

**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



**No.53**  
**Marzo 2013**



# ***Nousitz***

**REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

**ACCIONES EDUCATIVAS EN UN  
CONTEXTO SOCIOFORMATIVO.**

**CUBIERTAS ECONÓMICAS PARA  
EDIFICACIONES DE INTERÉS SOCIAL,  
MEDIANTE AUTOCONSTRUCCIÓN  
APLICANDO EL SISTEMA B Y V  
(Bóveda y Viga).**

**OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES  
Y TIEMPO DE SECADO EN APIS  
MANUFACTURADOS EN UQUIFA  
MÉXICO.**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE ZACATEPEC**

ISSN No. 1405-9967  
Certificado de Licitud de Título No. 11163  
Certificado de Licitud de Contenido No. 7794  
Que otorga la comisión calificadora de publicaciones  
y revistas ilustradas de la Secretaría de Gobernación.  
Reserva 04-2005-091915321800-102



**Nousitz**

**Marzo-2013**

## **DIRECTORIO**

**Ing. Roberto Ortiz Delgadillo.**

**DIRECTOR.**

MC. Yolanda Figueroa Ocampo.  
SUBDIRECTORA DE PLANEACIÓN.

Dr. Miguel Ángel Chagolla Gaona.  
SUBDIRECTOR ACADÉMICO.

MARH. Rogaciano Velázquez Vázquez.  
SUBDIRECTOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS.

Ing. Alma Lilly Nava Sedano.  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN.

C. Eduardo Vázquez Aranda.  
JEFE DE LA OFICINA DE DIFUSIÓN ESCRITA.

Lic. Celerino Alonso Nájera.  
ENCARGADO DE LA OFICINA DE DIFUSIÓN AUDIOVISUAL.

C. Arturo Fernández Ortiz.  
ENCARGADO DE LA OFICINA DE EDITORIAL DEL ITZ.

C. Susana Castro Martínez.  
SECRETARIA.

C. Jesús Basilio Castrejón Cortez.  
AUXILIAR ADMINISTRATIVO.

Dr. Rene Salgado Delgado.  
COORDINADOR TÉCNICO DE  
LA REVISTA NOUSITZ.

REVISTA ARBITRADA  
Tiraje 250 ejemplares Distribución Gratuita.

## **CONSEJO EDITORIAL**

Ing. Roberto Ortiz Delgadillo  
DIRECTOR DEL PLANTEL

Dr. Miguel Ángel Chagolla Gaona  
SECRETARIO ACADÉMICO

MC. Yolanda Figueroa Ocampo  
SECRETARIA DE RELACIONES  
INTERNAS Y EXTERNAS

MARH. Rogaciano Velázquez Vázquez  
SECRETARIO DE FINANZAS  
Y COMERCIALIZACIÓN

MARH. María Del Rocío Ramírez Miranda  
SECRETARIA TÉCNICO

Ing. Alma Lilly Nava Sedano  
JEFA DE INFORMACIÓN

C. Eduardo Vázquez Aranda  
JEFE DE EDICIÓN Y PRODUCCIÓN

Lic. Venancio Barcenás Martínez  
JEFE DE EDICIÓN DIGITAL

Ing. Narda Martínez García  
JEFA DE RESGUARDO Y DISTRIBUCIÓN  
DE PUBLICACIONES.

### **ASESORES.**

DR. EDGAR GARCÍA HERNÁNDEZ  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
DR. FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ CAMPOS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
DR. FRANCISCO JAVIER CARTUJANO ESCOBAR  
DEPTO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN  
ING. RICARDO RODRÍGUEZ ROBLEDO  
DEPTO. DE METAL-MECANICA  
DR. JOSÉ LUIS CORONEL TRUJILLO  
DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DR. RENE SALGADO DELGADO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
ING. RODOLFO LÓPEZ BAILÓN  
DEPTO. DE QUÍMICA - BIOQUÍMICA  
DRA. ANA CELIA CAMPOS HERNÁNDEZ  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
M.C. ÁNGEL SANDOVAL JACOBO  
DEPTO. CIENCIAS BÁSICAS  
DRA. MINERVA GUADALUPE VARGAS VEGA  
POSGRADO DE METAL-MECANICA  
ING. CLAUDIA BARRETO CABRERA  
DEPTO. DE ING. INDUSTRIAL  
ING. CLAUDIA NOGUERÓN GONZÁLEZ  
INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN  
MARH. ROBERTO YÁÑEZ HERNÁNDEZ  
CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS  
LIC. BLANCA NIEVES CABRERA LÓPEZ  
CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS



