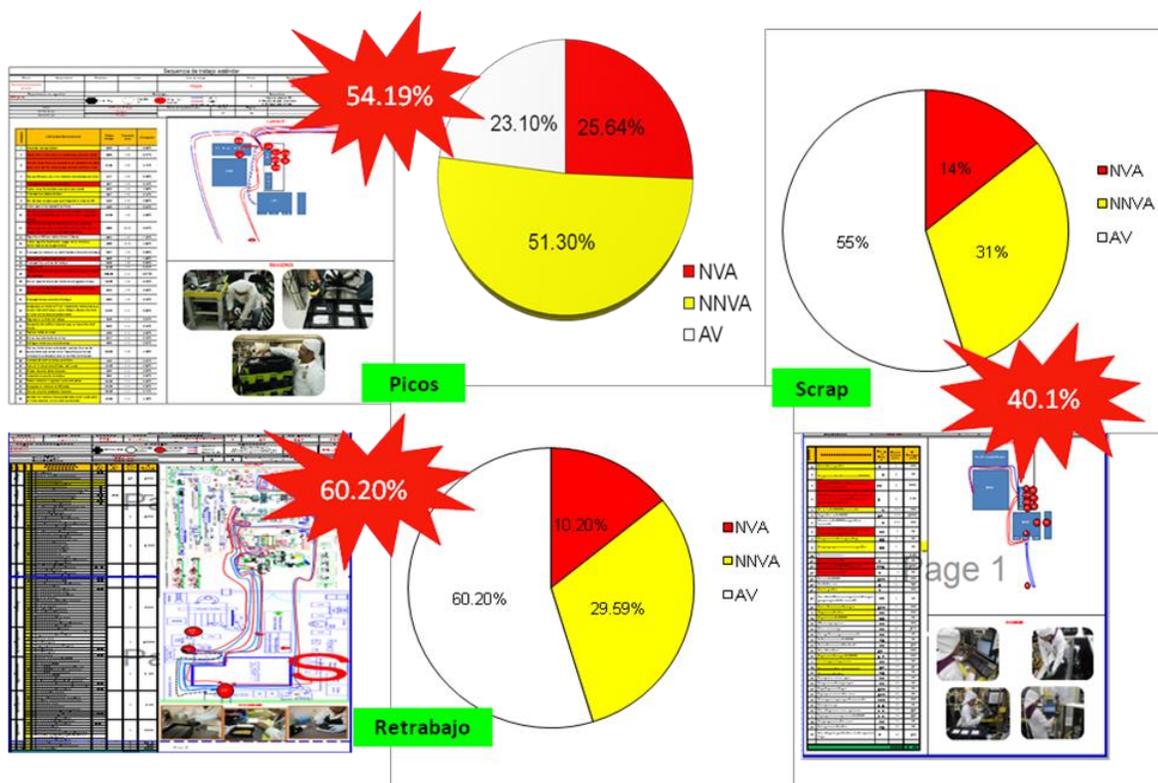


Figura 2.- Comparación de porcentajes de cargas de trabajo actuales entre las áreas de picos, scrap y retrabajo.

Fase 3 “Flujo”

Después de todos los mapeos, análisis de cargas de trabajo y pérdidas (scrap), se propuso diseñar una base de datos, con la que se administre a las tres áreas ayudando a eliminar o reducir todas aquellas actividades detectadas que no agregan valor a los procesos. Se tomaron en cuenta bases de datos y requerimientos existentes en producción, así como sugerencias de las áreas involucradas con la finalidad de hacer la nueva base de datos amigable y con formatos ya conocidos por el personal.

Para lo cual se desarrolló no sólo una base de datos, sino un software con bases de datos que puede ser consultado por todas las áreas que necesiten obtener algún reporte (RSP = Retrabajo-Scrap-Picos), el mismo software está ligado directamente al sistema de trazabilidad de la empresa, por lo que la información de cada pieza que en el área se administra tiene información 100% real de su estatus, dicho software fue desarrollado por los ingenieros del departamento de Ingeniería industrial (Desarrollo de software), ya que ellos administran el sistema de trazabilidad de la empresa. Los módulos de captura que se tienen son:

- Registro de Scrap
- Registro de picos
- Registro de cuarentena
- Registro de retrabajo
- Modelo en línea

Una vez obtenidos los flujos y el personal que realizará las actividades definidas, se procedió con la construcción del área donde se concentrarán las tres áreas que se encontraban separadas (picos, scrap, retrabajo), para ello se consideraron varios aspectos como lo son; espacio, acceso, medidas de seguridad, acondicionamiento climático, telecomunicación, ergonomía, etc., tomando en cuenta siempre los costos, beneficios y ahorros que implican.

Como la idea principal es reducir el número de personal, reasignar actividades para balancear sus cargas de trabajo y reducir el inventario, el área se construyó de 22.95 m², por lo que siendo un espacio tan reducido, se tuvieron que hacer mejoras con lo que ya se tenía, mismas que contribuyeron a los ahorros generados, por ejemplo para la actividad de retrabajo se eliminaron cuatro mesas de trabajo, lo que redujo de 8.15 m² a 3.01 m², se aplicaron las 5 S's y se redujeron los traslados de los operadores para las actividades que realizan. Para incorporar las dos áreas restantes se revisaron también los m² que ocupaban para tratar de recudir lo más posible y aprovechar el espacio, una vez considerado esto se realizó la técnica de simulación en papel, que consiste en dibujar a escala y recortar las estaciones que se tienen, así como el espacio a ocupar para diseñar el layout físico óptimo de la nueva área, considerando las medidas pertinentes de seguridad (pasillos, salidas de emergencia, etc.).

- ✓ Interacción entre el software RSP y MES en tiempo real
- ✓ Estandarización con la fuente local de Continental

Fase 4 "Implementación"

En esta fase es donde todo empezó a tomar forma, ya que al implementar es donde se confronta con la interacción del personal en tiempo real, y es cuando se puede saber si algo fue o no considerado, así como las ideas de los usuarios para hacer mejoras en el proyecto, sobre todo por el aspecto humano, ya que no todos adoptan los cambios de manera fácil.

Una vez que se empezó a utilizar el sistema, se observó que no era suficiente, pues no había forma de que el planeador de producto, se enterara que tenía material rezagado y así programar y enviar al cliente, por lo que se crearon alertas automáticas vía e-mail para dar salida más rápida al material rezagado y ayudar al decremento de stock para migrarse a la nueva área.

Una vez implementadas las alertas, el stock de material rezagado en picos empezó su decremento, ya que el seguimiento al material no era sólo por parte del operador que administra el material, si no que, ahora con el nuevo software, el involucramiento del personal responsable fue mucho más lo que conllevó a disminuir el espacio ocupado por el área de picos y así poder migrar a la nueva área y como también se debían bajar los niveles de WIP (Work in process), lo cual también se traduce en dinero y forma parte también de los métricos de planta Cuautla. En la gráfica se muestra la tendencia de inventario en picos (Fig. 4) el stock promedio para el área de picos era de 1,011 piezas, a partir del uso del software RSP y alertas el decremento se notó considerablemente.

Con las tres áreas concentradas, se encontró una necesidad más que era la de avisarle al personal de producción que había piezas de picos para los modelos que se encontraban corriendo en el momento, y así mismo el personal de producción no sabía si el material que tenían en picos ya había sido ingresado a la línea.

Para solucionarlo se agregó un módulo al catálogo de fallas para que por medio de éste, en caso de que producción no haya recogido sus piezas de picos, por lo que para el operador del software RSP le resulta más sencillo emitir el aviso de Andon cada que tenga piezas preparadas para ser incorporadas a su proceso productivo

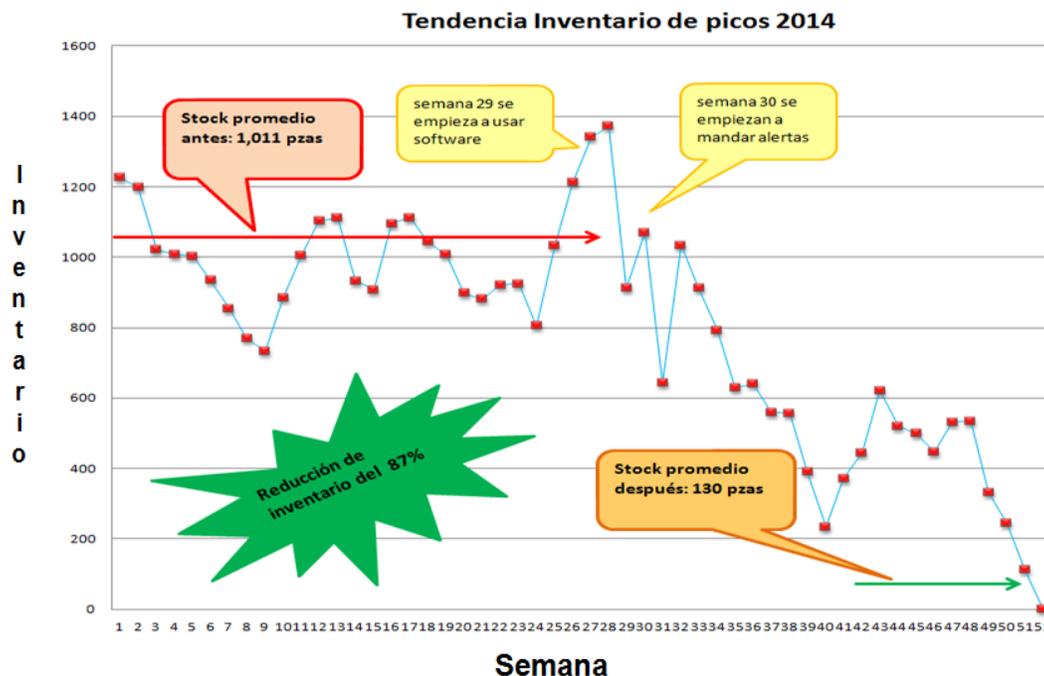


Figura 4.- Gráfica de tendencia de inventario en picos durante el año 2014.

Fase 5 "Perfección"

En ésta última fase es donde se estandarizan las actividades, es decir, se definen los procesos a seguir para que se apliquen siempre de la misma manera, en éste caso la estandarización se hace por medio de hojas de procesos y ayudas visuales, los cuales son formatos en los que se incluye 20% texto y 80% imágenes, así como de capacitación, con la finalidad de hacerle más comprensible los pasos a seguir al personal que requiera realizar un trabajo en ésta área.

Cabe señalar que aunque son similares las hojas de procesos y las ayudas visuales, lo que las diferencia es que las hojas de procesos incluyen simbología que representa y señala las zonas críticas del procedimiento, inspecciones visuales, advertencias de seguridad, etc. y las ayudas visuales sólo mencionan una actividad en específico de manera sencilla.

Conclusiones.

De los objetivos establecidos se obtuvieron los siguientes resultados:

- Realizar el mapeo de procesos en las áreas de Scrap, retrabajo y picos: Se realizaron los mapeos y con ellos se encontraron las áreas de oportunidad para mejora.
- Analizar, reducir y aprovechar el espacio en áreas mencionadas a un 3%: Se tenía un área ocupada de 90.5 m² y ahora se ocupan 22.95 m², reduciendo un 74.6%.
- Análisis de tiempos en actividades de administración en las áreas mencionadas: Se realizaron los estudios de tiempos, actividades y recorridos, pudiendo encontrar las actividades que no agregaban valor y los recorridos innecesarios, ayudando así a reducir la cantidad de operadores para las áreas mencionadas y mejorar la eficiencia en sus cargas de trabajo.

- Mejorar y balancear las cargas de trabajo de los operadores para lograr un intervalo de porcentaje de ocupación de 75% a 80% en un periodo de seis meses: Se mejoraron y distribuyeron adecuadamente las actividades, ayudando a mejorar la eficiencia de las cargas de trabajo de 51.6% con 10 operadores en total por las tres áreas con horarios de oficina y por turno al mismo tiempo a un 60.1% con dos operadores por turno para administrar las tres áreas al mismo tiempo, teniendo entonces una mejora en sus cargas de trabajo de 22.19%.
- Reducir el WIP (Trabajo en proceso) de picos a un 40%: Se logró reducir el WIP de 1,011 piezas a 130 piezas semanales, es decir, un 87.14% contra lo esperado.

Agradecimientos.

A mi familia por darme todo su amor, apoyo y motivarme a querer ser siempre mejor que el día anterior en el ámbito profesional y personal, a mis compañeros de trabajo de quienes he aprendido mucho y a mis profesores quienes han dado toda su dedicación para transmitirme los conocimientos básicos necesarios para poder desempeñarme en el ámbito profesional

Referencias.

1. CEP Employee Lean Certification Training, Project Management for non R&D Projects.
2. Dr. Andreas Pöhls *Continental Automotive GmbH*, Central Electronic Plants, CEP, CEP CBS.
3. Villaseñor Contreras A., Galindo Cota E. *Manual de Lean Manufacturing (Guía básica)* Editorial LIMUSA, S.A. De C.V., México. 2007, 2ª. Edición.
4. Rajadel M., Sánchez J. L., *Lean Manufacturing “La evidencia de una necesidad”*, Ediciones Díaz de Santos.
5. Gutiérrez Garza G. *Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones*. Ediciones Castillo S.A. de C.V. México, 2000.
6. K. Hodson William. *Maynard, Manual del Ingeniero Industrial*. Mac Graw Hill, México 2001, Tomo II Cuarta Edición.
7. Palacio P. Á. *Herramientas de lean manufacturing. TPS (Toyota Production System)*. Autoeditores, S.A. Recuperado de: <http://www.autoeditores.com/libro/321/alvaro-palacio-p/herramientas-de-lean-manufacturing.html>. 2012.
8. Stephens, Matthew P/ Meyers E. Fred.: *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales (Tercera edición)*. Prentice Hill. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/karinaflores/disenio-de-instalaciones-de-manufactura-y-manejo-de-materiales> .

GEOGEBRA EN UNA SITUACIÓN DIDÁCTICA AL DISEÑAR ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

C. R. Moncada Andino¹, D. Ochoa Vásquez², E. López Durán³ y N.R. Gómez Rivera³

¹Instituto GeoGebra de Zacatepec/Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ), clara.moncada@gmail.com ²Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del ITZ, deyamx2002@yahoo.com.mx; ³Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITZ, Calzada Tecnológico No. 27, CP 62780, Zacatepec de Hidalgo, Estado de Morelos, México, elopezd@gmail.com, nrgomezr@gmail.com

Área de participación: *Estrategias Docentes para la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Básicas*

Resumen: En este trabajo se presenta la implementación de una misma aplicación de una de las herramientas de GeoGebra en diferentes contextos, como estrategia didáctica que propicie la activa participación de los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje, partiendo de la necesidad de contribuir al proceso educativo integral de los estudiantes y de igual manera, a la formación continua docente, al generar escenarios y ambientes diversos, sin o con el uso de recursos tecnológicos, en los cuales el estudiante se sienta identificado, motivado, estimulado e interesado en aprender, al ubicar la estrategia dentro de un entorno que frecuente. Las situaciones de aprendizaje a las que se hace referencia utilizando tecnologías emergentes son: un caso en matemáticas y otro en estudios sociales; con la intención de contrastar las potencialidades y diversidad de usos de las tecnologías de información, usando GeoGebra por las ventajas de las características que este software cuenta, pudiendo ser considerado en otras áreas de conocimiento (ciencias naturales, biología, química, física, etc.).

Introducción.

La sociedad del conocimiento ha transformado los procesos educativos actuales, siendo urgente la necesidad de innovación con creatividad la metodología de la práctica docente. El paradigma del uso de las tecnologías de la información persiste, al encontrarse con situaciones en las cuales, existe el soporte tecnológico, solo que el docente no sabe qué hacer con él, o en su defecto, repitiendo el esquema tradicional a través de las TIC.

Este trabajo muestra con dos ejemplos, cómo se puede utilizar una tecnología emergente, GeoGebra, para el diseño de actividades, a partir de una situación didáctica; estas mismas situaciones se pueden replantear en otras áreas de conocimiento, por lo que se espera que este planteamiento sea de interés y utilidad a los docentes de los distintos niveles educativos.

Vale resaltar que la idea surgió, a partir de las experiencias compartidas en la XXX Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa RELME 30, celebrada en Julio del año 2016.

Diseño Instruccional de una Situación Didáctica con GeoGebra.

Tras conocerse que existen estilos de aprendizaje e inteligencias múltiples, y la presencia tecnologías viables para utilizar como recurso en el proceso educativo, se ha escrito mucho respecto a los cambios metodológicos que es necesario realizar a la práctica docente en las diversas áreas del conocimiento.

Algunas publicaciones, como Rojano [4] y Ursini [5], señalan del aumento notable motivacional por parte de los estudiantes al utilizar tecnología, quienes experimentan un cambio de actitud positiva respecto a su aprendizaje. Asimismo, Moncada [2 y 3] señala cómo el cambio de actitud potencia, favorablemente, el logro de competencias del estudiante, al dedicar más tiempo a su aprendizaje, al constatar que puede construir y validar sus procesos de formación de la asignatura que aprende, lo que hace posible una pronta realimentación propia, entre pares y del docente.

No se ha aplicado esta situación didáctica, ya que el diseño de la actividad todavía está en proceso de reflexión y mejora, a bien de que sea, en lo posible, lo más completa e integradora.

A continuación se describe, el proceso preliminar, que es la etapa en la que el diseño se encuentra, usando una herramienta de GeoGebra en dos contextos diferentes, antes mencionados: Matemáticas y Estudios Sociales.

Objetivos de aprendizaje o competencia: Determina si un objeto pertenece a un contexto específico.

Descripción general de las situaciones propuestas: Los contextos que se presentan son en: Matemáticas y Estudios Sociales.

Para Matemáticas, se construyen figuras geométricas diferentes, y un punto externo a cada una de ellas. Este punto, que en el ejemplo se llama P, pertenece a solo una de las figuras. Al mover el punto y colocarlo en la figura adecuada, aparece un rótulo señalando el logro, lo que no ocurre al colocar el punto dentro de las otras figuras.

En Estudios Sociales, se insertan dos imágenes, una es el mapa de la división política del país, la otra es una foto de un lugar en uno de los Estados, sobre cada Estado se han construido diversas figuras geométricas en formato transparente. La foto se mueve en cada Estado y el rótulo señalando el logro exitoso aparece cuando esto ocurre.

Estando en una Vista de GeoGebra, y seleccionando *Elige y Mueve*, mover el punto P, o mover la foto, hacia la figura geométrica o el estado del país, en la que, el punto o la foto, pertenezcan.

Habiendo arrastrado cada uno de ellos al lugar correcto, aparece un rótulo señalando que lo ha logrado.

Diseño de la actividad: Se accede a GeoGebra [1], abriendo una ventana nueva

Se construyen los elementos geométricos y puntos necesarios o se insertan las imágenes.

Se crean los rótulos pertinentes como textos.

Los textos que señalen el logro alcanzado se condicionan en la pestaña de *Avanzado*, que se encuentra al dar CLIC derecho sobre el objeto a mover, habiendo seleccionado *Propiedades* y que se encuentra en *Preferencias*.

La condición para el punto y la foto se muestra en la figura 1 y 2 respectivamente.