# ÍNDICE

|   | PAG.  |
|---|-------|
| <b>ACCIONES EDUCATIVAS EN UN CONTEXTO SOCIOFORMATIVO</b><br>Dra. Ana Celia Campos Hdez., Dra. Clara Regina Moncada Andino.,*<br>MARH. Ma. Guadalupe Botello Uribe.          | 4-16  |
| <b>CUBIERTAS ECONÓMICAS PARA EDIFICACIONES DE INTERÉS SOCIAL, MEDIANTE AUTOCONSTRUCCIÓN APLICANDO EL SISTEMA B y V (Bóveda y Viga)</b><br>Rogelio Salas Martínez.           | 17-42 |
| <b>OPTIMIZACION DE OPERACIONES Y TIEMPO DE SECADO EN APIS MANUFACTURADOS EN UQUIFA MÉXICO</b><br>Diana Gabriela Muñoz Dávila, Leonel Gutiérrez Uribe*, Suani Velázquez Cruz | 43-61 |



## ACCIONES EDUCATIVAS EN UN CONTEXTO SOCIOFORMATIVO

Dra. Ana Celia Campos Hdez.<sup>1</sup> Dra. Clara Regina Moncada Andino.<sup>1\*</sup> MARH. Ma. Guadalupe Botello Uribe<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias Básicas; clara\_moncada@hotmail.com.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Económico-Administrativo.

Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, C.P. 62780.

### RESUMEN

Es una necesidad para el docente del siglo XXI, la toma de conciencia de su rol y las implicaciones de éste en el contexto de su quehacer dentro del proceso educativo. Las acciones pedagógicas y didácticas, con que implemente contenidos para la formación integral del ser humano como ciudadano y profesional, deben ir de acuerdo a las exigencias de la sociedad globalizada, los cambios organizacionales, los modos de producción, la telemática, la sustentabilidad; elementos que caracterizan al mundo de hoy, de conformidad con los saberes de la educación: saber, saber hacer, saber ser, saber transferir, saber convivir; que hacen de la persona, un ser humano competente, a través de las transformaciones de reforma del modelo educativo, logrando a través del tiempo, se aprenda por proyectos integradores.

**Palabras clave:** Modelo educativo, Competencias, Proceso educativo, Proyecto integrador.

### ABSTRACT

It is a necessity for the XXI century teacher, awareness of their role and the implications of this in the context of his work in the educational process. Pedagogical and didactic actions, with content that implements the formation of the human being as a citizen and

professional, must be according to the demands of a globalized society, organizational changes, production methods, telematics, sustainability, elements that characterize the world today, according to the knowledge of education: to know, know-how, knowledge attitudes, to know transferring, how to live, that make the person, a competent human being, through the reform model transformations education, achieving over time, you learn by integrating projects.

**Keywords:** Educational model, Competences, Educational process, Integration project.

### 1. INTRODUCCIÓN

La renovación docente es el punto de partida para que ocurran los cambios de actualización en un modelo educativo y a su vez del cual se debe de partir. De momento el modelo que impera en el entorno como a nivel global es por competencias, del cual hay diversidad de enfoques y en este artículo se puntualiza el enfoque socioformativo.

Cada modelo educativo se soporta en un enfoque en particular o una combinación de varios, una reseña de éstos se presenta en la tabla 1, señalando su énfasis, desempeño y estructura del diseño.

Tabla 1: Enfoques actuales de modelos educativos [13]

| Enfoques actuales | Énfasis            | Desempeño                | Diseño                            |
|-------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Conductual        | La organización.   | Dinámica organizacional. | Responde a la organización.       |
| Funcional         | Contexto exterior. | Formalismo.              | Responde a la demanda laboral.    |
| Constructor       | Procesos.          | Relación organizacional. | Busca situaciones significativas. |

|                |  |                                |                                  |
|----------------|--|--------------------------------|----------------------------------|
| Socioformativo | Argumentación, interpretación y resolución de problemas. | Relación con compromiso ético. | Implementa proyectos formativos. |
|----------------|--|--------------------------------|----------------------------------|

Es necesario señalar los enfoques, por la trascendencia que uno a otro se da en la línea del tiempo hasta llegar al modelo por competencias con un enfoque socioformativo que además de buscar que se sepa razonar para saber pensar, también busca el empoderamiento de saberes en la formación integral y ética del ser humano, en las dimensiones cognitivas, epistemológica, didáctica y social, a través de situaciones de aprendizaje dadas en un contexto real o simulado [5].

Lo anterior conforma el marco teórico de los proyectos formativo e integradores del proceso educativo por competencias con enfoque socioformativo, mediante una concatenación de acciones finitas, bien estructuradas que lleven al logro del aprendizaje de la competencia.

El docente busca que el sujeto del aprendizaje, logre gracias al conocimiento, representar una problemática de la realidad, e inferir al respecto con soluciones viables probables, sujetas a mejora de acuerdo a la diversidad de situaciones que se pudieran generar de esa misma problemática.

Es por ello que el docente de este siglo requiere identificar tanto los retos y demandas del entorno como los paradigmas de la educación, que determinan e influyen en los requerimientos y características del sistema educativo del siglo XXI, para definir las nuevas habilidades y competencias que tanto él como los estudiantes requieren [7].

Las características de los estudiantes variarán de acuerdo a sus experiencias previas, género y personalidad y a sus diferentes estilos, tanto cognitivos como de aprendizaje. Esto genera diferentes formas de aprender que requieren de una conciencia clara de roles: del docente y del estudiante, que conlleva a una nueva planeación del aprendizaje, considerando en ella, las inteligencias múltiples [6] (espacial, lógica matemática, lingüística, cinestésica, intrapersonal, interpersonal, musical, naturalista, [1]) de los discentes.

## **2. EXPERIMENTAL**

### **2. Acciones educativas.**

Algunas de las acciones relevantes consideradas en este artículo se enmarcan en: el diseño del trabajo docente, la creatividad, el aprendizaje colaborativo, el proceso de aprender a aprender, la evaluación, los valores, el proceso de enseñanza-aprendizaje, la práctica docente, desde el enfoque socioformativo hasta el pensamiento complejo, utilizando como medio el proyecto integrador; dando una descripción breve a continuación de éste planteamiento [10].

#### **2.1 Diseño del trabajo docente.**

Comprende componentes estructurales internos y externos. Los internos se integran por los resultados del aprendizaje, la evaluación, el contenido y las estrategias de aprendizaje. Los externos consideran fuentes socioculturales, pedagógicas, psicológicas, epistemológicas.

#### **2.2 La creatividad.**

Se explica a través de diversas apreciaciones; se refleja a través de diferentes perfiles; se ve influencia por la neurociencia; puede desarrollarse en el sector educativo mediante técnicas para desarrollar los rasgos del pensamiento creativo.

Vale resaltar que se va hacia una sociedad del autoaprendizaje generalizado, capaz de generar una democracia del conocimiento, ya que se aprende en todos lados, especialmente en los espacios informales e híbridos (tecnología Gutenberg y digital), medios de la creatividad que conllevan por camino hacia el futuro de una pedagogía molecular [11].

### **2.3 El aprendizaje colaborativo.**

Puede promoverse a través de estrategias y técnicas tales como: el trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje orientado a proyectos, método de casos. A partir de las propias características de cada uno de ellos y del tipo de contenido en estudio o discusión. La inteligencia emocional, juega un rol importante en el éxito de este aprendizaje [8].