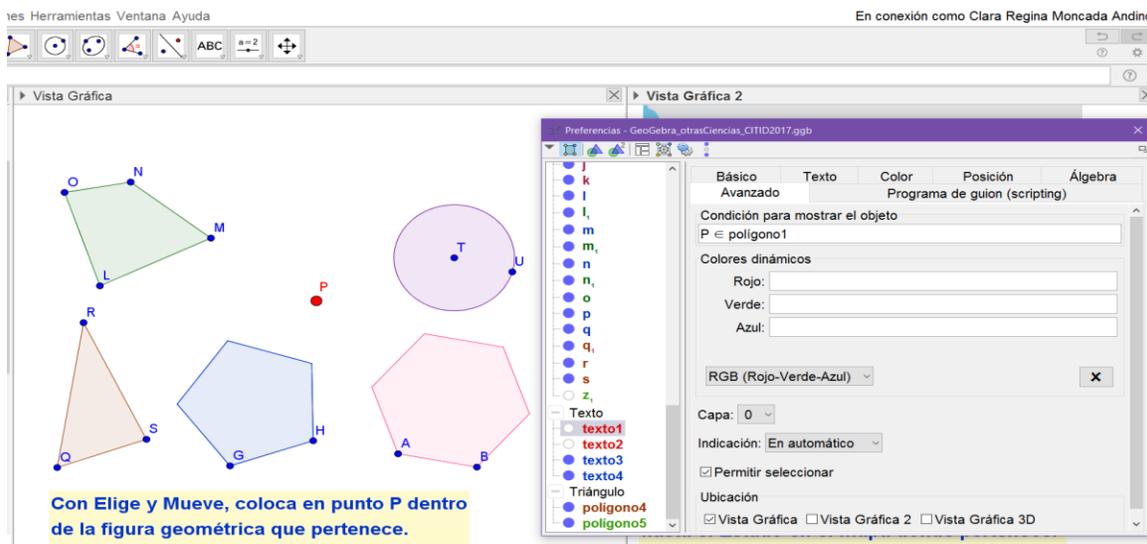


Figura 1.- Condición para mostrar el objeto, en este caso el rótulo relacionado con el punto P.

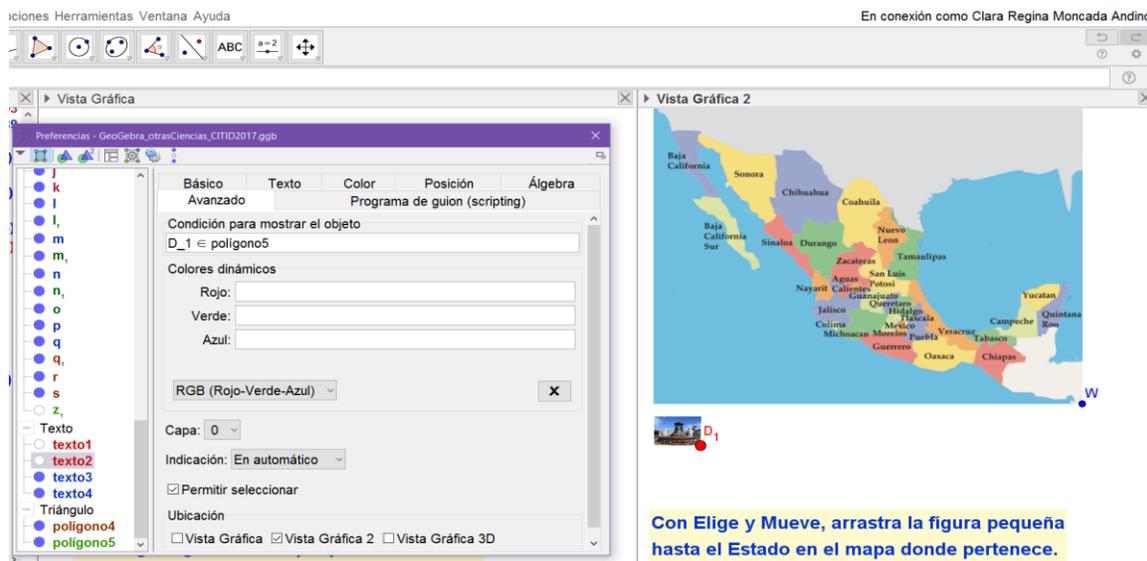


Figura 2.- Condición para mostrar el objeto, en este caso el rótulo relacionado con la foto en el Estado correspondiente.

En la figura 3 se muestra el resultado satisfactorio logrado en cada una de las situaciones didácticas propuestas para el diseño de las actividades.

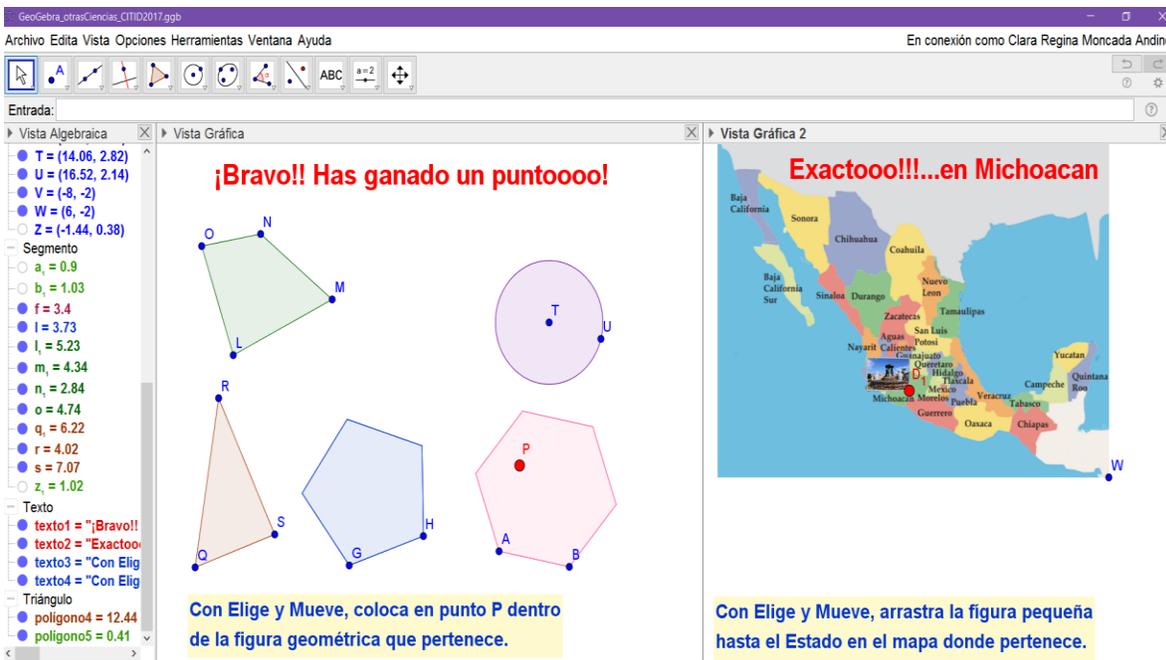


Figura 3.- Cuando la condición es satisfecha en cada uno de los contextos.

Observaciones: En la Vista Algebraica de las figuras 1 y 2, el **texto1** y **texto2** tienen un hueco en el círculo de la izquierda, mientras que en la figura 3, éstos círculos están en azul; esto último se debe a que la condición del objeto se cumple y por tanto, se ha logrado el propósito de la actividad.

El orden de construcción del diseño que incluye ambos casos, se desglosa en la figura 4, al leer de izquierda a derecha los objetos de la Vista Algebraica.

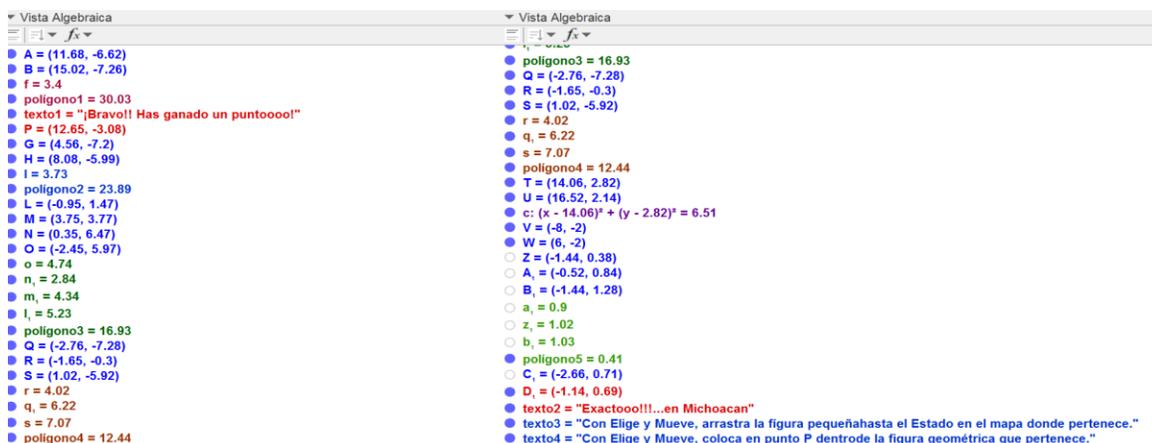


Figura 4.- Vista Algebraica con el orden de construcción de los elementos involucrados.

Una muestra del Protocolo de Construcción se presenta en la concentración de imágenes de la figura 5.

Nº	Nom...	Descripción	Valor	Título
1	Punto...		$A = (11.68...$	
2	Punto...		$B = (15.02...$	
3	Políg...	Polígono[A, B, 6]	polígono1 ...	
3	Seg...	Segmento [A, B] de	$f = 3.4$	
3	Seg...	Segmento [B, C] de	$g = 3.4$	
3	Punto...	Polígono[A, B, 6]	$C = (17.24...$	
3	Punto...	Polígono[A, B, 6]	$D = (16.13...$	
3	Punto...	Polígono[A, B, 6]	$E = (12.79...$	
3	Punto F	Polígono[A, B, 6]	$F = (10.57,...$	
3	Seg...	Segmento [C, D] de	$h = 3.4$	
3	Seg...	Segmento [D, E] de	$i = 3.4$	
3	Seg...	Segmento [E, F] de	$j = 3.4$	
3	Seg...	Segmento [F, A] de	$k = 3.4$	
4	Texto...		"¡Bravo!! H...	
5	Punto...		$P = (12.65...$	
6	Punto...		$G = (4.56, ...$	
7	Punto...		$H = (8.08, ...$	
8	Políg...	Polígono[G, H, 5]	polígono2 ...	

Nº	Nom...	Descripción	Valor	Título
8	Seg...	Segmento [G, H] de	$l = 3.73$	
8	Seg...	Segmento [H, I] de	$m = 3.73$	
8	Punto I	Polígono[G, H, 5]	$l = (8.02, -...$	
8	Punto J	Polígono[G, H, 5]	$J = (4.46, -...$	
8	Punto...	Polígono[G, H, 5]	$K = (2.32, ...$	
8	Seg...	Segmento [I, J] de	$n = 3.73$	
8	Seg...	Segmento [J, K] de	$p = 3.73$	
8	Seg...	Segmento [K, G] de	$q = 3.73$	
9	Punto L		$L = (-0.95,...$	
10	Punto...		$M = (3.75, ...$	
11	Punto...		$N = (0.35, ...$	
12	Punto...		$O = (-2.45,...$	
13	Cuad...	Polígono L, M, N, O	polígono3 ...	
13	Segmer	Segmento [L, M] de	$l_1 = 5.23$	
13	Segmer	Segmento [M, N] de	$m_1 = 4.34$	
13	Segmer	Segmento [N, O] de	$n_1 = 2.84$	
13	Seg...	Segmento [O, L] de	$o = 4.74$	
14	Punto...		$Q = (-2.76,...$	

Nº	Nom...	Descripción	Valor	Título
15	Punto...		$R = (-1.65,...$	
16	Punto...		$S = (1.02, ...$	
17	Trián...	Polígono Q, R, S	polígono4 ...	
17	Seg...	Segmento [Q, R] de	$s = 7.07$	
17	Segmer	Segmento [R, S] de	$q_1 = 6.22$	
17	Seg...	Segmento [S, Q] de	$r = 4.02$	
18	Punto T		$T = (14.06,...$	
19	Punto...		$U = (16.52...$	
20	Circu...	Circunferenci que pasa	$c: (x - 14.0...$	
21	Punto...		$V = (-8, -2)$	
22	Punto...		$W = (6, -2)$	
23	Imag...		imagen1	
24	Punto Z		$Z = (-1.44,...$	
25	Punto		$A_1 = (-0.52, 0.84)$	
26	Punto		$B_1 = (-1.44, 1.28)$	
27	Trián...	Polígono Z, A ₁ , B ₁	polígono5 ...	
27	Segmer	Segmento [Z, A ₁] de	$b_1 = 1.03$	
27	Segmer	Segmento [A ₁ , B ₁] de	$z_1 = 1.02$	

Nº	Nom...	Descripción	Valor	Título
27	Segmer	Segmento [B ₁ , Z] de	$a_1 = 0.9$	
28	Punto		$C_1 = (-2.66, 0.71)$	
29	Punto		$D_1 = (-1.14, 0.69)$	
30	Imag...		imagen2	
31	Texto...		"Exactooo!...	
32	Texto...		"Con Elige ...	
33	Texto...		"Con Elige ...	

Figura 5.- Visualización del Protocolo de Construcción del diseño.

Teniendo el conocimiento básico de GeoGebra, se facilita el diseño de la actividad al comparar la Vista Algebraica con el Protocolo de Construcciones mostrados en las figuras 4 y 5.

Siguiendo un procedimiento similar al usar el comando de la herramienta de GeoGebra, es posible retomar el diseño de la actividad a una situación didáctica de Química –en la tabla período, por ejemplo-, en Geografía –en relativo a lagos, ríos, montañas, etc.-, en Biología –en las partes del cuerpo humano, o sistemas circulatorio, respiratorio, digestivo, etc.-, en Biología –en la identificación de flora y fauna-, en Español –en la conjugación de los verbos, ortografía-, en Física, Estadística, etc.

En cada contexto, como los de los dos casos y lo señalados en el párrafo anterior, la clave está en incluir en el apartado de Avanzado de Preferencias, la misma opción en la “condición para que aparezca el objeto”, y que para fines descriptivos, en este trabajo son: “ $P \in \text{polígono 1}$ ” y “ $D_1 \in \text{polígono5}$ ”.

En GeoGebra, D_1 equivale a D_1 . Si el número de identificaciones es mayor, será necesario incluir cada, en las Preferencias de los objetos involucrados, la misma condición, con la diferencia del nombre del punto y el nombre del polígono.

Conclusiones.

Este trabajo es solo una muestra, en su primer acercamiento, etapa o fase, del diseño de actividades de situaciones didácticas, usando GeoGebra en diferentes contextos, que de momento no ha sido experimentado como estrategia.

El potencial de este software, permite un diseño más sofisticado, al combinar: cuestionarios con contadores de aciertos y desaciertos y bases de datos para dar aleatoriedad a las situaciones en los contextos que un experto en un conocimiento podría desarrollar y producir.

Queda más clara la descripción de este trabajo con la ayuda del diseño en el archivo ggb de GeoGebra, por lo que este trabajo muestra los rasgos relevantes del proceso.

Se espera lograr el interés en docente de otros niveles educativos, con actividades de este tipo, para dar un toque innovador y más creativo al ejercicio de la práctica docente, permitiéndose a sí mismos, el rompimiento de paradigmas de formación integral por competencias pertinentes en la educación de este siglo.

Diseños de este tipo generan objetos de aprendizaje, de que se sumen a colaborar en el compartir entre colegas, en sitios especializados y en la red.

Referencia.

1. Instituto GeoGebra Internacional. *Matemáticas dinámicas para aprender a enseñar*. Recuperado en Julio, 2016, del sitio web <http://www.geogebra.org/>. Suiza, 2015.

2. Moncada, C.; Ochoa, D.; Durán, E.; Espín, F.; Domínguez, Ma. Investigación, aplicación y tendencias educativas en instituciones de educación superior en Iberoamérica. Mejora del desempeño docente a través del uso de tecnologías emergentes. Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente A.C. Editorial Umbral Digital. México, 2014. Recuperado en Agosto, 2014, del sitio web https://www.academia.edu/11398840/Mejora_del_desempeño_docente_a_través_del_uso_de_tecnologías_emergentes.
3. Moncada, C.; Ochoa, D.; Coronel, J. Implementar tecnologías emergentes como recursos para la mejora del desempeño docente en forma continua. 2º Congreso Internacional sobre Formación Docente en Iberoamérica (CIFD2014). Vol. 2. Año 02. Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente A.C. México, 2014.
4. Rojano, Ma., T. Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología: Modelo de transformación de las prácticas y la interacción social en el aula. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados CINVESTAV-IPN. Departamento de Matemáticas Educativa. Dirección General de Materiales de la Subsecretaría de Educación Básica, de la Secretaría de Educación Pública. Capítulo 2 (pp. 25-41). México, 2004-2005. Recuperado en Julio, 2016, del sitio web http://www.matedu.cinvestav.mx/~asacristan/EFIT-EMAT_RojanoEd_06.pdf.
5. Ursini S., Sánchez G., Buttto C. y Orendain M. El uso de la Tecnología en el Aula de Matemáticas: diferencias de género desde la perspectiva de los docentes, en la Enseñanza de las Ciencias, Vol. 22(3), (pp. 409-424); Barcelona, España, 2004. Recuperado en Julio, 2016, del sitio web <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21991>.

UNA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA PARA MEJORAR LAS HABILIDADES BÁSICAS DE LOS ESTUDIANTES DE 1ER SEMESTRE.

A.C. Campos-Hernández¹, L. Santa Olalla-Ocampo¹, C. G. Bustillos-Gaytán¹, S. Martínez-Moreno¹

¹*Departamento de Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec Morelos, México-ana.ch@itzacatepec.edu.mx, leticia.so@itzacatepec.edu.mx, claudia.bg@itzacatepec.edu.mx, sandra.mm@itzacatepec.edu.mx.*

Área de participación: *Estrategias docentes para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Básicas*

Resumen: La creación de una estrategia eficaz para la mejora continua de la práctica educativa en el 1er año de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales es un anhelo que las autoras tienen, persiguiendo obtener mayor eficiencia escolar, dado que es en el primer año de vida universitaria que se produce la mayor deserción escolar y donde aparecen los peores índices de aprobación de las materias. Diversos estudios han mostrado que una razón de peso para la ocurrencia de ello es la carencia de habilidades académicas básicas y de pensamiento en el estudiante que ingresa, el presente trabajo aborda una experiencia pedagógica, con un enfoque orientado a competencias y considerando la existencia de inteligencias múltiples que se realizó en el área, cuyo objetivo fue justamente que el estudiante reconociera sus carencias y se propiciara un trabajo al respecto por parte de él. Finalmente se exponen los resultados que se aprecian de tal experiencia y sugerencias futuras en tal sentido.

Introducción.

La mejora continua de la práctica educativa debe ser una meta permanente de todo profesor en el ejercicio de la profesión y en tal sentido cualquier estrategia que se desarrolle en tal sentido está perfectamente justificada y más en el contexto actual que se caracteriza por múltiples esfuerzos en todos los sentidos y niveles por mejorar la educación en México.