### **2.4 El proceso de aprender a aprender.**

Es necesario para el desarrollo intelectual. Se describe a partir de diversas apreciaciones sobre el aprendizaje. Se puede desarrollar a través de estrategias que pueden ser: programas de inteligencia, proceso básico del pensamiento, lectura crítica, organizadores de información. Participan en su desarrollo la escuela y el docente.

En cuanto al proceso de pensamiento, se considera el básico y el integrado. El básico parte de la observación, comparación y reflexión, ahí se hace una clasificación y ordenamiento hasta jerarquizar. La etapa del proceso de pensamiento integrado hace un análisis, luego una síntesis, cerrando con una evaluación o valoración para tomar decisiones, como efecto último de la causa inicial del proceso de pensamiento. Para una mejor visualización, ver la figura 1.



Figura 1: Proceso básico del pensamiento (elaboración propia)

## 2.5 La evaluación.

Requiere de una nueva concepción, a través de enfoques integrales y holísticos, utilizando técnicas de expresión gráfica, escrita, oral, otras donde se valida el desempeño y la técnica del portafolio.

En este proceso de evaluación, se valoran contenidos y valores de la actuación del saber ser, por lo que para su conocimiento y desarrollo se debe comprender su: conceptualización, clasificación, jerarquización, métodos diferentes para su implementación y transmisión, y su trascendencia.

El rol que desempeña la ruta formativa cierra, de manera estratégica, con herramientas de evaluación idóneas a los enfoques que se hayan utilizado en el proceso de evaluación integral: diagnóstica, formativa, sumativa [3].

## **2.6 El proceso de enseñanza-aprendizaje.**

Debe contar con actividades educativas que permitan la experimentación y la práctica, de preferencia que la evaluación formativa y sumativa vayan de la mano, apoyadas por una diversidad de medios, abriendo oportunidad de diversos escenarios de aprendizaje, y que pueden ir desde [12]:

- a) la observación del entorno y la experimentación con recursos naturales y del medio circundante, tales como: museos, campo, parques, fenómenos naturales, recursos naturales;
- b) el uso de infraestructura y equipo de apoyo, tales como: laboratorio, proyector de acetatos, cañón, videos;
- c) el uso de tecnología informática, tales como: internet, multimedia, teleconferencias, transmisiones satelitales.

## **2.7 La práctica docente.**

Requiere mantenerse en constante evaluación y mejora a través de diferentes herramientas y métodos de evaluación, que permitan mejorar: su desempeño, los resultados de aprendizaje de sus estudiantes, los programas que imparte, la institución en la que trabaja... buscando con esto comprender la realidad desde todas las perspectivas posibles, mediante el entendimiento transdisciplinal que profesa el pensamiento complejo [9].

Esta renovación de la práctica docente vía el pensamiento complejo conlleva:

- ◆ la obtención de información;
- ◆ ejercicio de interiorización;
- ◆ simulación y análisis;
- ◆ solución de problemas;

- ◆ diseño y construcción de modelos;
- ◆ práctica en situaciones reales;
- ◆ generalización de innovación.

Y este proceso sistémico, enriquece de continuo la práctica docente como un todo, donde la actitud del docente es clave para esa renovación continua que va de la persona, vinculada con el proceso educativo, el proceso docente educativo que contiene al proceso enseñanza-aprendizaje, el proceso pedagógico, en un proyecto integral y ético de formación y de vida [2].

### 3. RESULTADOS

#### 3. Proceso de acciones integradas.

Las acciones integradoras cimientan competencias, es un ciclo procesal como se visualiza en la figura 2.



Figura 2: Proceso de acciones integradas (elaboración propia)

Pero para estas acciones educativas, la actitud del docente es esencial para que sea posible una verdadera renovación, ya que el docente toma conciencia de sus saberes y no saberes.



Figura 3: Las acciones dependen de la actitud (elaboración propia)

### 3.1 Proyecto integrador (PI)

Llevar a converger las acciones educativas en el proyecto integrador [5] lleva el proceso de aprender a su nivel de integración, ya que va del análisis a la síntesis de la situación de aprendizaje o problema.

Entre algunas de las fortalezas del proyecto integrador está su carácter disciplinario e interdisciplinario, al enfocar la solución de una situación de aprendizaje o problemas de una o varias disciplinas. En la siguiente figura se esquematiza este ciclo convergente.

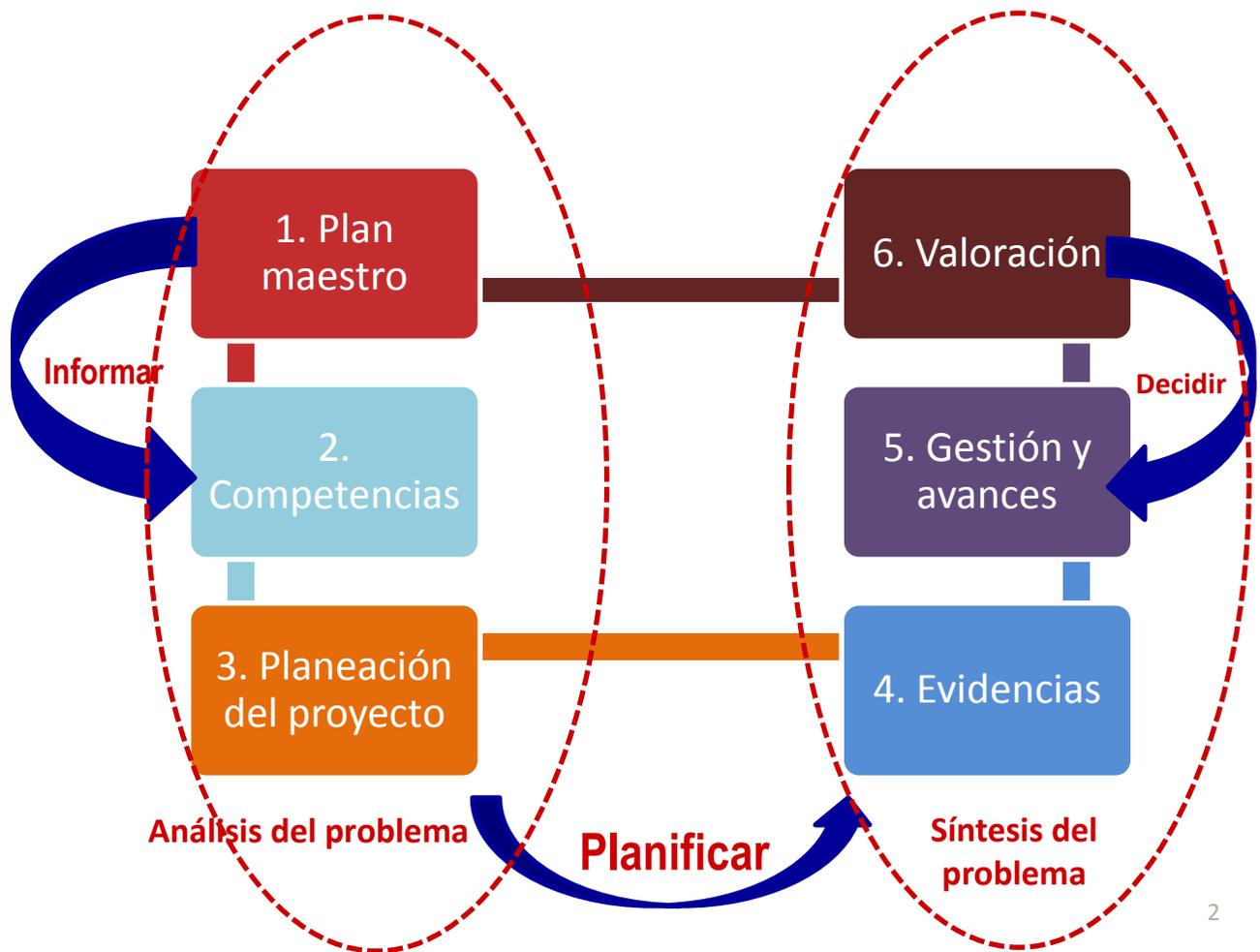


Figura 4: Ciclo de convergencia para planificar el proyecto integrador (elaboración propia)