Es conocido y sustentado académicamente que los estudiantes que ingresan a las diferentes instituciones universitarias del país adolecen de habilidades básicas académicas que les impiden tener un buen desempeño en su educación profesional, amén de que presentan también problemas actitudinales y motivacionales que en su conjunto provocan una alta deserción escolar y un bajo índice de aprobación que se muestran en el primer año de vida universitaria, fundamentalmente en las materias de ciencias y particularmente en cálculo diferencial e integral.

Por sólo mencionar dos habilidades básicas que se presentan con carencias hay que señalar que tienen problemas de lectura y comprensión en la lengua española y casi nula habilidad de cálculo aritmético, todo lo cual afecta el desarrollo de otras muchas habilidades que son competencias elementales para el fomento de las competencias específicas del cálculo y de las asignaturas de las especialidades ingenieriles.

Por otro lado presentan una manifiesta pereza para pensar. Indudablemente la influencia de los medios digitales que rodean al niño desde su nacimiento y las malas prácticas pedagógicas que experimenta a lo largo de su vida escolar básica son factores que contribuyen a la no estimulación del pensamiento pero nunca la utilización de las tecnologías computacionales y de las comunicaciones pueden ser sustitutivos del pensamiento propio que es enriquecedor para el individuo y le permite enfrentar los problemas cotidianos de la vida y por supuesto de su creación profesional.

Sin embargo, aunque puede que algunos estudiantes reconozcan tales carencias, por no interiorizarlas, no proceden a realizar acciones tendientes a subsanar las mismas. Por ello se hace necesaria la búsqueda de una estrategia pedagógica que propicie que el estudiante reconozca e interiorice sus carencias y lógicamente la ejecución de acciones perfectamente diseñadas, dirigidas y ejecutadas que contribuyan al desarrollo del pensar, de que obtengan habilidades de lectura, comprensión y cálculo aritmético.

Se conoce de diversas iniciativas al respecto y en el presente trabajo se ilustra una experiencia que resulta otra contribución en el sentido anterior, que si bien se realizó y se aprecia hoy algunos frutos, tendrá que seguir manteniéndose en observación, perfeccionarse y sistematizarse, pero parece ser un buen comienzo en el sentido de al menos hacer algo para mejorar continuamente nuestro quehacer pedagógico.

Sección Experimental y/o Fundamento teórico.

Estrategia didáctica para la formación de competencias.

La formación profesional de que es objeto el ser humano que participa en el proceso educativo de México, busca desarrollarlo como un actor ético, asertivo y exitoso en su campo de acción, con una clara identidad organizacional, nacional y compromiso social, así como en una persona íntegra en constante búsqueda de su autorrealización. En consecuencia, una de las finalidades fundamentales es la formación integral, de modo que la educación se concibe como un proceso continuo de desarrollo de todas las potencialidades del ser humano, que lo orienta hacia la búsqueda de su plenitud en el aprender a ser, a hacer, a aprender, a emprender y a convivir, lo cual lo convierte en un ciudadano y un profesionalista consciente, responsable y solidario [3].

Las carencias de los estudiantes de 1er semestre de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales están perfectamente caracterizadas por los profesores que imparten las materias del área e incluso por las autoridades de la institución en los diferentes niveles. Algunas acciones han sido emprendidas en aras de ir las eliminándolas, sin embargo su efectividad aún no es suficiente.

Entre tales acciones una práctica ya realizada ha sido convocar masivamente a los estudiantes de primer año a cursos de nivelación, organizar actividades

académicas recreativas como encuentros de conocimientos e incluso elaborar materiales didácticos de algunas áreas de conocimiento, en tanto “para lograr incorporar crítica y creativamente el enfoque de competencias, más que una perspectiva compleja y comunicativa que desde una línea técnico instrumental es indispensable un proceso permanente y progresivo de transformación docente que cambie paulatina pero profundamente los significados de los educadores” [1].

Pero es el sentir de las autoras que la masividad ha atentado en contra de la efectividad de tales prácticas y sobre todo que, para el estudiante no resulta evidente la necesidad de solventar, desde una perspectiva netamente personal, sus dificultades académicas. En otras palabras, primero debe existir una concientización personal de las carencias propias, para que cualquier medida o práctica pedagógica que se ponga en práctica, cuente con el estudiante como actor activo de su propia transformación.

“Ingresar a la formación por competencias y créditos académicos, es un reto que invita a redimensionar la educación en sus diferentes ámbitos: en la gestión curricular que requiere de nuevas alternativas en el diseño de planes de estudio desde una perspectiva integradora, la práctica pedagógica que requiere de una transformación y renovación del pensamiento de docentes y de estudiantes en cuanto a su actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje, así como de nuevas estrategias didácticas que favorezcan el desarrollo de las dimensiones básicas de la competencia: dimensión socio-afectiva, dimensión cognitiva y dimensión actuacional” [2].

Por otro lado hay dos aspectos más a considerar a la hora de estructurar cualquier estrategia tendiente a mejorar las habilidades básicas de todo estudiante y son:

- a) La capacidad de transmitir intereses y crear retos (pasión por el conocimiento) es otro rasgo del docente y la cualidad necesaria de éste de respetar, en la medida que la estructura y contenidos de la materia lo permiten, los intereses y cualidades personales de los alumnos [2].
- b) El célebre psicólogo Gardner expresó que los seres humanos poseen una gama de capacidades y potenciales – inteligencias múltiples – que se pueden emplear de muchas maneras productivas, tanto juntas como por separado. Y que el conocimiento de las múltiples inteligencias ofrece la posibilidad de poder desplegar con la máxima flexibilidad y eficacia el desempeño de las distintas funciones sociales.

Experiencia pedagógica realizada para evidenciar carencias y ejercitar el pensamiento.

A partir de los aspectos mencionados, las interrogantes que hizo el colectivo de profesoras que acometieron la experiencia fueron:

- ¿Cómo evidenciar las carencias a un grupo limitado de estudiantes de 1er de sus carencias que provoquen su concientización?

- ¿Cómo “obligarlos” gratamente a pensar y que vean la importancia de que puedan hacerlo siempre?

Apareciendo entonces las ideas siguientes:

- a) Se debían realizar actividades, quizás no muy diferentes a las ya realizadas en otras ocasiones, pero era necesario reducir la muestra, unos 70 estudiantes eran suficientes para que la actividad tuviera impacto y las profesoras pudieran lograr una interacción más personificada. Por lo cual se escogieron dos grupos promedios de estudiantes de 1er año de Sistemas, en que se tuvieran vivencias claras de sus carencias por ser las profesoras del área y en particular de esos grupos, quienes participarían en las actividades, que representarían al universo de estudiantes.
- b) Era necesario impartir conferencia que evidenciara las carencias en: lectura y su comprensión y en el desarrollo de cálculos simples aritméticos, pero que fuera interactiva en el sentido de que los propios estudiantes fueran quienes hicieran actividades que les mostrara sus carencias.
- c) Jugando se debía estimular el pensamiento, con una necesaria combinación de actividad física y mental, para que resultara agradable pensar y por supuesto, que contemplara las inteligencias múltiples de los estudiantes presentes.

Partiendo de ello se diseñaron dos actividades: la conferencia y un encuentro de conocimientos. En momentos diferentes y estimulando el trabajo en equipos en la segunda actividad.

¿Cómo se concibió la conferencia?

1. Se escogió un texto de una cuartilla, de interés para estudiantes de primer año, relacionada con el baile y los beneficios que éste aporta al ser humano y un cuestionario en torno a la lectura. La lectura la realizó un estudiante escogido al azar en alta voz, en dos ocasiones y posteriormente los restantes estudiantes comenzaron a responder las preguntas en alta voz según lo que cada uno ellos había entendido. Posteriormente se reflexionó con ellos sobre sus respuestas y las correctas y se les hizo llegar a conclusiones propias.
2. Se seleccionó juego manual de llegar a la meta, en el que el cálculo de operaciones aritméticas simples era la clave para poder escoger el camino correcto a seguir para llegar a la meta. Individualmente, cada estudiante hizo el intento y posteriormente se dió la respuesta correcta y se les hizo llegar a conclusiones.

¿Cómo se estructuró el encuentro de conocimientos?

1. Se estructuró en tres momentos de 10 reactivos cada uno y una actividad física recreativa intercalada para provocar la relajación.

2. Cada etapa del encuentro de conocimientos estaba compuesta por reactivos que estimulaban el pensar y contemplaba la existencia de inteligencias múltiples.
3. Se propició el trabajo en equipos, seleccionados por iniciativa de los estudiantes, que potenciara el balance de talentos y se incentivó con una premiación que los apoyaría con algo que les sería útil como estudiantes de ingeniería.

Cada reactivo utilizado fue cuidadosamente escogido, respondido por las profesoras a cargo de la experiencia y se dio margen a que estuviera presente la creatividad en los alumnos.

Resultados y Discusión.

La Tabla 1 muestra información relacionada con la participación de los estudiantes y los aciertos que mostraron en las diferentes actividades.

Tabla 1.- Estudiantes que participaron en las actividades

<i>Estudiantes Seleccionados</i>	<i>Participaron en la Conferencia</i>	<i>Participaron en el Encuentro Conoce.</i>	<i>% de participación en las actividades</i>
Grupo 1: 41	37	39	93%
Grupo 2: 29	20	27	81%
Total: 70	57	66	88%

Como ya se mencionó se hicieron básicamente dos actividades en la conferencia (lectura-comprensión y cálculo aritmético) y tres etapas de conocimientos en el encuentro (10 reactivos cada uno). En la Tabla 2 se relaciona los resultados obtenidos por los estudiantes en todas y cada una de las actividades, lo que evidencia sus dificultades.

Tabla 2.- Resultados obtenidos por los estudiantes

<i>Estudiantes Participantes</i>	<i>No de Actividades</i>	<i>Cantidad de aciertos o calificación promedio</i>	<i>% de aciertos</i>
Actividad de lectura comprensión: 57	16 preguntas	8	50%
Actividad de cálculo aritmético: 57	1 ejercicio de encontrar la meta por estudiante	1 (estudiante arribó a la meta)	2%
Actividad de desarrollo pensamiento: 66	3 etapas de 10 reactivos que acumulaban 50 puntos cada una	16 puntos promedio por cada etapa	32%

A partir de la información referida es claro apreciar que tienen carencias en leer y comprender lo que leen, dificultades muy serias con la base matemática fundamental para estudiar los cálculos en la carrera y lo que es peor, no saben o no quieren pensar en la mayoría de los casos y esos son factores claves para luego obtener buenos resultados en las actividades de evaluación de las diferentes materias del currículo.

Independientemente de los números fríos mostrados y gracias a la interacción que se produjo entre profesoras-facilitadoras con los estudiantes participantes se recogieron diferentes opiniones verbales de los estudiantes y de la observación posterior algunas actitudes mostradas, que se resumen seguidamente:

- ✚ No pocos estudiantes (más del 50% de los que participaron) reconocieron que “no saben leer bien” y se interesaron por saber cómo podían trabajar en ello.
- ✚ Los participantes solicitaron “tips” de cálculo numérico para resolver con rapidez cálculos aritméticos como los que tuvieron que hacer.
- ✚ Un 40% de los estudiantes se interesaron por saber dónde podían encontrar reactivos como los que tuvieron que resolver en el encuentro de conocimientos porque “pasaron mucho trabajo” pero les gustó hacerlos porque fueron retos interesantes a vencer.
- ✚ La mayoría se divirtió con las actividades y les gustaría volver a participar pero necesitan prepararse para “poder ganar”.
- ✚ Los regalos estuvieron “padrísimos” pues las memorias entregadas con doble conector les será muy útiles en su trabajo cotidiano.
- ✚ El acercamiento a las profesoras de cálculo ha sido ligeramente superior con dudas referentes a tópicos básicos de álgebra, lo que permite llegar a la conclusión de que se percataron que mientras no subsanen la base, difícilmente podían construir el edificio del conocimiento del cálculo.

Conclusiones.

La experiencia mostró que ésta puede ser una vía de solución a los problemas que presentan los estudiantes, que resulta de interés, los estudiantes muestran satisfacción, se aprecia un cambio de actitud en muchos de ellos como consecuencia del reconocimiento de los problemas académicos que tienen, pero existen distintos aspectos que deben ser mejorados, a saber:

- Hay que intentar sistematizar la estrategia al universo de estudiantes pero manteniendo una estructura con un número limitado de estudiantes que permita una interacción facilitador estudiante muy estrecha tanto en el transcurso de las actividades como posteriormente.
- Debe trabajarse más en la divulgación de dichas actividades y en su estimulación para lograr una participación mayor.
- La lectura debe ser muy bien escogida y debe comenzar con una actividad física relacionada al tema, en que tanto los facilitadores como los estudiantes participen, para provocar relajación y romper fronteras comunicativas que faciliten aceptación de carencias.
- Hay que estudiar la actividad algebraica a realizar por cuanto debe ser divertida pero abarcar más aristas del álgebra dado que resulta ser un área de muchas carencias.
- El encuentro de conocimientos debe tener entre 3 y 5 etapas y distribuirse en más de un día, por supuesto con mayor cantidad de actividades de

juegos que provoquen actividad física pero no todas las etapas con igual número de reactivos, para lograr que no ocurra tanto desgaste mental en los estudiantes en un período de tiempo corto y les estimule más el pensar, dado que es un área también muy deficiente.

Agradecimientos.

Se desea agradecer el apoyo dado por las autoridades institucionales para la realización de la experiencia pedagógica, en especial al Dpto. de Desarrollo Académico y por supuesto al área de Sistemas Computacionales, que nos brindó la oportunidad de concretarla y participar con nosotras en el contexto de la Semana Académica.

Referencias.

1. J. A. Garcia Fraile; M. López Clava; N.M. López Rodríguez; A. Aguilar Álvarez en *Gestión curricular por competencias en el Educación Media y Superior*; ED. GAFRA, México, 2012.
2. N.M. López Rodríguez; J. A. García Fraile en *El proyecto integrador*; ED. GAFRA, México, 2012.
3. TNM; Modelo Educativo del Siglo XXI, México, 2004.

CAPA DE SEGURIDAD A TRAVÉS DE WEB SERVICES PARA ACCESO A BASES DE DATOS

M. G. Elías-Guzmán, L.A Gama-Moreno, V. Plazola-Soltero,
C. Murguía-Vadillo y C. Martínez-Rodríguez

*Instituto Tecnológico de Tlajomulco-Km. 10 Carretera Tlajomulco – San Miguel Cuyutlán s/n.
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, CP.45640- {gelias, lgama, cmurguia, vplazola,
cmartinez}@ittlajomulco.edu.mx*

Área de participación: *Estrategias docentes para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Básicas.*

Resumen: En este trabajo se presenta el diseño y la implementación de un middleware que actúa como una capa de seguridad entre una Base de Datos (BD) y los servicios basados en Web Services (WS). El WS denominado MABD (Middleware para Acceso a Bases de Datos), es una capa de software entre los datos y las aplicaciones que soliciten acceso a la misma, sin comprometer la seguridad. Las aplicaciones cliente, realizan las peticiones de acceso enviando solamente los códigos relacionados con las consultas a realizar en la base de datos, y una vez autenticados, obtienen como resultado de la consulta un archivo en formato XML. Para que los usuarios puedan tener acceso al servicio, son previamente registrados por el administrador, otorgándoles un certificado cifrado – a través del algoritmo AES (Advanced Encryption Standard). Este certificado es incluido en cada petición que la aplicación requiera como parte de sus credenciales. Asimismo, se presenta un caso de estudio para acceder a los datos del Sistema Integral de Información (SII) de la institución, y las aplicaciones pueden acceder a datos (previamente autorizados por el administrador) sin la necesidad de duplicar la información. Con el uso de MABD, los desarrolladores podrán crear aplicaciones y solicitar datos a cualquier BD, sin importar la plataforma o lenguaje de programación.

Introducción.

La tecnología de Web Services (WS) permite generar un ambiente distribuido en el cual, cualquier número de aplicaciones puedan interactuar entre ellas o entre organizaciones de manera independiente, neutral, y sin importar la plataforma ni el tipo de lenguaje de programación usado [1]. Los WS han transformado la web, ya que se pueden publicar, ubicar e invocar por otras aplicaciones, incluso por otros WS (Composición de WS) [2] y han permitido a los usuarios consumir servicios desde cualquier tipo de proceso sin importar el lenguaje. Por otro lado, la seguridad es hoy en día una característica requisito relevante para cualquier aplicación distribuida y en particular para los WS.

En este trabajo se presenta el diseño de un WS que actúa como middleware (para las aplicaciones cliente-servidor) entre las aplicaciones cliente y la base de datos a acceder. El WS denominado Middleware para Acceso a Bases de Datos (MABD) está desarrollado en la plataforma de Java. Así mismo, se presenta un caso de estudio donde MABD interactúa con en el Sistema de Información Integral (SII) del Instituto Tecnológico de Tlajomulco (ITTJ). El proyecto SII, en un sistema (legado) propietario del TecNM, diseñado para ser usado por los Institutos Tecnológicos que pertenecen al sistema. El proyecto SII está desarrollado para operar a través de internet y de la red local de cada instituto. Soportado por el sistema operativo Linux y la base de datos SyBASE. MABD proporciona acceso (sólo de lectura y sólo a ciertas tablas de datos) a

aplicaciones desarrolladas por cada institución sin importar el lenguaje de programación. Para cifrar las credenciales usadas para acceder al WS, se utilizó el algoritmo AES para encriptar y desencriptar.

Existen actualmente diversos esfuerzos para desarrollar aplicaciones que permitan el acceso a recursos como bases de datos, de manera transparente y segura. En [3] se presenta una visión general del middleware de WS, el cual proporciona soporte para el desarrollo de aplicaciones distribuidas basadas en WS. En [4] se describe el diseño de un middleware para realizar consultas mediante WS, el cual consta de dos módulos, el de consultas para los diseñadores de sistemas y otro para los usuarios finales, reduciendo la duplicación de código y mejorando la eficiencia del desarrollo. En [5] se presenta la integración e intercambio de datos basándose en WS y XML para la eliminación de información aislada, argumentando la importancia de la integración de datos empresariales.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera. En la sección *Fundamento Teórico*, se presenta el estado del arte y la descripción de las tecnologías usadas. En la sección *Resultados y Discusión* se describen las pruebas y resultados obtenidos de la implementación del sistema MABD. Y finalmente se presentan las conclusiones.

Fundamento Teórico.

Definición de Web Services

Un WS es una pieza de software que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones que pueden estar desarrolladas en diferentes lenguajes de programación y que pueden ser ejecutadas sobre cualquier plataforma, todo esto sobre internet. La interoperabilidad se consigue mediante la adopción de estándares abiertos; organizaciones como la W3C (World Wide Web Consortium) son los comités responsables de la arquitectura y estandarización de los WS, además para mejorar dicha interoperabilidad entre las distintas implementaciones de WS se ha creado el organismo WS-I (Web Services Interoperability), el cuál es el encargado de desarrollar diversos perfiles para definir de manera más exhaustiva dichos estándares [6].

Seguridad

Con el desarrollo de Internet, la tecnología de los WS se ha convertido en la dirección de desarrollo del comercio electrónico, gobierno electrónico y otros campos, mientras que la forma de diseñar una arquitectura integrada para mejorar la seguridad de los WS sigue siendo un problema difícil de resolver. Los WS de Seguridad (WS-Security) engloban diversos requerimientos de seguridad tales como: la integridad, un mensaje debe permanecer inalterado durante la transmisión; confidencialidad, el contenido de un mensaje no se puede ver mientras están en tránsito, excepto por el personal autorizado de servicios; y disponibilidad, un mensaje se entrega inmediatamente a su destinatario, asegurando así que los usuarios legítimos reciben los servicios de los que tienen derecho [7]. Por otra parte, cada WS debe proteger a sus propios recursos contra el acceso no autorizado. Esto a su vez requiere de medios adecuados para:

identificación, por lo que el destinatario de un mensaje tiene que verificar la identidad reclamada del remitente; autorización, por lo que el destinatario de un mensaje tiene que aplicar políticas de control de acceso para determinar si el remitente tiene derecho a utilizar los recursos necesarios. Los WS permiten desde una fácil accesibilidad hacia los datos y conexiones dinámicas, hasta las intervenciones humanas relativamente menores, garantizando la confidencialidad e integridad de los datos que se transmiten a través de los protocolos de los WS. Si un solo WS no cumple con las exigencias de servicios por los consumidores, es necesario aplicar la composición de WS, esto es: componer varios WS que en conjunto satisfacen las necesidades de los usuarios. Se producen ataques de seguridad en los mensajes SOAP que se comunican entre WS mientras se accede a un servicio o durante la composición del servicio, en la computación orientada a servicios (SOC), los desarrolladores pueden utilizar los servicios como elementos fundamentales en sus procesos de desarrollo de aplicaciones [8]. En [9] se presentan soluciones a los problemas de modelado, composición, ejecución y verificación de WS. Para la composición de WS se basan en la inferencia orientada a objetivos de planificación. La mayor parte de los WS-Security existentes han proporcionado soluciones para asegurar la autenticación del cliente, confidencialidad e integridad de la información en la capa de red y no en la capa de aplicación. Los WS-Security basados en XML también proporcionan una capa de mensajes de seguridad en la capa de red y no en la capa de aplicación [10].

Los estándares de XML y los WS son ampliamente utilizados en sistemas distribuidos actuales. La seguridad de la comunicación basada en XML y los WS es de gran importancia para el conjunto de seguridad de estos sistemas. Por otra parte, con el fin de facilitar la interoperabilidad, los mecanismos de seguridad deben basarse preferentemente en estándares establecidos como XML Encryption, WS-Security, WS-Security Policy [11].

La especificación WS-Security, describe la forma de asegurar los WS en el nivel de los mensajes, en lugar del nivel del protocolo de transferencia o en el de la conexión. Para ello, tiene como objetivo principal describir la forma de firmar y de encriptar mensajes de tipo SOAP. Las soluciones en el nivel de transporte actuales, como SSL (Secure Sockets Layer)/TLS (Transport Layer Security), proporcionan un sólido cifrado y autenticación de datos punto a punto, aunque presentan limitaciones cuando un servicio intermedio debe procesar o examinar un mensaje.

WS-Security se basa en estándares y certificaciones digitales para dotar a los mensajes SOAP de los criterios de seguridad necesarios. Se definen cabeceras y usa XML signature para el manejo de firmas en el mensaje, las firmas digitales proporcionan de extremo a extremo garantías de integridad del mensaje e información de autenticación al emisor del mensaje. La encriptación de la información la realiza mediante XML Encryption, haciendo uso del intercambio de credenciales de los clientes.

Seguridad con Axis2

La seguridad es un requisito principal de muchos de los tipos de servicios empresariales. Los WS basados en SOAP pueden ser ampliamente soportados

por WS-Security y los estándares relacionados para sus necesidades de seguridad, permitiendo que la seguridad sea configurada para cada servicio. Apache Axis2 soporta estos estándares de seguridad por medio del módulo Rampart. Rampart es el módulo de seguridad Axis2, el cual soporta WS-Security, WS-SecurityPolicy, WS-SecureConversation y WS-Trust. Como Rampart es implementado como un módulo (en realidad un par de módulos – Rampart.mar y Rahas.mar), este se acopla en la infraestructura de procesamiento Axis2 y hace su trabajo al interceptar mensajes en puntos particulares del procesamiento entrante y saliente verificando o haciendo cambios en los mensajes según sea apropiado [12].

Seguridad con AES

La encriptación es el proceso de cambiar datos de forma que solo puedan ser leídos por el receptor al que va destinado. Para descifrar el mensaje, el destinatario debe tener la clave de desencriptación adecuada (contraseña). En los sistemas de encriptación, el remitente y el destinatario usan la misma clave para encriptar y desencriptar los datos. El algoritmo AES o algoritmo Rijndael proporciona una encriptación segura. En junio de 2003 el gobierno de EUA (NSA) anunció que AES es lo suficientemente seguro para proteger la información clasificada hasta el nivel TOP SECRET, se define como información que pudiera causar daños graves a la seguridad nacional en caso de ser divulgada al público [13].

Resultados y Discusión

Diseño del WS MABD

El WS MABD está desarrollado bajo la plataforma de Java EE (Enterprise Edition), y consta de los siguientes módulos: 1) el núcleo principal es un Web Service basado en SOAP, el cual permite recibir las peticiones de los clientes, esta petición es autenticada por el 2) módulo de datos local, el cual, autentifica las credenciales del solicitante en una base de datos de usuarios previamente registrados, quienes son los únicos que tendrán acceso al servicio. Una vez autenticado el solicitante, el módulo 3) de conexión a la base de datos del SII, que está desarrollado bajo la API JDBC y el driver tipo 2 (nativo), este realiza una conexión con la base de datos del SII que se encuentra alojada en un servidor Linux y el DBMS de Sybase. Cuando dicha solicitud es procesada, el módulo 4) transforma el resultado (ResultSet) de la consulta en un archivo XML, el cual es finalmente retornado como resultado al solicitante. En la figura 1 se muestra la arquitectura del WS MABD. El cliente consume el WS MABD, éste le devuelve un resultado XML. Un solicitante podrá consumir el WS MABD desde plataformas de escritorio (C++, Java, C#, Delphi), móviles (iOS, Android) o navegadores de internet a través de páginas dinámicas (PHP, JS, Servlets, JSP, ASP, etc.).

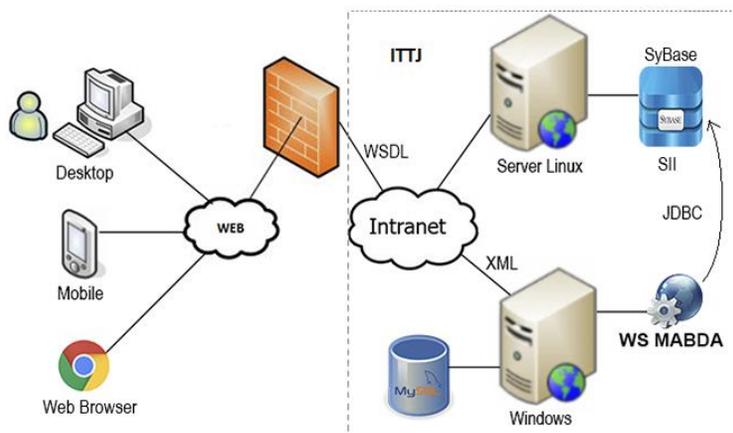


Figura 9.- Arquitectura general del WS MABD.

Publicación del WS

Para la publicación de un WS se utilizó el servidor Web GlashFish 4.1, para ello primero fue necesario instalarlo como un servicio de Windows y después publicar el WS en éste servidor Web. Finalmente, aparece el WSDL para que el cliente lo pueda consumir (para lograr consumir un WS, sólo se requiere del link y que el WS se encuentre publicado) como se observa en la Figura 2.

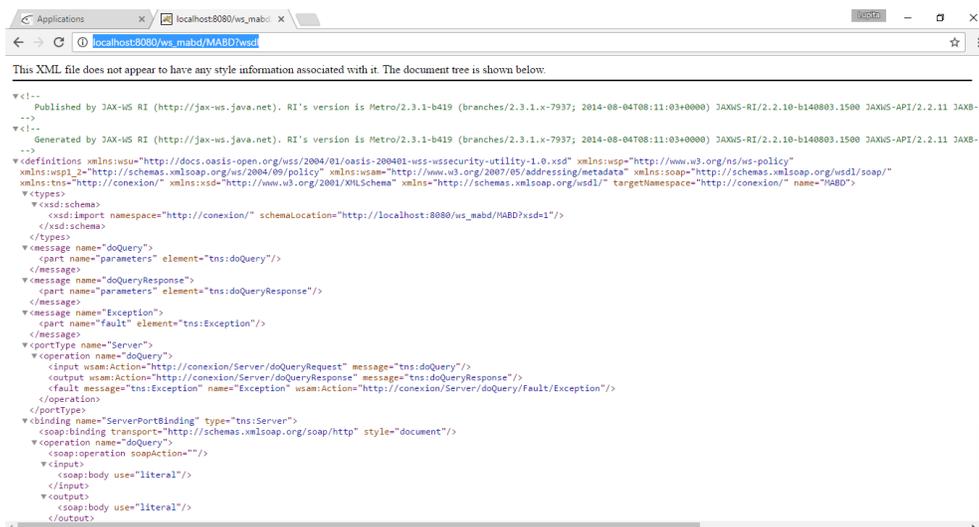
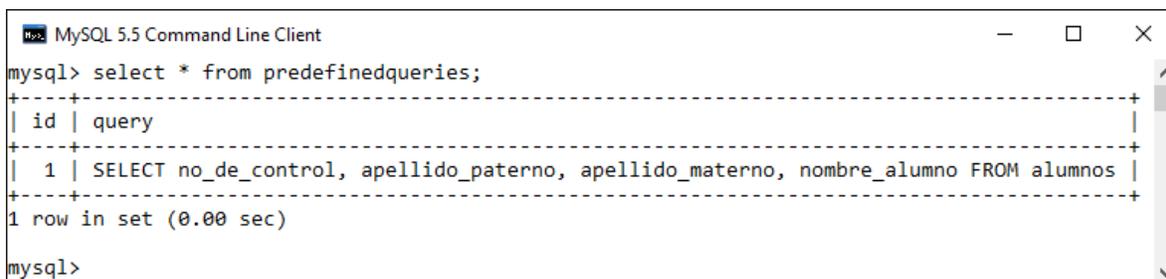


Figura 10.- WSDL del WS publicado en el servidor Web GlassFish.

Escenario de pruebas

Las pruebas del WS se han desarrollado en las instalaciones del ITTJ por medio de la base de datos de control escolar (SII). El WS tiene acceso a la base de datos implementando la seguridad en los datos de acceso por medio del algoritmo de cifrado simétrico AES, para la encriptación de las contraseñas. El solicitante sólo debe indicar dos parámetros para realizar una consulta: 1) el código de la consulta y 2) un certificado que lo autentifica como usuario validado para el servicio. El WS

MABD tiene una base de datos local donde almacena la información de los usuarios validados (previamente registrados) y las consultas predefinidas como se muestra en la Figura 3.



```
mysql> select * from predefinedqueries;
+-----+-----+
| id | query
+-----+-----+
| 1 | SELECT no_de_control, apellido_paterno, apellido_materno, nombre_alumno FROM alumnos |
+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)

mysql>
```

Figura 11.- Consultas predefinidas en la base de datos local.

Características del servidor

Se creó la réplica de un servidor utilizando las siguientes características:

- OS Linux Debian 3.16.36-1+deb8u1.
- Procesador Intel (R) Core(TM) i5-3330 CPU @ 3.00Ghz
- Memoria RAM de 4GB.
- Además, contiene la DB ITTJ en el gestor de base de datos SyBASE con el respaldo de la BD del SII de la institución.

Consumiendo el WS con Java

A continuación, se describe la implementación de un cliente para consumir el WS MABD a través del lenguaje Java. Se empleó el IDE de programación NetBeans ver. 8.0.2, basado en el JDK ver 1.8.0_25. El proceso consiste en crear una aplicación Cliente, al cual se le indica la ruta del WSDL del WS MABD. Al importar el WSDL en el proyecto, aparecerán los métodos que tiene publicados el WS y son los que se manipulan para consultar, en este caso el método `doQuery`.

El siguiente código muestra la implementación del programa para consumir el WS MABD llamado `DemoWSSII.java`. Al método `doQuery` se deben pasar los valores respectivos a los siguientes parámetros: parámetro `int codigo`, indica el identificador de consulta a ejecutar (estas consultas están previamente registradas); y el parámetro `String certificado`, el cual es un identificador que el sistema le otorga a la aplicación, tanto para autenticarse como usuario registrado, como para tener el privilegio de acceso a dicha consulta.

```
public class DemoWSSII {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            //(ID, Certificado)
            String xml = doQuery(4, "0137");
            System.out.println(xml);
        } catch (Exception_Exception ex) {
            System.out.println(ex.toString());
        }
    }
    private static String doQuery(int codigo, java.lang.String
    certificado) throws Exception_Exception {
        demowssii.MABD service = new demowssii.MABD();
        demowssii.Server port = service.getServerPort();
        return port.doQuery(codigo, certificado);
    }
}
```

La ejecución del programa genera un archivo en formato XML como salida, el cual es el resultado de la consulta (`codigo = 4`) devuelto por el WS MABD.

Conclusiones

En este artículo se presentó el diseño de un WS para el acceso a bases de datos, y la realización de diferentes consultas al SII (Sistema Integral de Información). El WS denominado MABD (Middleware para Acceso a Bases de Datos) puede responder a las peticiones de los clientes a través del servidor de aplicaciones donde se hospeda el WS en Internet, y que generó un WSDL que el solicitante (cliente) puede consumir en diferentes lenguajes de programación tales como: Java, C++, C#, PHP, entre otros. El solicitante envía el código de la consulta y un certificado que lo autentifica como usuario válido, y el WS retorna los datos resultantes de la consulta en formato XML. El WS MABD es un intermediario entre la base de datos y el cliente, y no compromete la seguridad en los datos del sistema gracias al algoritmo AES. Se presentaron dos ejemplos del consumo de WS, uno se realizó con el lenguaje Java donde se creó un proyecto como WS-Client para la importación del WSDL publicado y el segundo ejemplo mediante PHP, donde se importó una librería para indicar la ruta del WSDL publicado por el WS. Éste segundo ejemplo muestra los resultados mediante un navegador.

Finalmente, con el uso del WS MABD se garantiza la seguridad de los datos debido a que utiliza el algoritmo cifrado AES. Éste algoritmo utiliza una clave que sólo la tiene el administrador del sistema y el WS; el administrador utiliza la clave para la encriptación de las contraseñas y el WS para descriptar las contraseñas y obtener el acceso a la BD, de esta manera los usuarios nunca tienen acceso a las contraseñas pero tienen la flexibilidad para consultar el SII. Cuando un usuario obtiene el WSDL en formato XML publicado por el WS, éste puede consumir el WS desde el lenguaje de programación que mejor le convenga para interpretar los resultados.

Agradecimientos.

Este trabajo ha sido desarrollado bajo el proyecto de investigación financiado por PROMEP oficio no. PROMEP/103.5/13/9000 con clave de registro ITTLAJ-PTC-002 "Composición de Servicios Web para identificación de personas a través de sus dispositivos móviles".

Referencias.

1. Gama-Moreno, L.A., Dávalos S., Martínez-Hernández, C., Ramírez A.: *Capa de conexión basada en Servicios Web para la emisión de documentos electrónicos*. Congreso Internacional de Comp. Colombia-México. CICOM-2015. ISSN, (2015).
2. Moo F., Hernández R., Uc V.: *Web Service composition using the bidirectional Dijkstra algorithm*. IEEE Latin America Transactions (Vol. 14, Issue: 5, May 2016).
3. Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi A. Kuno, Vijay Machiraju: *Web Services - Concepts, Architectures and Applications*. Data-Centric Systems and Applications, Springer, ISBN 978-3-540-44008-6 (2004).
4. Yongzhen Ke, Fan Qin, Zhenwei Chen: *A general query middleware based on web service*. Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), Second International Conference (2011).
5. Decheng Qiu, Junning Liu, Guoying Zhao: *Design and application of data integration platform based on web services and XML*. Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC), 6th International Conference (2016).
6. García-Oscar: *Introducción a los Web Services*. www.elclubdelprogramador.com. Jan 16th, 2012.
7. Martino L., Bertino E.: *Tutorial 6: Security in SOA and Web Services*. Web Services. ICWS '06. International Conference (2006).
8. Milanovic Nikola, Malek Miroslaw: *Current Solutions for Web Service Composition*. IEEE Internet Computing 8(6): 51-59 (2004).
9. Srivastava Biplav, Koehler Jana: *Web Service Composition - Current Solutions and Open Problems*. ICAPS Workshop on Planning for Web Services (2003).
10. Kanchana Rajaram A., Chitra Babu B.: *API Based Security Solutions for Communication among Web Services*. Advanced Computing (ICoAC), 2013 Fifth International Conference (Dec 20, 2013).
11. Nils Agne Nordbotten: *XML and Web Services Security Standards*. IEEE Communications Surveys and Tutorials 11(3): 4-21(2009).
12. Sosnoski Dennis: *Java Web Services: Axis2 WS-Security basics*. Architecture Consultant and Trainer, Sosnoski Software Associates Ltd (2012).
13. Bitberry Software Privacy Policy: *Encriptación AES – seguridad de los datos*, <http://www.bitzipper.com/es/aes-encryption.html>. July 5, 2015.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO POR GIRO EMPRENDEDOR DE LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE GUERRERO.

R. Marchán-Lázaro¹, M. A. Bárcenas-Nava¹, E. Trujillo-Beltrán¹, y R. García-Martínez¹.

¹Docente Instituto Tecnológico de Iguala, Manzanos 38, Fracc. Yohuala, Iguala, gro. México-
rosalia.marchan@itiguala.edu.mx, angeles.barcenas@itiguala.edu.mx,
elisa.Trujillo@itiguala.edu.mx, romel.garcia@itiguala.edu.mx

Área de participación: *Administración y Legislación en las Organizaciones*

Resumen: Se sabe que para iniciar un negocio una de las actividades más importantes es la de tratar de reunir el recurso monetario y la forma de conseguir este recurso se llama "financiamiento". Para eso puede contar con capital propio o capital proporcionado por sus accionistas, o también, puede conseguirlo en el sistema financiero, es decir, a través de los bancos u otras entidades. Por lo tanto, en toda empresa es importante realizar la obtención de recursos financieros para llevar a cabo las actividades empresariales que se desean cumplir. Es importante conocer qué instituciones ofrecen u otorgan los recursos que se necesitan para iniciar un negocio, las condiciones bajo las cuales son obtenidos esos recursos, qué tasas de intereses y plazos tienen, así como conocer las políticas de desarrollo de los gobiernos municipales, estatales y federal en determinados sectores productivos.