De acuerdo a García Fraile (2012), entre los diferentes enfoques, el proyecto integrador tiene cualidades tales como:

- ✓ generar procesos de investigación a partir de resolver un problema durante un proyecto;
- ✓ permite la continua evaluación formativa y coevaluación respecto a tareas asignadas;
- ✓ en su dimensión transversal, incluye a las tecnologías de la información y comunicación como apoyo al aprendizaje;

- ✓ activa la vinculación de recursos actitudinales, procedimentales y cognitivos, en tareas aplicadas al contexto real cotidiano.

Aprender investigando a través del proyecto integrador, buscando socializarlo, conserva el método científico, sea deductivo o inductivo, como se represente en la figura 5.



Figura 5: Deductivo – Método Científico - Inductivo (elaboración propia)

Manteniendo presente la misión del proyecto integrador, se consolida la educación socioformativa, partiendo de: constatar el nivel de logro alcanzado en el PI, comparar resultados con los de otros PI, compartir la experiencia del PI, redactar un breve informe tras revisar experiencia con el PI; como proyecto integral y ético de vida.

Es de esta manera, cómo las acciones educativas culminan exitosamente, cerrando el ciclo sistémico con la implementación del proyecto integrador.

#### 4. CONCLUSIONES.

- ❖ El enfoque socioformativo de este trabajo se basa en los planteamientos, que a través de sus publicaciones y conferencias, hace García Fraile y autores colaboradores.
- ❖ Las acciones educativas consolidan el todo integrador que estructura desde la secuencia didáctica, la ruta formativa, la planeación, uso de estrategias y proceso de evaluación que el docente implementa a través del proceso educativo.
- ❖ Las acciones educativas conlleva herramientas, recursos, contenidos, aspectos epistemológicos, pedagógicos y didácticos, desde una perspectiva científico-investigativa.
- ❖ Los criterios de evaluación son el motor que vitaliza el proceso de las acciones educativas del enfoque socioformativo, culminando en un proyecto integrador.
- ❖ El logro de competencia vía la metacognición, es un camino asertivo para el proceso y gestión de las acciones educativas, donde la buena actitud por parte del docente, es más que necesaria.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Armstrong, T. (2007). *“Las inteligencias múltiples en el aula”*. Editorial Manantial. Argentina.
- [2] Cury, A. (2004). *“Padres brillantes, profesores fascinantes”*. Editorial Grijalbo. México.
- [3] Frade, L. (2009). *“Inteligencia educativa”*. Editorial Inteligencia educativa. México.
- [4] García Fraile, J.A. et al. (2012). *“Gestión curricular por competencias en la educación media y superior”*. Editorial GAFRA. México.
- [5] García Fraile, J.A. et al. (2012). *“El proyecto integrador”*. Editorial GAFRA. México.
- [6] Gardner, H. (2005). *“Las cinco mentes del futuro”*. Editorial Paidós. España.
- [7] Gimeno Sacristán, J. (1999). *“Poderes inestables en educación”*. Editorial Morata. España.
- [8] Goleman, D. (2003). *“La inteligencia emocional”*. Editorial Vergara. México.
- [9] Morín, E. (1990-2000). *“El pensamiento complejo y los siete saberes necesarios para la educación del futuro”*. UNESCO. USA-Ginebra. Síntesis tomada el 30 de Enero del 2012 de

<http://www.gestiopolis.com/organizacion-talento-2/pensamiento-complejo-edgar-morin-saberes-necesarios-educacion-futuro.htm>

[10] Pimienta, J (2012). *“Las competencias en la docencia universitaria”*. Editorial Pearson. México.

[11] Piscitelli, A. (2002). *“Ciberculturas 2.0”*. Editorial Paidós. Argentina.

[12] Ponce, M. (2010). *“Cómo enseñar mejor”*. Editorial Paidós. México.

[13] Tobón Tobón, S., García Fraile, J. A. (2010). *“Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias”*. Editorial Pearson. México.