Es importante conocer todas las fuentes de financiamiento que existen para saber que opción elegirán los emprendedores para la iniciación de su idea de negocio y así poder tomar la decisión de adquirir un crédito.

Una de las fuentes de financiamiento más fuertes y relevantes en México son los apoyos otorgados por las instituciones gubernamentales, son apoyos que en algunos casos llegan a cubrir la totalidad de las necesidades de la empresa y que a su vez son apoyos no reembolsables, pero si tienen que comprobarse que realmente son utilizados en el emprendimiento del negocio o a hacer crecer el negocio con que ya se cuenta.

Introducción.

El mayor problema que han tenido que superar las PYMES es la Globalización, situación que de entrada provocó que muchas empresas tuvieran que cerrar por el gran número de empresas transnacionales que llegaron a nuestro país.

En la Región Norte del Estado de Guerrero se han detectado candidatos potenciales que están iniciando o tienen una idea firme y la experiencia adecuada para desarrollar una actividad empresarial, lo que no tienen es la asesoría y el apoyo necesario de cómo gestionar recursos y desarrollar su idea o sus negocios, de tal manera que tengan un detonante que les permita crecer de manera formal implementando avances tecnológicos con lo que puedan mejorar o innovar sus procesos de producción y venta, según sea el caso.

Para no engrosar las filas del desempleo de profesionistas recién egresados deben aplicar los conocimientos técnicos administrativos para el buen desarrollo de los negocios.

El modelo propuesto para la realización de estudios de factibilidad es una combinación de elementos técnicos y económicos, donde aparecen como aspectos fundamentales para la realización de la tarea y la posibilidad de analizar la inversión, desde el punto de vista de criterios cualitativos y cuantitativos, entre otros elementos.

Desde hace mucho tiempo las PYMES han constituido los ingresos principales de muchas familias mexicanas, ya que de ellas una familia puede sostenerse, sin necesidad de realizar algún trabajo adicional, además es de considerarse que constituyen un apoyo para las siguientes generaciones de empresarios, por la transmisión de los secretos de la empresa familiar, contribuyendo al crecimiento y desarrollo de las empresas mexicanas, de una manera empírica en la mayor parte de los casos.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

La metodología empleada en el presente trabajo profesional es documental, en virtud de que se encuentra regulada en las diferentes instituciones gubernamentales y organismos financieros, así mismo se utilizó el método descriptivo en virtud de que se tuvo que recabar información a través de la técnica de la encuesta y entrevista, páginas de internet del Instituto Nacional de Estadística y geografía (INEGI), convocatorias de 2016 del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) (INADEM, s.f.), El Centro de Incubación e Innovación Empresarial – del Instituto Tecnológico de Iguala (CIIE-ITI), La Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo (CANACO SERVYTUR), así como también a las organizaciones comerciales e instituciones bancarias y financieras y la recabada en cada uno de los ayuntamientos de la Zona Norte del Estado de Guerrero considerando principalmente seis municipios que son: Iguala de la Independencia, Taxco de Alarcón, Huitzaco de los Figueroa, Tepecoacuilco de Trujano, Buenavista de Cuellar y Cocula Así como la consultada en libros y páginas de internet.

Resultados y Discusión.

Existen un conjunto de instituciones que apoyan a los emprendedores y a la cultura emprendedora. Esta red de instituciones coordina entre sí los apoyos que se brindan conformando lo que se denomina un ecosistema emprendedor.

Las instituciones tienen distintos focos o prioridades y brindan diferentes tipos de apoyo (capacitación, asesoramiento, tutorías, red contactos, financiamiento, etc.) por lo que es posible dirigirse a aquellas instituciones que mejor pueden ayudar en función del tipo de idea o emprendimiento, así como en función del tipo de apoyo que el emprendedor esté necesitando.

El Gobierno Federal cuenta con diversos programas de apoyo para el desarrollo de proyectos empresariales y productivos, estos programas otorgan apoyos complementarios, subsidios y créditos para incentivar el crecimiento y desarrollo económico y social.

Dichas instituciones como el INADEM con sus diferentes convocatorias emitidas para apoyos en el 2015 lanzo 31 convocatorias y 2016 19, Crédito Joven, SAGARPA y Fondo Nacional del emprendedor entre otros Y CONACYT que apoya a la innovación en jóvenes.

Las fuentes de financiamiento se pueden dar a través de Instituciones privadas como BANAMEX, BANCOMER, SANTANDER, HSBC, SCOTIANBANK y BANORTE.

También se cuenta con otro tipo de instituciones financieras como Crédito familiar. FINSOL. SOFIPA. Micro negocio. Financiera Independencia, comportamos banco, etc.

Se puede notar que la mayoría de negocios a emprender o ya en funcionamiento son negocios sencillos, que quizás lo que necesitan es agregarle algo innovador o un valor agregado a sus productos o servicio y de esa manera hacer crecer su negocio y obtener éxito en ellos. En ocasiones quizás no necesiten financiamiento y únicamente requieran una reestructuración a través de un estudio de mercado, análisis técnico o buscar el impacto en la sociedad agregando valor a sus productos o servicios.

A través de los financiamientos, se brinda la posibilidad a las empresas y emprendedores, de mantener una economía estable y eficiente, así como también de seguir sus actividades comerciales; esto trae como consecuencia, generación de empleos, derrama económica, crecimiento de la región y mejor calidad de vida. En la siguiente tabla se muestra un Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas acerca de lo que ofrecen los 3 sectores analizados.

Tabla 1.- Análisis Foda.

Fortalezas.	Oportunidades.
<p>SECTOR GUBERNAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ofrece créditos alcanzables. • Largos plazos de pago. • Los apoyos pueden ser utilizados para cubrir el total de los gastos de operación de la empresa. <p>INSTITUCIONES BANCARIAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altos montos de crédito para préstamo. • Amplia gama de productos que se adaptan a las necesidades del cliente. • Acceso al primer crédito de emprendedor <p>OTRAS INSTITUCIONES FINANCIERAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferentes sucursales financieras. • Impulsan el desarrollo empresarial. • Tipos de créditos enfocados a mujeres microempresarias. • Otorgan créditos grupales. • Variedad en los montos de crédito. 	<p>SECTOR GUBERNAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impulsar el desarrollo empresarial. • Incrementar la tasa de empleo. • Promover el desarrollo nacional a través de pequeñas y medianas empresas, y emprendedores. • Oportunidad para jóvenes emprendedores (18-30 años). <p>INSTITUCIONES BANCARIAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad para jóvenes emprendedores (18-30 años). • Red de alianza con instituciones gubernamentales <p>OTRAS INSTITUCIONES FINANCIERAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución en las tasas de interés. • Ampliar cobertura a diferentes sectores sociales para abarcar más mercado.
Debilidades	Amenazas
<p>SECTOR GUBERNAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceso de aceptación lento. • Retraso en la entrega del apoyo económico. • Limitación en el uso del apoyo económico. <p>INSTITUCIONES BANCARIAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otorga crédito solo a empresarios con experiencia y actividad 	<p>SECTOR GUBERNAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta deserción por lentitud en el proceso de aceptación. • Dificultad para ubicar el sector estratégico donde solicitar el apoyo. <p>INSTITUCIONES BANCARIAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura restringida solo a empresarios con actividad demostrada. • Otras entidades financieras con

empresarial comprobable. <ul style="list-style-type: none"> • Gran cantidad de requisitos y trámites para el otorgamiento de los apoyos. • Cultura de no pago de impuestos. • Altas tasas de interés. OTRAS INSTITUCIONES FINANCIERAS: <ul style="list-style-type: none"> • Tasas de interés altas. • Costos elevados en los seguros de vida. • Responsabilidad compartida. • Falta de cultura fiscal 	mayores atractivos para los emprendedores. <ul style="list-style-type: none"> • Falta de cultura empresarial. • Pertenecer a una zona con alto índice de violencia y delincuencia. OTRAS INSTITUCIONES FINANCIERAS: <ul style="list-style-type: none"> • Falta de cultura empresarial. • Pertenecer a una zona con alto índice de violencia y delincuencia.
---	--

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos al analizar las encuestas realizadas a los emprendedores atendidos por el CIIE.

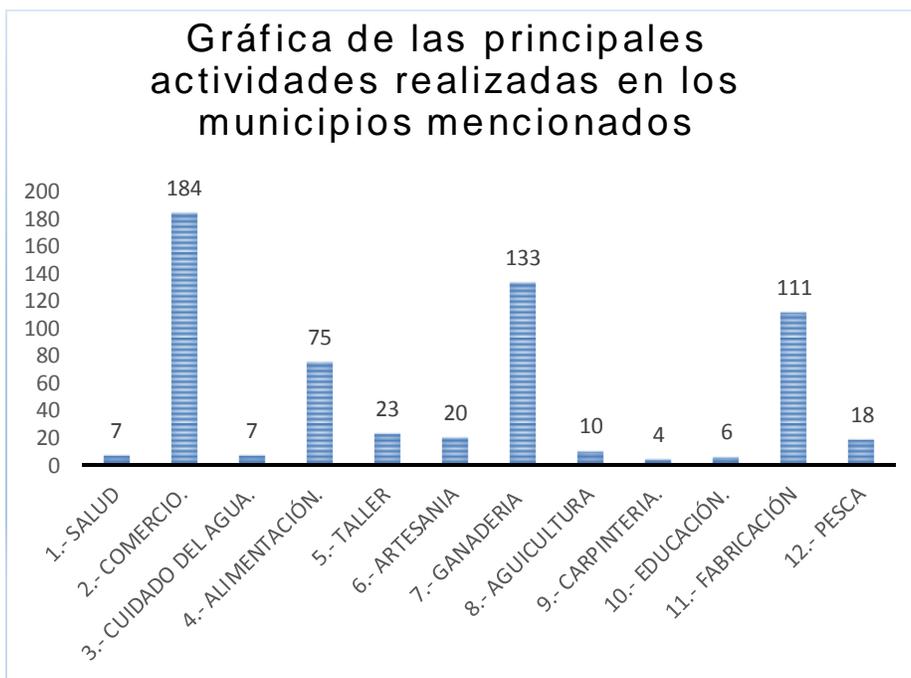
Tabla 2.- Resultados de los giros comerciales mas solicitados en el CIIE -ITI.

Giro del emprendedor	No. de Emprendedores	Porcentaje
Productos a base de miel	1	0.97%
Elaboración y venta de dulces regionales	1	0.97%
Elaboración y venta de mole rojo y verde	1	0.97%
Elaboración y venta de bolis de frutas	2	1.94%
Elaboración de tortillas, totopos y tostadas	5	4.85%
Compra - venta de refacciones de cómputo	1	0.97%
Elaboración y venta de salsas	1	0.97%
Limpieza y cuidado a infantes	2	1.94%
Área de la salud	2	1.94%
Comercializadora	6	5.83%
Vulcanizadora	2	1.94%
Papelería, fotocopiadora y ciber cafés	8	7.77%
Tienda de abarrotes	8	7.77%
Cocina económica	7	6.80%
Nieves artesanales	1	0.97%
Artesanías de barro	1	0.97%
Refaccionaria para autos	1	0.97%
Carpintería	1	0.97%
Diseño y fabricación de muebles de madera	1	0.97%
Elaboración de marcos de madera	1	0.97%
Grabados sobre cristal, madera, piedra y metal	1	0.97%
Pizzas vegetarianas	1	0.97%
Refaccionaria para motocicletas	1	0.97%
Fabricación de artículos de plata (Orfebrería)	8	7.77%
Taquerías	6	5.83%
Mezcal de frutas	1	0.97%
Productos lácteos	3	2.91%
Tratamiento de agua purificada	4	3.88%
Escuelas (fútbol y matemáticas)	4	3.88%
Renta de mobiliario y equipo para fiestas	1	0.97%
Elaboración de pulpa de tamarindo	1	0.97%
Piñatas artesanales	1	0.97%
Expendio de pan	2	1.94%

Estéticas	7	6.80%
Gelatinas	1	0.97%
Procesamiento de artículos de lámina	1	0.97%
Procesamiento de artículos de lámina	1	0.97%
Comercialización de huevo orgánico	1	0.97%
Mantenimiento y refacciones de art. Domésticos	4	3.88%
Servicio de video y fotografías	1	0.97%
Servicios de seridumbre	1	0.97%
Total	103	100.00%

Tabla 3.- Tabla con los municipios analizados y los habitantes con que cuenta información de (INEGI).

MUNICIPIO	POBLACIÓN
Buena Vista de Cuellar	13,286
Huitzuco de los Figueroa	37,094
Iguala de la Independencia	151,660
Taxco de Alarcón	108,416
Cocula	13,457
Tepecoacuilco de Trujano	31,599
TOTAL	355,512



Presentación de las actividades principales que se realizan en la zona norte del Estado de Guerrero tomando en cuenta 6 de sus principales municipios mencionados anteriormente y de acuerdo a información proporcionada por los mismos.

Tabla 4.- Presentación de las actividades de acuerdo a la gráfica y sus porcentajes

Actividad o Giro	Cantidad	Porcentaje
1. Salud	7	1.17
2. Comercio	184	30.77
3. Cuidado del Agua	7	1.17
4. Alimentación Lácteos	75	12.54
5. Talleres	23	3.85
6. Artesanías	20	3.34
7. Ganadería	133	22.24
8. Agricultura	10	1.67
9. Carpintería	4	0.67
10. Educación	6	1.00
11. Fabricación	111	18.56
12. Pesca	18	3.01
TOTAL	598	100%

Conclusiones.

Este trabajo servirá como herramienta para que los emprendedores puedan realizar un análisis completo de su idea de negocio y así poder desarrollar e innovar en la creación de nuevas empresas.

En este trabajo se aborda el tema de que en la Región Norte del estado de Guerrero existen candidatos potenciales que están iniciando o tienen una idea firme y la experiencia adecuada para desarrollar una actividad empresarial, con lo que no cuentan es con la asesoría y conocimiento adecuado de cómo gestionar recursos y así poder desarrollar su idea o sus negocios, puesto que el desarrollo de nuevos proyectos marca el éxito y permanencia en este ámbito.

La elaboración de esta Base de Datos fue con la finalidad de identificar a los candidatos potenciales a ser emprendedores de la Región Norte del Estado de Guerrero, y así obtener una clasificación con el mayor número de emprendedores de la zona de influencia, analizando las diferentes opciones o tipos de financiamientos que se pueden brindar de acuerdo a cada idea de negocio o actividad y que se acople a sus necesidades, con el fin de ir formando capital humano de alto nivel, que cree cultura empresarial e innovativa de tal manera que sean capaces de generar desarrollo social y económico mediante la creación de empleos y pago de impuestos, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la inversión nacional y la investigación científica tecnológica.

Agradecimientos.

A los Ayuntamientos de los municipios de Iguala de la Independencia, Taxco de Alarcón, Huitzuc de los Figueroa, Tepecoacuilco de Trujano, Buenavista de Cuellar y Cocula por la información proporcionada y al Centro de Incubación e Innovación Empresarial del Instituto Tecnológico de Iguala.

Referencias.

1. I.Chiavaneto. Editorial McGraw Hill (2015) Iniciación a la organización y técnica Comercial

2. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). Mapas estratégicos. Como convertir los activos intangibles en resultados tangibles. Barcelona , España: Planeta de Agostini Profesional y formación, S.F.
3. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). Mapas Estratégicos. Convirtiendo los activos
4. intangibles en resultados tangibles. Barcelona, España: Gestión 2000.
5. Centro de Incubación e innovación Empresarial del Instituto Tecnológico de Iguala,
6. 2015, Instituto Tecnológico de Iguala. Fuente: <http://www.itiguala.edu.mx>
7. Conacyt programa de estímulos a la innovación <http://www.conacyt.gob.mx>
8. <http://estudiodefactibilidadyproyectos.blogspot.mx> (2010/09/factibilidad y viabilidad.html)
9. Bancomer <http://www.bancomer.com/index.jsp>. (s.d.)
10. Scotiabank <http://www.scotiabank.com.mx/es-mx/personas/default.aspx>. (s.d.).
11. Santander <http://www.scotiabank.com.mx/es-mx/personas/default.aspx>. (s.d.).
12. Banamex <https://www.banamex.com/>. (s.d.).
13. Banorte <https://www.banorte.com/>. (s.d.).
14. HSBC <https://www.hsbc.com.mx/1/2/>. (s.d.).
15. INEGI <https://www.inegi.gob.mx>: www.inegi.org.mx
16. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015) <http://www.inegi.org.mx>
17. Secretaría de Economía (2016) <https://www.inadem.gob.mx/>.
18. UNIVERSITARIOS (2016)
<http://www.iue.edu.co/documents/emp/orgaInnnovadoras.pdf>
19. Municipios de: Iguala de la Independencia, Cocula, Buenvista de Cuella, Taxco de Alarcón, Huitzuc de los Figueroa y Tepecoacuilco de Trujano

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS SOCIEDADES MERCANTILES UNIPERSONALES Y SU APLICACIÓN EN MÉXICO

R. García-Martínez¹, F. Manuel-Regino², R. Marchán-Lázaro³, E. Beltrán-Trujillo⁴ y
M. A. Bárcenas-Nava⁵

¹Instituto Tecnológico de Iguala; Juan de la Barrera No.23, Col. Río Balsas, Iguala-Gro., México - romelg_m@hotmail.com, fernando.manuel@itiguala.edu.mx, rosalia.marchan@itiguala.edu.mx, elisa.trujillo@itiguala.edu.mx, angeles.barceñas@itiguala.edu.mx

Área de participación: Administración y Legislación en las Organizaciones

Resumen: Hasta el catorce de septiembre del dos mil dieciseis en México existían seis tipos de sociedades mercantiles según la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM) pero a partir del día quince entro en vigor la modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación, esta última modificación a esta LGSM fue con la finalidad de adicionar una nueva forma de constituirse muy peculiar denominadas “Sociedades por acciones simplificadas”, que tienen como principal característica que pueden estar constituidas por una sola persona, de entrada el que este constituida por una sola persona nos hace pensar en el concepto de sociedad que según el diccionario dice es “la unión de dos o más personas” entonces ¿cómo es posible que este nuevo tipo de sociedad pueda estar compuesto solo por una persona?, este artículo presentará un análisis de éste tipo de sociedad, presentando los antecedentes que existen en otros países de sociedades similares y las ventajas que traería a los usuarios el utilizar esta nueva forma de constituirse.

Introducción.

La organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) recomienda que cada uno de los países debería establecer un código interno en donde se reflejaran las mejores prácticas en materia de gobierno corporativo. En el caso de México, los empresarios mexicanos agrupados en el Consejo Coordinador Empresarial (CCE), asumieron la responsabilidad en este importante compromiso. La primera versión del Código de la mejor práctica de Gobierno Corporativo (CMPGC) se emitió en 1999, difundíendose una primera versión revisada en 2006, y una segunda versión revisada en 2010, en 2011 se publica la primera versión de los anexos al Código y en 2015 se elabora la versión más reciente de estos la cual fue revisada por el Subcomité Académico y la firma PwC. Siguiendo con este proceso, la segunda versión revisada de los principios de gobierno corporativo G20/OCDE fue presentada en la reunión de los ministros de Finanzas y Gobernadores de Bancos Centrales del G20 que se celebró en Ankara, Turquía.

En 2015 cuando se conoce esta propuesta de reforma, el gremio de los abogados, especialmente, recomendó incluir en la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM), no solamente a los emprendedores y a las microempresas, sino también a las pequeñas empresas para que fueran consideradas como parte de las sociedades simplificadas (Tood Piñero, 2016)

Ahora bien expondremos una breve reseña de cuál fue el proceso jurídico para publicar esta modificación: Empezó con una iniciativa presentada en la Cámara de Senadores por los Senadores Ernesto Javier Cordero Arroyo (PAN), Héctor Larios Córdova (PAN), Zoé Robledo Aburto (PRD), José Francisco Yunes Zorrilla (PRI),

Roberto Albores Gleason (PAN) y Francisco de Paula Búrquez Valenzuela (PAN) el 09 de diciembre de 2014. (LXII Legislatura). Posteriormente se dio el “Dictamen de Primera Lectura” del 03 de diciembre de 2015. (LXII Legislatura), se continuo con el “Dictamen a Discusión” del 09 de diciembre de 2015. Proyecto de decreto aprobado por 71 votos a favor, 2 en contra y 2 abstenciones. Pasa a la Cámara de Diputados para los efectos del Apartado A) del artículo 72 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (LXIII Legislatura) y fue recibida la Minuta el 10 de diciembre de 2015. (LXIII Legislatura), La Declaratoria de Publicidad se emitió el 01 de febrero de 2016. (LXIII Legislatura), se aprobó en la Cámara de Diputados con 427 votos en pro y 1 en contra, el martes 9 de febrero de 2016. (LXIII Legislatura). (Admin., 2016) y se publicó finalmente en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de marzo del 2016. Entrando en vigor a partir del día 15.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Hablar de una sociedad constituida por una sola persona plantea una contradicción, porque el término sociedad hace referencia a una pluralidad de personas, es decir sería como hablar de una copropiedad con un solo dueño.

Pero a pesar de esto las sociedades unipersonales o unimembres funcionan en diferentes partes del mundo de manera cada vez más frecuente como a continuación enumeramos:

Alemania en el año 1980 fue el primer país que permitió la división patrimonial con el fin de destinar una parte de él para desarrollar una actividad donde no se someta el riesgo enteramente a su patrimonio, esto fue conocido como “one man company” y supone una sociedad de responsabilidad limitada por una única persona. En Alemania, se conoce que las sociedades unipersonales representan la cuarta parte de las sociedades de capital. A partir de este momento el concepto de responsabilidad limitada unipersonal comenzó a ser acogido y desarrollado en otros países. (Archundia Fernández, 2012)

En Francia la ley 11 de julio de 1985 acepta la fundación de responsabilidad limitada unipersonal.

En Bélgica, la ley 14 de julio de 1987 acepta la figura de la “sociedad privada de responsabilidad limitada de una persona”.

Además en el derecho comunitario europeo se ha dado “entrada a las orientaciones germánicas de política jurídica favorables al más amplio reconocimiento de la figura de la sociedad de carácter unipersonal, sin establecer limitaciones según la condición o naturaleza del socio único (persona física o jurídica).

Solo el principado de Liechtenstein (1926) y Portugal (1986) optaron por la empresa unipersonal en lugar de la sociedad unipersonal, pero esta perspectiva no ha sido acogida por el derecho comunitario, según ya se analizó.

En Colombia Las normas actuales del país proscriben la sociedad originariamente unipersonal pues el art. 98 del Código identifica la sociedad con el contrato del cual aquella puede surgir y, además, como secuela de lo anterior, no permite que sea el resultado de una decisión unilateral.

Esto ocasiono una acentuada proliferación de sociedades pluripersonales ficticias, pues los empresarios que desean desarrollar un negocio individual con el múltiple beneficio de la separación de patrimonios, la personalidad jurídica adicional y la limitación de la responsabilidad, no tiene otro camino que el de acudir a la colaboración de socios simulados que les permitan guardar la apariencia de la pluralidad, absurdamente exigida por la ley.

Conviene no olvidar, sin embargo, que el Código de Comercio, aunque rechaza la empresa unipersonal originaria, admite transitoriamente la sociedad unipersonal que llega a tal condición luego da haber sido constituida como plural. (Galindo Giraldo, s.f.).

El día lunes 14 de marzo de 2016 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Sociedades Mercantiles que contempla un nuevo régimen societario denominado Sociedad por Acciones Simplificada (su abreviatura será S.A.S.) que permitirá constituir sociedades unipersonales, tal como sucede en otros países

En términos del artículo 260 de la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM) se trata de una sociedad mercantil que se constituye con una o más persona física que solamente están obligadas el pago de sus aportaciones representadas en acciones. Dicho artículo prohíbe que una persona física sea accionista de forma simultánea en una S.A.S. y cualquier otra sociedad prevista en el artículo 1 de la LGSM, siempre que su participación en dichas sociedades les permita tener el control de la sociedad o su administración.

Recordemos que el artículo 1 de la LGSM enumeraba los siguientes tipos de sociedades: Sociedad en Nombre Colectivo, Sociedad en Comandita Simple, Sociedad de Responsabilidad Limitada, Sociedad en Comandita por Acciones, Sociedad Anónima y Sociedad Cooperativa

Resultados y Discusión.

La metodología empleada en el presente trabajo profesional es documental, en virtud de que se encuentra regulada por la LGSM y apenas está en su fase inicial de operación.

Se estima que la finalidad de esta nueva inclusión en la Ley buscó proteger el patrimonio personal y directo de las personas físicas en los casos en que se realicen actividades empresariales y puedan tomar un riesgo innecesario en sus patrimonios personales

La S.A.S. necesita para poder constituirse los siguientes requisitos:

- Tener uno o más accionistas
- El o los accionistas deben externar su conocimiento para constituir una S.A.S bajo los estatutos sociales que la Secrratría de Economía ponga a su disposición mediante el sistema electrónico de constitución. Los o el accionista serán responsables hasta por el monto de sus aportaciones, pues no se requiere un capitl mínimo; puede constituirse como Sociedad de Capital Variable, no está sujeto al fondo de reserva (o reserva legal) el cual

implica al resto de las sociedades a reservar el 5 % de las utilidades anuales hasta acumular la quinta parte del capital social. (Bobadilla Murakami, 2016)

- Se debe constar de una autorización de uso de la denominación emitida por la Secretaría de Economía. La denominación es libre, pero se limita a que sea distinta de otra sociedad. Siempre deberá ir seguida por las palabras “Sociedad por Acciones Simplificada” o sus siglas S.A.S. (Higuera Arias, 2016)
- El o los accionistas deberán contar con una firma electrónica avanzada vigente, reconocida en las reglas generales que emita la Secretaría de Economía.
- El trámite es gratuito por lo que no se requiere el uso de un fedatario público, ya que la existencia de la sociedad se probará mediante un contrato social generado por el sistema electrónico de constitución y la boleta del Registro Público de Comercio.
- Los ingresos de la sociedad no deberán exceder de cinco millones de pesos (actualizables anualmente conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor)

Conclusiones.

Después de analizar los antecedentes de porque modificar la LGSM para adicionar un nuevo tipo de sociedades, las llamadas unipersonales o unimembres podemos decir que llevamos un atraso considerable respecto a países europeos como Alemania, Francia, España, Bélgica; pero no solo Europa nos lleva ventaja también en América latina podemos mencionar a Colombia y Perú por ejemplo, las razones finalmente son por lo menos en papel buenas, esperemos que realmente genere los resultados esperados, entre ellos que más negocios entren a la formalidad y se proteja a los micro y pequeñas empresas. Además en la práctica debido al tope establecido de cinco millones de pesos, no existe congruencia con la estratificación que señala que las pequeñas empresas son clasificadas como tales con ventas anuales hasta de cien millones de pesos, por lo tanto solo estaría beneficiando a los emprendedores y microempresas.

Agradecimientos.

A las autoridades administrativas del Instituto Tecnológico de Iguala por el apoyo otorgado.

Referencias.

1. E. Archundia, 2012
2. M. Bobadilla, *Reforma a la LGSM*, 2016
3. G. Galindo, *Empresa Unipersonal*, 2016

4. J.D. Higuera, *Una Nueva Sociedad Simplificada, Contaduría Pública*, 2016, 2016, 64
5. T. Piñero, *Contaduría Pública*, 2016, 64
6. *Diario Oficial de la Federación*, 2016

MAPA ESTRATÉGICO DE DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CIIE-ITI

E. Trujillo-Beltrán¹, R. Marchán-Lázaro¹, Ma. Bárcenas-Nava¹, R. García-Martínez¹, y F. Manuel-Regino¹

¹ Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Iguala, Carretera Nacional Iguala-Taxco esq. Periférico Norte Colonia Adolfo López Mateos, Infonavit, Iguala, Gro. - elisa.trujillo@itiguala.edu.mx, rosalia.marchan@itiguala.edu.mx, angeles.barceñas@itiguala.edu.mx - romelg_m@hotmail.com, fernando.manuel@itiguala.edu.mx,

Área de participación: Administración y Legislación en las Organizaciones

Resumen: CIIE-ITI considera que los temas estratégicos son una herramienta enfocada que ayuda a las organizaciones a que gestionen prioridades de corto y largo plazo, o de crecimiento y rentabilidad que de otro modo causarían que estos puntos de vista choquen mucho.

A pesar de que es recomendable que las organizaciones definan si su enfoque estratégico será el de promover una cercanía con el cliente, competir en eficiencia operacional o constantemente innovar su oferta de productos, es importante que las empresas cuenten con estrategias basadas en cada una de estas categorías para poder crear valor sostenido en el corto, mediano y largo plazo. La integración equilibrada de estos temas es la base para crear un mapa estratégico que pueda generar valor sostenido a través del tiempo. (Trissa strategy consulting, 2011)

Introducción.

CIIE-ITI (Centro de Incubación e Innovación Empresarial del Instituto Tecnológico de Iguala) es una incubadora básica del tipo de tecnología intermedia, reconocida oficialmente ante la Secretaría de Economía, es un área sin fines de lucro, auspiciada por el Instituto Tecnológico de Iguala. Está orientado a crear y fortalecer MIPYMES, que generen bienes y servicios con valor agregado, basados en la innovación tecnológica, ofrece servicios de gestión de financiamiento para apoyar la puesta en marcha de las empresas incubadas, basa su operación en el modelo de incubación desarrollado por el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, MIdE-SNIT.

Es una gestora intelectual y financiera de recursos provenientes de entidades del Gobierno Federal, Estatal y Municipal, de instituciones académicas e iniciativa privada, favoreciendo la transferencia de ciencia y tecnología al sector productivo para la comercialización de la innovación tecnológica y la atracción de inversión para crear nuevas empresas que desarrollen nuevos productos, nuevos procesos de producción, nuevos canales de distribución, mejores formas de comercialización y mejores empleos.

Ofrece programas de emprendimiento, incubación y acompañamiento para el desarrollo de competencias empresariales en los emprendedores, la creación, el desarrollo y consolidación de micro, pequeñas y medianas empresas.

Está enfocado a atender emprendedores provenientes del Instituto Tecnológico de Iguala y de la zona norte del estado de Guerrero formado por 16 municipios con emprendedores particulares y personas que deseen hacer crecer su negocio o empresa.

El CIIE es administrado por personal del Instituto Tecnológico de Iguala, con el apoyo de consultores externos para asistir con tutoría, asesoría y capacitación especializada a las empresas incubadas.

CIIE-ITI indica que una innovación empresarial es una mejora en el modelo de negocio que tiene una empresa, es realizar grandes cambios organizacionales, productivos o tecnológicos en la propuesta que hace un negocio al mercado con el único fin de ser más eficiente y conseguir una mejor posición o incluso crear un mercado totalmente nuevo donde no existan competidores. Algunas de las virtudes principales que tienen los negocios que realizan innovaciones empresariales son:

- Ellas se adaptan fácilmente a los cambios en el mercado.
- Son empresas ágiles internamente para desarrollar nuevos productos y servicios.
- Tienen una visión de largo plazo destinada a cambiar el estado de una industria.
- Crean ventajas competitivas que son absolutamente arrolladoras.

Es preciso señalar que existen dos fines principales que tiene una innovación empresarial.

El primero es aumentar la eficacia competitiva que tiene una empresa, esto mediante la realización de cambios sustanciales en los procesos internos de la empresa para que la organización sea mucho más competitiva por sobre el resto de los miembros de una industria. El segundo fin se centra en aumentar el valor que perciben los clientes con los productos y servicios que ofrece un negocio, esto mediante una reconversión del modelo de negocio de la empresa, donde la investigación y desarrollo es fundamental para encontrar oportunidades a explotar en un cierto mercado.

La estrategia empresarial se integra con todas aquellas acciones que realiza la empresa como respuesta al mercado. Por este motivo, una estrategia comprende los propósitos, la misión, los objetivos, los programas y los métodos para alcanzar niveles óptimos de ventas. (Steiner, 2011)

En lo referente a la estrategia tecnológica (Porter, 2012), propone opciones para construir y mantener una posición que genere una ventaja competitiva. Y cuando las empresas desarrollan un cambio tecnológico, generalmente responden al producir planes innovadores que les permite apropiarse de esa ventaja en el mercado. Porter mismo propone un modelo basado en las cinco fuerzas: número de competidores potenciales, fortaleza de los proveedores, fortaleza de los clientes, competencia de las empresas existentes y productos sustitutos. La fundamentación teórica de Melissa Schilling para formular una estrategia tecnológica considera un análisis externo y uno interno de la posición de la empresa, al identificar las competencias, las capacidades y el riesgo de carácter estructural. En el análisis interno se reconocen fuerzas, debilidades y valores. El análisis externo incluye oportunidades, riesgos y expectativas.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 (PECiTI) propone fortalecer la apropiación social del conocimiento y la innovación, y el reconocimiento público de su carácter estratégico para el desarrollo integral del país, así como la articulación efectiva de todos los agentes involucrados para alcanzar ese fin. Las líneas de política delineadas en el PND se convierten en los objetivos rectores del PECiTI y representan la plataforma para detonar el crecimiento científico, tecnológico y de innovación del país.

El Programa Sectorial de Economía plantea cuatro ejes de política pública. El segundo de ellos, “Consolidar un avance significativo de la competitividad de la economía mexicana para impulsar la generación de empleos”, define como uno de sus objetivos rectores “Elevar la competitividad de las empresas mediante el fomento del uso de las tecnologías de información, la innovación y el desarrollo tecnológico en sus productos y servicios”.

Al existir una vinculación, para la creación de nuevos conocimientos entre la universidad, las empresas y el gobierno, se constituye una cooperación que desarrolla un modelo conocido como la Triple Hélice (Peña Aguilar, 2012), el cual representa la cohesión entre los intereses de estos actores y propone una sinergia entre ellos para crear un ambiente de competitividad en los mercados mundiales con base en tecnologías innovadoras.

La necesidad de cooperación y el cambio tecnológico, requiere formar alianzas, entre las empresas cuyas características sean conocidas por la Universidad, estas transformen en conocimiento científico y a la vez, en desarrollo tecnológico que fomente un ambiente de competitividad en los mercados mundiales los productos innovadores.

El mapa estratégico ayuda a valorar la importancia de cada objetivo estratégico, al presentarlos agrupados en perspectivas. Las perspectivas son aquellas dimensiones críticas clave en la organización. Las cuatro perspectivas más utilizadas son:

- Perspectiva financiera: describe los resultados tangibles de la estrategia en términos financieros tradicionales. Los indicadores como la rentabilidad de la inversión (ROI, por su nombre en inglés) el valor para los accionistas, la rentabilidad, el aumento de los ingresos y el costo por unidad son los indicadores de resultado que muestran si la estrategia de la empresa tienen éxito o fracaso.
- La perspectiva del cliente: define la propuesta de valor para los clientes objetivos.
- La perspectiva de procesos internos: identifica los pocos procesos críticos que se espera tengan el mayor impacto sobre la estrategia.
- La perspectiva de aprendizaje y crecimiento: identifica los activos intangibles que son más importantes para la estrategia.

El procedimiento para la elaboración de este mapa estratégico se basa en la investigación de campo, puesto que en los diferentes organismos

gubernamentales y de atención a emprendedores, entre ellos el Centro de Incubación e Innovación Empresarial del Instituto Tecnológico de Iguala, se tiene conocimiento de diversos emprendedores que están iniciando o tienen una idea firme para desarrollar una actividad empresarial.

La metodología empleada en el presente trabajo profesional es documental, en virtud de que se encuentra regulada en las diferentes instituciones gubernamentales y organismos financieros, así mismo se utilizó el método descriptivo en virtud de que se necesitó reunir información contenida en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Las convocatorias de 2016 del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), El Centro de Incubación e Innovación Empresarial – del Instituto Tecnológico de Iguala (CIIE-ITI), La Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo (CANACO SERVYTUR), así mismo la recavada en cada uno de los ayuntamientos de la Zona Norte del Estado de Guerrero, Así como la consultada en libros y páginas de internet.

De igual forma se utilizó la técnica de la encuesta, la cual fue realizada a los candidatos a emprendedores, en la que se logró conocer los diferentes giros o actividades de los nuevos negocios a emprender, las necesidades de financiamiento y la tecnología, infraestructura requerida y la técnica de la entrevista realizada a los diferentes autoridades de los ayuntamientos de la zona norte del Estado de Guerrero, así como también a las organizaciones comerciales e instituciones bancarias y financieras.

Resultados y Discusión.

A continuación se muestra la valoración de cada objetivo estratégico por el CIIE-ITI para las empresas incubadas:

Tabla 1.- Valoración estratégica

	PERSPECTIVA FINANCIERA	PERSPECTIVA DEL CLIENTE	PERSPECTIVA INTERNA	PERSPECTIVA DE APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO
Misión Visión Objetivos	¿Cuánto dinero se necesita para constituirse?	¿Cuáles son los recursos que posee?	¿Dónde aplico los recursos que poseo?	¿Qué estrategias aplicara para enfrentarse a la competencia?
Cuestionamientos	¿Cómo obtener recursos financieros?	¿Cómo presentan el producto al nuevo mercado?	¿Cómo hacer que les agrade el producto?	¿Qué tanto producir para innovar en el mercado?
Objetivos	-Diseñar estrategias de financiamiento. -Integrar la estrategia del financiamiento de acuerdo al giro del emprendedor	- Aceptación del producto. - Precio accesible para la adquisición del producto.	- generar empleos. - Lograr personal calificado y comprometido.	- Fomentar el talento emprendedor para las empresas de nueva creación. - Incrementar para creación de nuevas

				empresas.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento de ingresos - Crecimiento de clientes - Utilización de activos. 	<ul style="list-style-type: none"> - crecimiento de la producción. - Frecuencia de las compras del producto. - Satisfacción del cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzamiento de la calidad del producto. - Control de calidad. - Servicio posventa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzamiento de los mercados en la producción. - Capacitación en los sistemas de información tecnológica.
Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementos de ingresos. - Crecimiento y en la productividad 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar del segmento de mercado. - Atributos de la calidad del producto. - Prestigio del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzamiento en el desarrollo del producto. - Encontrar nuevas tecnologías de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación y capacitación de los emprendedores. - Capacitación para las nuevas tecnologías

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones.

Este trabajo servirá como herramienta para el desarrollo e innovación tecnológica de las empresas incubadas por los emprendedores con el fin de que puedan realizar un análisis completo de su idea de negocio.

En este trabajo se aborda el tema de que en la Región Norte del estado de Guerrero existen candidatos potenciales que están iniciando o tienen una idea firme y la experiencia adecuada para desarrollar una actividad empresarial, con lo que no cuentan es con la asesoría y conocimiento adecuado de cómo gestionar recursos y así poder desarrollar su idea o sus negocios, puesto que el desarrollo de nuevos proyectos marca el éxito y permanencia en este ámbito.

Previamente se elaboró una Base de Datos con la finalidad de identificar a los candidatos potenciales a ser emprendedores de la Región Norte del Estado de Guerrero, y así obtener una clasificación con el mayor número de emprendedores de la zona de influencia, analizando las diferentes opciones o tipos de financiamientos que se pueden brindar de acuerdo a cada idea de negocio o actividad y que se acople a sus necesidades, con el fin de ir formando capital humano de alto nivel, que cree cultura empresarial e innovativa de tal manera que sean capaces de generar desarrollo social y económico mediante la creación de empleos y pago de impuestos, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la inversión nacional y la investigación científica tecnológica.

Agradecimientos.

Al Centro de Incubación e Innovación Empresarial del Instituto Tecnológico de Iguala.

Referencias.

1. Centro de Incubación e Innovación de Empresas del Instituto Tecnológico de Iguuala, 2015.
2. CONACYT:<http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fondos-mixtos-contituidos/convocatorias-fondos-mixtos-constituidos-guerrero/convocatorias-cerradas-fondos-mixtos-constituidos-guerrero/1318-2012-01-resultados-defi>
3. Conacyt Guerrero. 3 de Mayo de 2016. CONACYT. <http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fondos-mixtos-contituidos/convocatorias-fondos-mixtos-constituidos-guerrero/convocatorias-abiertas-fondos-mixtos-constituidos-guerrero/2016-01-fomix-guerrero/11275>
4. Blogspot.mx. 27 de Septiembre de 2010. <http://estudiodefacticidadyproyectos.blogspot.mx/2010/09/facticidad-y-viabilidad.html>
5. INEGI, 2016. www.inegi.org.mx
6. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. INEGI. <http://www.inegi.org.mx/>
7. Secretaria de Economía Guerrero. 1 de Enero de 2016. <https://www.inadem.gob.mx/>

CÓMO MEJORAR EL POSICIONAMIENTO DE UNA INSTITUCIÓN DE NIVEL SUPERIOR EN SU ÁREA DE INFLUENCIA

R. Marchán-Lázaro, M. A. Bárcenas-Nava, E. Trujillo-Beltrán, y R. García-Martínez.

¹Instituto Tecnológico de Iguala- rosalia.marchan@itiguala.edu.mx,
angeles.barcenas@itiguala.edu.mx, elisa.trujillo@itiguala.edu.mx, romel.garcia@itiguala.edu.mx
C. Celestino Negrete No. 32-A, col. Centro, Iguala de la Independencia, Gro. Despacho contable
García,

Área de participación: Administración y Legislación en las Organizaciones.

Resumen: En este artículo científico titulado “Cómo mejorar el posicionamiento de una institución de nivel superior en su área de influencia”¹⁶, podremos encontrar algunas sugerencias para poder posicionar a una institución de nivel superior, es decir podremos encontrar puntos clave en los que la institución debe basarse y así mejorar el posicionamiento de acuerdo a la zona en la cual se encuentra ubicada. El objetivo de este análisis es informar a las autoridades educativas algunas alternativas para mejorar el proceso de promoción a la institución y así su oferta sea de calidad a los clientes de la región a los cuales este destinado el servicio.

También encontraremos diversos elementos que ayudarán a determinar el posicionamiento de las instituciones; observaremos que muchas se obsesionan con las acreditaciones y certificaciones que determinan socialmente el reconocimiento, pero descuidan la parte de mayor importancia “los estudiantes del nivel medio superior” (Chávez Sánchez, 2005). Las instituciones deben saber qué lugar tienen en las preferencias de los estudiantes de nivel medio superior.

De acuerdo con la información estudiada sabemos que hoy día existe una gran diversidad de escuelas de nivel superior más cercanas a los domicilios de los estudiantes y en diversos casos las carreras que se implementan no tienen compatibilidad en función a la necesidad del área geográfica en las cuales están ubicadas; aplicando un análisis detallado podremos definir cómo puede irse posicionando semestre tras semestre la institución en el área de su influencia regional de la zona a la cual pertenece.

Introducción.

La demanda de ingreso a las Instituciones de Educación Superior (IES) en México ha ido en incremento en los últimos años, pues existe un aumento en el bono poblacional que propicia dicha demanda. Esta situación trae como consecuencia el surgimiento de Instituciones de Educación Superior públicas y privadas que generan una oferta educativa que busca atender los espacios requeridos de los egresados del Nivel Medio Superior. Acorde a lo anterior, la Zona Norte del estado de Guerrero está comprendida por 16 municipios, en los cuales existen 43 instituciones de nivel medio superior¹⁷ que potencialmente pueden ser alumnos de la Institución que se esté promoviendo. Para lo cual se tienen 14 instituciones de nivel superior públicas y privadas con distintas licenciaturas, que pueden dar acceso a los alumnos que egresan de las 43 preparatorias cercanas a estas.

De las 17 universidades que existen en la zona Norte del estado el 95% se encuentran en la ciudad de Iguala de la Independencia, Gro., y en esta ciudad se encuentran 16 preparatorias; la distancia promedio que existe entre las otras poblaciones en donde están ubicadas el resto de las preparatorias es de

¹⁶ Título del artículo científico de estudio, 14 noviembre 2016.

¹⁷ Véase en la ilustración I, anexa al artículo científico.

aproximadamente 30 a 50 minutos. Esta investigación pretende identificar cuáles son las preferencias de las Instituciones de Educación Superior que tienen los consumidores potenciales en este caso son los estudiantes del Nivel Medio Superior, conocer lo ideal para ellos, los atributos por los que son preferidas, saber cómo se diferencian unas de otras y determinar si existen similitudes en cuanto a sus atributos. Esta investigación contribuye para que las Instituciones de Educación Superior consideren como son percibidas por los prospectos de usuarios o consumidores. Uno de los problemas más frecuentes que presenta esta situación es que muchas de las instituciones de nivel superior se olvidan que el cliente principal es el estudiante de cuál es su escuela de procedencia y no realizan promoción con el fin de que los estudiantes identifiquen y conozcan las carreras que ofrecen, los tiempos en que se realizan dichos estudios o incluso la duración de la carrera y las ventajas de estudiarla, dando a conocer su aplicabilidad profesional.



Figura 16.- Integración de los municipios de la Zona Norte del Estado de Guerrero.

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

El posicionamiento es un sistema organizado para encontrar ventajas en la mente se basa en el concepto de que la comunicación solo puede tener tercer lugar en el tiempo adecuado y bajo circunstancias propias. La escuela al ser parte de un sistema social abierto en el que se incluye la familia, la iglesia, los medios de comunicación, los partidos políticos, entre otros; tiene influencia y es influenciada por cambios en la realidad social, política, cultural y económica de un país. Es por dicha razón, que esta no ha sido excluida del movimiento económico más grande que ha tenido la historia como lo es la Globalización. Es de esta manera, como en la actualidad se encuentra en un dilema entre optimizar sus recursos materiales para lograr una productividad como empresa de servicios y por otro lado seguir con los preceptos de la ideología pedagógica centrados en el desarrollo humano y en contra de la mercantilización de la educación.

Aunque las instituciones educativas del sector público tienen un claro tinte humanístico, es importante que se realicen estrategias de posicionamiento, en donde se comunique claramente el diferencial, para así poder satisfacer las necesidades de la comunidad y desarrollar personas de bien con un fuerte compromiso social para el país. Estos conceptos, aunque, con gran influencia administrativa, en ningún momento van en contra de los conceptos humanísticos y ayudan a realizar una labor más ordenada y efectiva, para la satisfacción de necesidades de los estudiantes y sus familias. (Fonseca Carrera, 2009)

La percepción es el proceso mediante el cual un individuo selecciona, organiza e interpreta estímulos para entender el mundo en forma coherente y con significado. Los estímulos perceptivos pueden ser físicos o provenientes del individuo. (Arellano, 1994)

La percepción es el proceso mediante el cual los individuos eligen, organizan e interpretan los estímulos recibidos para formarse una imagen significativa y coherente del mundo. La percepción tiene implicaciones estratégicas para los mercadólogos, ya que los consumidores toman sus decisiones basándose en lo que perciben y no en la realidad objetiva. El nivel inferior donde un individuo puede percibir un estímulo específico se conoce como su umbral absoluto. La diferencia mínima que se percibe entre dos estímulos se denomina umbral diferencial, o diferencia apenas perceptible (odap). La interpretación de los estímulos es altamente subjetiva y se basa en aquello que el consumidor espera observar, de acuerdo con su experiencia anterior, sus motivos e intereses en el momento de la percepción y en el grado de claridad del estímulo mismo. Los estereotipos que tienden a distorsionar la interpretación objetiva provienen de la apariencia física, las conclusiones apresuradas, la primera impresión y el efecto de halo. Así como los individuos tienen una imagen percibida de sí mismos, también tienen imágenes percibidas de marcas y productos. La imagen percibida de un producto o servicio (es decir, cómo se posiciona) es quizá más importante para su éxito final que sus características físicas reales (G. Schiffman & Lazar Kanuk, 2010).

De los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas se observó que cinco instituciones fueron las preferidas y el primero en las preferencias resultó el instituto Tecnológico de Iguala, seguido de Universidad tecnológica, después le siguió la Universidad Politécnica, y en dos casos fueron muy similares las preferencias que fueron las escuelas de Agronomía y en último término las escuelas particulares.

Como se señala cada institución tiene una distancia significativa; esto quiere decir que cada institución se posiciona mediante sus atributos. Se observa que la Universidad Tecnológica tiene una distancia ligeramente cerca con la Universidad Politécnica debido a que estas dos instituciones tienen atributos en común que los hace percibir así, como en el caso de las instalaciones, la oferta educativa las cuales compiten por el hecho de que son similares.

Por otro lado las siguientes instituciones como son las escuelas de Agronomía de la Universidad y las escuelas particulares se observa una distancia significativa de las demás instituciones esto por el hecho de que los atributos que la posicionan

son realmente distintos a las demás. Se puede observar que los atributos que están cerca son Reputación, Oportunidades de Empleo, Calidad Educativa, Nivel Académico, Becas, Movilidad Estudiantil, Instalaciones, Actividades Deportivas y Culturales, lo que se podría decir que los consumidores potenciales perciben que los atributos ya mencionados son de gran importancia para la elección de las instituciones.

Otro de los atributos son las Actividades Deportivas y Culturales y Oferta Educativa; lo cual indica que los consumidores potenciales distinguen las instituciones que realizan diversas actividades deportivas y culturales.

El atributo Calidad\Precio se posicionó a mucha distancia de los demás atributos, lo cual hace ver que para los consumidores potenciales no es un factor importante al momento de la elección de alguna de las instituciones.

Otro concepto importante que se observa es el atributo Reputación Académica las instituciones más relacionadas según la percepción de los consumidores potenciales son la el Instituto Tecnológico y la Universidad Politécnica. Por otro lado de acuerdo con el atributo Oportunidades de Empleo, las instituciones que más se acercan son la Universidad politécnica siguiendo con el atributo Calidad Educativa y el nivel académico las instituciones más cercanas son tres el Tecnológico, la Politécnica Y la Tecnológica

La institución de procedencia influye en la preferencia de la Institución de Educación Superior.

Resultados y Discusión.

El Instituto Tecnológico de Iguala tiene 26 años de antigüedad operando en la zona, año tras año ha venido posicionándose como una de las instituciones de mayor aceptación dado que es una escuela oficial, siendo sus aranceles muy accesibles para los estudiantes; sus instalaciones físicas bastante cómodas y su ubicación en la ciudad es de fácil acceso, por a cualquier medio de transporte público o privado.

Las carreras que ofrece tienen una gran aceptación en la población, ya que son carreras que están vinculadas a la evolución tecnológica, es decir que su campo de aplicación es amplio en el sector empresarial; varias carreras ya han sido certificadas en sus procesos.

El personal docente ha estado en continua capacitación profesional, teniendo la mayoría de ellos niveles de posgrado.

Los comentarios vertidos sobre cómo lograr que una institución de nivel superior se posea en el área geográfica en donde opera, fueron realizados en función a lo indicado en la página electrónica del gobierno del Estado de Guerrero, lo señalado en la página se verificaron físicamente las instituciones de la ciudad de Iguala, con el fin de corroborar que estuvieran en operación las instituciones señaladas.

Sobre las demás instituciones de esta zona no hago comentarios sobre sus instalaciones físicas, o sobre la calidad de los docentes solo fue lo indicado por los encuestados, ya que no fue la intención solo verifique que estuvieran funcionando.

Lo que sí puedo señalar es que la zona norte del Estado de Guerrero es un área con bastantes instituciones de nivel licenciatura, y eso habla bien de sus habitantes, y eso indica que sus habitantes se encuentran en toda la disposición de ser profesionistas y que por la tanto se verá una superación en la región, en el Estado y por consecuencia en el país.

Conclusiones.

El presente estudio permitió conocer el posicionamiento de las Instituciones de Educación Superior que existen en la ciudad de Iguala y su zona conurbación. De acuerdo a los objetivos planteados en la investigación y en relación con el análisis de los resultados obtenidos se llegan a las siguientes conclusiones:

En la determinación de cuál es la Institución de Educación Superior mejor posicionada por los estudiantes de educación media superior en la conurbación de Iguala por los resultados se establece como mejor posicionado el Instituto Tecnológico de Iguala ya que los atributos cuentan con una buena puntuación, la Universidad Tecnológica ocupa la segunda posición y la Universidad Politécnica tiene la tercera posición, en cuarto lugar está la Universidad con su escuela de Agronomía y en último lugar se encuentran las Universidades particulares.

En cuanto a cuales de los atributos hacen sobresalir y tener un mejor posicionamiento en cada IES, se establece a la Reputación Académica y la IES mejor posicionada en esta variable es el Instituto tecnológico de Iguala, lo cual indica que los estudiantes tienen la percepción que entre mejor sea su imagen la institución cuenta con reputación y buen prestigio a comparación de otras instituciones. El segundo atributo mejor puntuado es la Calidad Educativa lo que indica que es importante que la institución de agrado tenga eficacia; así mismo al ofrecer sus servicios educativos y cuenta con catedráticos preparados para así tener buena calidad educativa. En el caso de la Universidad Tecnológica los atributos más sobresalientes son: Calidad/Precio lo cual indica que los estudiantes asocian el nivel de calidad de la institución y sus precios, el siguiente atributo mejor puntuado son las Instalaciones de la Institución, lo que quiere decir que es percibida como una institución que cuenta con instalaciones buenas, siguiendo con el atributo Calidad Educativa.

En la Universidad Politécnica los atributos que sobresalieron para su posicionamiento son: primeramente la Calidad Educativa, la Reputación Académica, y el Nivel Académico.

Respecto a la Institución de Educación Superior de mayor preferencia, los encuestados establecieron a Instituto Tecnológico como la de mayor preferencia, ya que de los atributos usados para medir el posicionamiento todos tuvieron puntuaciones altas en relación al resto de las instituciones consideradas.

Por lo que se refiere a los atributos que son más importantes para la evaluación y selección de Institución de nivel superior por parte de los estudiantes del nivel medio superior se concluye que los relativos a la Reputación Académica, Calidad Educativa, Instalaciones, Nivel Académico son los atributos más sobresalientes.

Finalmente por lo que respecta a las hipótesis planteadas en la investigación se acepta, lo que indica que influye la procedencia de la institución de educación media superior en la preferencia de la IES en donde se desea estudiar una licenciatura.

<<UN PUEBLO CULTO ES SEÑAL DE SUPERACIÓN>>**Referencias**

1. Arellano, R. (Editorial Harla, México de 1994). *Gestiopolis*. Obtenido de Comportamiento del consumidor y Marketing: <http://www.gestiopolis.com/comportamiento-del-consumidor/>.
2. Chávez Sánchez, J. L. (2005). Obtenido de "Elementos que influyen en el posicionamiento de una institución de educación superior": <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014664/014664.pdf>.
3. Fonseca Carrera, J. J. (2009). Obtenido de Estrategia organizacional para posicionar una institución: <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/comunicacion/tesis245.pdf>.
4. G. Schiffman, L., & Lazar Kanuk, L. (2010). *Academia*. Obtenido de Comportamiento del consumidor: http://www.academia.edu/6116556/Comportamiento_del_Consumidor_Schiffman_10a_Ed.
5. Philip, K. (2006). *Dirección de Marketing*. Obtenido de <http://eva.sepyc.gob.mx:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HASH3cf8.dir/33990015.pdf;jsessionid=AB59379DFDEB232E68DFFDB8C9DAD77D>
6. Ries, A., & Trout, J. (1991). Obtenido de Posicionamiento: <https://es.scribd.com/doc/283761716/Posicionamiento-Al-Ries-Jack-Trout-pdf>.
7. Wikipedia. (19 de noviembre de 2015). *Wikipedia*. Obtenido de Norte (Guerrero): [https://es.wikipedia.org/wiki/Norte_\(Guerrero\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Norte_(Guerrero))
8. Ynzunza Cortés, C. B. (2001). Obtenido de Posicionamiento de las instituciones de la educación superior (IES) en los estudiantes de preparatoria: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/3517/1/RI002286.pdf>

INCONSTITUCIONALIDAD DEL SALARIO MÍNIMO

M. A. Bárcenas Nava¹, E. Trujillo Beltrán¹, C. A. Díaz Lara¹, M. Manuel Morales¹ y
F. Manuel Regino

¹Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Iguala (ITI) angeles.barcenas@itiguala.edu.mx, ¹, elisa.trujillo@itiguala.edu.mx¹, laracarlos73@hotmail.com¹ mmanuelm25@gmail.com, y fernando.regino@itiguala.edu.mx¹ Niño artillero No.8, Colonia Juan N. Álvarez, Iguala Gro. C.P. 40020, México

Área de participación: Administración y legislación en las Organizaciones

Resumen: Para dar inicio a nuestro tema relacionado con la inconstitucionalidad del salario mínimo nos remontaremos a los antecedentes de los derechos sociales de la clase trabajadora, que exigían se reglamentara su jornada laboral y por ende el pago o remuneración a su trabajo.

En 1789 se firma la Declaración Francesa de los Derechos del Hombre y del Ciudadano. Cabe aclarar que la mayoría de los artículos de dicha declaración corresponden a los derechos civiles y políticos; su artículo primero establece que: “Los hombres nacen y viven libres e iguales en derechos. Las distinciones sociales sólo pueden ser fundadas en la utilidad común”.

En México, la figura fue establecida por primera vez en la Constitución de 1917, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 5 de febrero de ese año. El artículo 123, fracción VI, de la Carta Magna establece que el salario mínimo deberá ser suficiente “para satisfacer las necesidades normales de la vida del obrero, su educación y sus placeres honestos, considerándolo como jefe de familia”.

En la actualidad un trabajador se ve afectado en su salario, derivado de la inflación de los precios de los bienes y servicios que comprende la canasta básica de alimentación, y no es un señalamiento personal o de la clase trabajadora, si no lo demuestran las estadísticas y publicaciones de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y la Procuraduría Federal del Consumidor /PROFECO).

Introducción.

La Revolución Industrial en Inglaterra trajo cambios profundos en la sociedad inglesa y otros países europeos deben tomarse en cuenta como paradigmas de luchas posteriores. Aquí, lo que es importante destacar son las condiciones inhumanas de trabajo que desempeñaban los obreros de las minas y de la industria textil, así como, las condiciones insalubres y antihigiénicas en que vivían los trabajadores.

Los trabajadores de las fábricas recibían salarios miserables y carecían de protección en caso de enfermedad o vejez. Además los gobiernos no ejercían control alguno sobre las condiciones laborales, la contratación de niños y las jornadas laborales de hasta 14 horas diarias eran frecuentes”. (Rodríguez Fernández, 2006)

En América latina como en Europa también se levantaron en contra de la explotación de que eran objeto los indígenas, los trabajadores del campo, de las minas, y de los obreros de la industria textil, en la Nueva España, en la época colonial. Entre los hombres que tomaron la bandera de defensa de los derechos sociales, fue protagonizada principalmente por algunos frailes. Entre otros podemos señalar a Fray Bartolomé de las Casas y a Vasco de Quiroga, quienes

se enfrentaron a las autoridades gobernantes, en defensa de los indígenas. Sin embargo, la situación de pobreza y de esclavitud continuó hasta después del estallido de la revolución de independencia, cuyos héroes pagaron con sus vidas la decisión de enfrentarse al poder establecido. (Rodríguez, 2000:17)

En México, uno de los primeros documentos que se refieren a los derechos sociales, en nuestro país, es “Los Sentimientos de la Nación de Don José María Morelos y Pavón”, presentado en el Congreso de Anáhuac, el 14 de septiembre de 1813. Este documento contenía 23 puntos, entre los que se encuentran importantes disposiciones relativas a las garantías individuales y sociales.

La Constitución de 1814, refleja la respuesta que se daba a los agravios que sufrían las personas en lo social y en su seguridad. Por tales razones, el artículo 27 de esta legislación dispuso que la seguridad de los ciudadanos consista en la garantía social; “ésta no puede existir sin que fije la Ley los límites de los obreros y la responsabilidad de los funcionarios públicos”. (Palacios Alcocer, 2000)

Otro de los pronunciamientos, importantes a destacar es el Manifiesto a la Nación del Partido Liberal Mexicano, firmado por Ricardo Flores Magón, Juan Sarabia, Antonio I. Villareal, Enrique Flores Magón, Librado Rivera, Manuel Sarabia y Rosalío Bustamante, el primero de julio de 1906. Los puntos sociales del Programa del Partido Liberal Mexicano destacan del 21 al 27. Por la importancia que tienen, transcribo su contenido:

21. Establecer un máximo de ocho horas de trabajo y un salario mínimo de \$ 1.00 en general y más de \$ 100 para aquellas regiones en que la vida es más cara.
 22. Reglamentación del servicio doméstico y del trabajo a domicilio.
 23. Adoptar medidas para que con el trabajo a destajo los patrones no burlen la aplicación del tiempo máximo y salario mínimo.
 24. Prohibir en lo absoluto el empleo de niños menores de catorce años.
 25. Obligar a los dueños de minas, fábricas, talleres, etc., a mantener las mejores condiciones de higiene en sus propiedades y a guardar los lugares de peligro en un estado que preste seguridad a la vida de los operarios.
 26. Obligar a los patronos o propietarios rurales a dar alojamiento higiénico a los trabajadores, cuando la naturaleza del trabajo de éstos, exija que reciban albergue de dichos patronos o propietarios.
 27. Obligar a los patronos a pagar indemnización por accidentes del trabajo.
- Y el punto 33. Hacer obligatorio el descanso dominical. (Silva, 2001: 115 -116)

En México, la figura fue establecida por primera vez en la Constitución de 1917, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 5 de febrero de ese año. El artículo 123, fracción VI, de la Carta Magna establece que el salario mínimo deberá ser suficiente “para satisfacer las necesidades normales de la vida del obrero, su educación y sus placeres honestos, considerándolo como jefe de familia”.

De acuerdo con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), en 1917 el artículo 123 establecía que los salarios mínimos debían ser fijados por comisiones especiales en cada municipio, subordinadas a la Junta Central de Conciliación que debería instalarse en cada estado. Este mecanismo funcionó poco más de una década pero de manera precaria y anárquica, pues la expedición de leyes reglamentarias en la materia a nivel estatal fue limitada.

En diciembre de 1986, el Congreso de la Unión y las legislaturas de los estados aprobaron una iniciativa del Poder Ejecutivo que reformó nuevamente el sistema. A partir del 1 de enero de 1987, los salarios mínimos fueron fijados por una sola Comisión Nacional de Salarios Mínimos (Conasami). (Mares, 2014)

La Comisión Nacional de Salarios Mínimos es un organismo público descentralizado, su máximo órgano de decisión es el Consejo de Representantes y está integrado por representantes de los trabajadores, de los empresarios y del gobierno. Esta estructura es la que sigue funcionando en la actualidad, aunque ha habido algunos cambios; en 2012 se redujo de tres a dos el número de zonas para el nivel de salarios y a partir del 1 de octubre de 2015 solo existe una zona a nivel nacional.

A continuación se proporciona la evolución de los salarios mínimos en México del 1 de enero de 2010 al 1 de noviembre de 2016, como lo muestra la figura 1.

Vigencia	ZONA A	ZONA B	ZONA C
01/01/16	73.04	Eliminada	Eliminada
01/10/15	70.10	Eliminada	Eliminada
01/04/15	70.10	68.28	Eliminada
01/01/15	70.10	66.45	Eliminada
01/01/14	67.29	63.77	Eliminada
01/01/13	\$64.76	\$61.38	Eliminada
01/01/12	\$62.33	\$60.57	\$59.08
01/01/11	\$59.82	\$58.13	\$56.70
01/01/10	\$57.46	\$55.84	\$54.47

Figura 1.- Variación anual: Salario Mínimo Histórico
Fuente: Comisión Nacional de Salarios mínimos 2016.

Como podemos apreciar el incremento del salario mínimo en 6 años es de \$15.58, es decir un promedio de incremento de \$2.59 por año, mientras que los precios de la canasta básica y los servicios como agua, energía eléctrica se triplican.

En la actualidad un trabajador se ve afectado en su salario, derivado de la inflación de los precios de los bienes y servicios que comprende la canasta básica de alimentación, para un mejor entendimiento del tema se definirá algunos conceptos esenciales como son los siguientes:

a).- La inflación “Desde el punto de vista de la producción, se presenta como un desequilibrio entre la oferta y la demanda de bienes y servicios debido a un exceso de la demanda o a un faltante de oferta, lo que provoca un aumento sostenido y generalizado de precios, siempre que estos rebasen el 5 por ciento anual”. (Zorrila Arena, 2005)

b).- Podemos señalar que la canasta básica es un conjunto de bienes y servicios indispensables para que una familia pueda satisfacer sus necesidades básicas de consumo a partir de su ingreso. La canasta básica mexicana contempla alrededor de 80 artículos, entre los cuales encontramos productos para la despensa y servicios como transporte, gas LP, Energía eléctrica, etc.

De lo expuesto con anterioridad, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿El Salario mínimo para el año de 2016, cumple con lo dispuesto en el artículo 123 fracción VI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos?

Sección Experimental y/o Fundamento Teórico.

Para el desarrollo de la presente investigación, es importante definir algunos conceptos claves como son los siguientes:

En base a lo anterior en el artículo 123 apartado A de nuestra Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, señala lo siguiente:

“Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley”. (Camara de diputados, 2016)

Asimismo, en nuestra constitución en su Artículo 5 señala lo siguiente: A ninguna persona podrá impedirse que se dedique a la profesión, industria, comercio o trabajo que mejor le acomode, siendo lícitos. **Nadie puede ser privado del producto de su trabajo, sino por resolución judicial.**

Nadie podrá ser obligado a prestar trabajos personales sin la justa retribución y sin su pleno consentimiento, salvo el trabajo impuesto como pena por la autoridad judicial, el cual se ajustará a lo dispuesto en las fracciones I y II del artículo 123.

El salario es una disposición Constitucional que deben cumplir todas las personas Físicas y Morales (Empresas u Organizaciones) que contraten los servicios de una persona denominada trabajador, el artículo 123 fracción VI segundo párrafo hace referencia a lo siguiente: “**Los salarios mínimos** generales deberán ser suficientes para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia, en el

orden material, social y cultural, y para proveer a la educación obligatoria de los hijos”.

Por otra parte la Ley Federal del Trabajo vigente, define el salario de la siguiente forma: “Artículo 82.- Salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo”

Así mismo en el artículo 90 de la Ley federal del Trabajo define que es el salario mínimo de la siguiente forma: Salario mínimo es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo. El salario mínimo deberá ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia en el orden material, social y cultural, y para proveer a la educación obligatoria de los hijos.

Se considera de utilidad social el establecimiento de instituciones y medidas que protejan la capacidad adquisitiva del salario y faciliten el acceso de los trabajadores a la obtención de satisfactores.

En base a los conceptos antes mencionados la retribución es un sinónimo de dinero que recibe una persona por realizar un trabajo, tarea o el pago de un servicio, en el ámbito laboral se conoce con el nombre de salario, para tal efecto en nuestra legislación laboral hace una precisión del salario y sus características y elementos que deben reunir como son:

1.- Deberá ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia (Artículo 123 fracc. VI, Segundo párrafo de la CPEUM y art. 90 Segundo párrafo L.F.T.)

2.- Que protejan la capacidad adquisitiva del salario (Artículo 90, Tercer párrafo de la L.F.T.)

Resultados y Discusión.

Tomando como base la investigación de la revista CAM UNAM, Junio 2015, señala o siguiente: El último incremento al salario mínimo (para el año 2015) fue del 4.2 %, es decir, de 2.81 pesos diarios, bastaron sólo tres meses del 2015 para que quedara pulverizado dicho incremento, por lo que después del mes de marzo todo el aumento de los precios en los alimentos y servicios se acumulará a la pérdida del poder adquisitivo. (Cam Economía UNAM, 2015)

Los indicadores que se utilizan para observar la tendencia del poder de compra del salario mínimo diario en México son: el salario mínimo diario general zona geográfica “A” y el precio de la Canasta Alimenticia Recomendable (CAR), así como un comparativo entre el salario y el precio de las gasolinas en México, como lo muestra a continuación la figura 2:

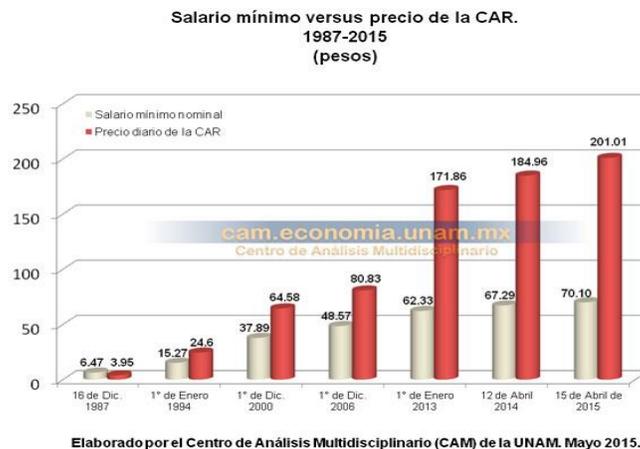


Figura 2.- Comparación salarios mínimos contra Canasta Alimenticia Recomendable (CAR)

Fuente: Elaborado por el Centro de Análisis Multidisciplinario (CAM) de la UNAM mayo 2015.

Como se puede apreciar en la gráfica, el salario mínimo que debe percibir un trabajador es \$ 201.01 para el mes de marzo de 2015, de acuerdo a la Canasta Alimenticia Recomendable (CAR), por lo tanto si el salario mínimo para el año de 2016 es de 73.04 no cumple con el principio constitucional del artículo 123 ni con el artículo 90 de la ley Federal del Trabajo.

Así mismo, es importante destacar que en el artículo 5 constitucional tercer párrafo, menciona “Nadie podrá ser obligado a prestar trabajos personales sin la justa retribución.”

La economista Carmen Luna de la revista Cnnexpansion publico el artículo denominado Canasta básica, inalcanzable para 24 millones de mexicanos. En la cual hizo la siguiente apreciación, En junio de 2015, la canasta alimentaria en zonas urbanas costaba 1,281 pesos por semana y en poblaciones rurales 898.78 pesos.

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la canasta básica alimentaria debe cumplir tres objetivos:

- 1) Contener aquellos productos representativos de los hábitos de consumo de la población.
- 2) cuya ingesta permita alcanzar el valor requerido de energía, y
- 3) debe incluir todos los grupos de alimentos desde frutas hasta alimentos de origen animal. (Luna, 2015)

En la página de internet del día 25 de diciembre de 2015, la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) publico una investigación sobre los precios de la canasta básica y el siguiente comentario:

En la Ciudad de México y la zona conurbada el kilo de jitomate se ubicó en un precio máximo de hasta 33.08 pesos, la bolsa con dos kilos de azúcar se vendió en 34.91 pesos, el kilo de cebolla en 26.56, el de aguacate en 25.53 pesos, La

rejilla con 32 piezas de huevo alcanzó 55 pesos, y el limón en 18 pesos por kilogramo. (Profeco, 2015)

El día 19 de junio de 2016, Israel Rodríguez del periódico la Jornada, publicó una investigación relacionada con los trabajadores de las gasolineras en la Ciudad de México, en la que señalaron los despachadores que no perciben salarios y sus ingresos provienen únicamente de las propinas que les dejan los automovilistas. (Rodríguez, 2016)

En base a lo arriba expuesto podemos señalar, que de no tomar en cuenta la pérdida del poder adquisitivo de los salarios, se corre el riesgo de las siguientes situaciones:

- 1.- Desnutrición y pobreza, ya que la mayor parte de la población no cuenta con un ingreso que le permita comprar los bienes básicos para su subsistencia.
- 2.- Delincuencia, ya que al no tener un ingreso se busca una de las formas menos convenientes para obtenerlo.
- 3.- Endeudamiento, ya que muchas empresas otorgan créditos que al corto plazo la mayoría de las personas no cuentan con los ingresos suficientes para cubrirlos y en el largo plazo quedaran pagando intereses altos que en cierto sentido forman parte de los grandes ingresos bancarios en el país.
- 4.- Migración, ya que al no contar con la seguridad de un empleo o un ingreso que les alcance para cubrir sus necesidades básicas se ven en la necesidad de desplazarse de sus lugares de origen y resistir condiciones laborales extremas para poder dotar de lo mínimo necesario para su supervivencia.

Estas solo son algunas de las consecuencias y en cierta medida de resultados que arrojan las malas políticas empleadas por el gobierno mexicano para atacar estos problemas y donde las soluciones otorgadas por el gobierno solo son reformas estructurales que seguirán beneficiando a la clase dominante del país.

Conclusiones.

El alto costo de la vida que hoy afecta a todos trabajadores y empleados de la iniciativa privada en México, es consecuencia de la inflación en los precios de la canasta básica alimentaria, golpea con mayor fuerza a las zonas rurales, en donde no se respetan las condiciones de trabajo, mucho menos las prestaciones mínimas de ley, lo cual ha traído como consecuencia que se haya incrementado la pobreza en el país.

En base a los antecedentes de la defensa de las condiciones de trabajo y del salario de los trabajadores hoy tristemente vemos que no se ha avanzado, podemos señalar el conflicto laboral que estalló en San Quintín, Baja California, el pasado marzo de 2015, ha dejado al descubierto los bajos salarios de los jornaleros agrícolas de esa región del país y las pésimas condiciones laborales que tienen estos trabajadores, siendo lo más preocupante que no sólo en ese estado del norte del país se dan las condiciones de explotación de casi esclavos que se les da a muchos mexicanos.

La realidad precaria de la clase trabajadora producto de las políticas salariales da cuenta de un adverso panorama. El mito de la baja productividad de los trabajadores mexicanos que sirve de pretexto para que un número considerable de patrones del país niegue incrementos suficientes a los asalariados. Esta estigmatización muy generalizada de la baja productividad choca con los datos arrojados por los “Índices de Productividad Laboral y del Costo Unitario de la Mano de Obra en 2016” elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que señala aumentos en la productividad y en las horas de trabajo.

Agradecimientos.

Queremos hacer un gran reconocimiento a los directivos del Instituto Tecnológico de Iguala, especialmente a nuestra directora L.I. Areli Bárcenas Nava, por su gran apoyo para la realización de la presente investigación.

Referencias

1. Cam Economía UNAM, m. (11 de 06 de 2015). <http://cam.economia.unam.mx>. Recuperado el 22 de 12 de 2015, de <http://cam.economia.unam.mx/reporte-de-investigacion-120-mexico-esclavitud-moderna-cae-78-71-el-poder-adquisitivo/>
2. INEGI. (5 de julio de 2015). <http://www.inegi.org.mx>. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_07_5.pdf
3. Ley Federal del Trabajo, M. (12 de 06 de 2015). www.diputados.gob.mx. Recuperado el 25 de 12 de 2015, de www.diputados.gob.mx
4. Ley Federal del Trabajo, M. (12 de 06 de 2016). www.diputados.gob.mx. Recuperado el 25 de 12 de 2015, de www.diputados.gob.mx
5. Luna, C. (27 de 07 de 2015). <http://www.cnnexpansion.com>. Recuperado el 02 de 01 de 2016, de <http://www.cnnexpansion.com/economia/2015/07/24/canasta-basica-inalcanzable-para-24-millones-de-mexicanos&sj=ALT001>
6. Mares, M. A. (14 de 08 de 2014). <http://www.marcomares.com.mx>. Recuperado el 23 de 12 de 2015, de <http://www.marcomares.com.mx/?p=19165>
7. Morales, I. (2000). *Globalización y regionalización. Hacia la construcción y gestión de un nuevo orden jurídico económico Internacional*. México: Trillas.
8. Palacios Alcocer, M. (2000). *El Régimen de Garantías Sociales en el Constitucionalismo Mexicano*. México: UNAM.
9. PNI. (01 de 12 de 2011). <http://www.economia.gob.mx>. Obtenido de http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/innovacion/Programa_Nacional_de_Innovacion.pdf
10. Profeco, g. (25 de 12 de 2015). <http://elinpc.com.mx>. Recuperado el 02 de 01 de 2016, de <http://elinpc.com.mx/canasta-basica-mexicana/>
11. Rodríguez Fernández, E. (2006). Estudios de los derechos sociales y económicos de México. *Seminario internacional sobre los derechos económicos, sociales y culturales*, 18-19.
12. Zorrilla Arena, S. .: (2005). *Diccionario de Economía*. Mexico: Limusa.