**CUBIERTAS ECONÓMICAS PARA  
EDIFICACIONES DE INTERÉS  
SOCIAL, MEDIANTE  
AUTOCONSTRUCCIÓN APLICANDO  
EL SISTEMA B y V (Bóveda y Viga)**

Rogelio Salas Martínez.

Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ciencias de la Tierra, Ingeniería Civil. Línea de Investigación “Desarrollo de Proyectos Sustentables”. Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, C.P. 62780, [rsalasma@hotmail.com](mailto:rsalasma@hotmail.com)

## RESUMEN

Proveer vivienda digna a toda la población ha sido en todas las épocas un problema humano difícil de resolver. En México los gobiernos federal y estatal han dedicado gran cantidad de recursos para resolverlo, pero con el aumento constante de población, todos los intentos han sido rebasados por la realidad. Lo anterior nos lleva a la búsqueda y propuesta de soluciones que vayan aparejadas con una cultura de la autoconstrucción, es decir que las propuestas deben incluir a los usuarios como parte de la solución con el objeto de abatir costos, y estará enfocada principalmente hacia la población de escasos recursos. Atendiendo a los censos de población y vivienda del INEGI, los tipos de cubiertas más utilizados en el estado de Morelos son los siguientes: Lámina de cartón 13%, Lámina metálica y/o de asbesto 30% y Losa plana de concreto 54% mas 3% otros, de los sistemas mencionados el que ofrece mejores condiciones de seguridad y durabilidad es la losa plana, pero su costo es considerablemente más elevado que los demás tipos de techumbre y por ello no toda la población puede usar está cubierta. Se han realizado investigaciones con el fin de desarrollar sistemas de autoconstrucción a base de elementos prefabricados a pie de obra. Los resultados permitieron la modelación de varios prototipos y la verificación de su seguridad, aunque desafortunadamente no resultaron ser suficientemente prácticos ni económicos para que el usuario los aceptara totalmente. A pesar de todo, las investigaciones han continuado y es por eso que atendiendo a los antecedentes expuestos y conscientes de la necesidad de contribuir en la solución de este problema, en el Instituto Tecnológico de Zacatepec se ha desarrollado un

proyecto, pensado en función de la participación del usuario final mediante un programa asesoría-enseñanza (que se puede realizar como servicio social) para la manufactura y colocación de los elementos estructurales que conformaran las cubiertas, mediante la colocación de viguetas y bóvedas prefabricadas a pie de obra, utilizando para ello agregados comunes de la región, Cemento Portland y Varilla de acero corrugado o con Armazones prefabricados. Con el sistema que se propone no se requerirá: 1.- El uso de cimbra; 2.- Colado necesariamente continuo ni; 3.-Mano de obra especializada.

**Palabras clave:** Cubiertas económicas, bóveda, viga, vigueta

#### **ABSTRACT**

In México, as in any part of the countries of the third world, the need for housing has been and is a necessity which calls for immediate response. Big plans and programs of solution have been proposed, without achieving the objectives raised, considering the enormous needs. This is why we should break down the programs and solution projects in staggered form and with the participation of the possible beneficiaries. For such a motive in the department of earth sciences of the technological institute of Zacatepec, has developed the project economic decks for building of social interest, by applying the construction system B and V (vault and beam), with which (whom) one tries to support the families that only have managed to raise its housing up to the walls enrace, and since it is a big number of them if they form small cooperatives they will be able to achieve its targets.

## 1. INTRODUCCIÓN

Al aceptar el reto de ayudar a proveer vivienda digna a familias de escasos recursos, nos lleva a plantear propuestas racionales de solución mediante tecnologías alternas las cuales, deben ir aparejadas con una cultura de la construcción mediante la participación directa de los futuros usuarios, es decir que las soluciones deben ser tales, en donde se incluya a los usuarios como parte de la solución, y está enfocada hacia el grueso de la población (en su mayoría de escasos recursos económicos), la cual en un gran porcentaje, no goza de los "beneficios" que pudieran obtenerse al ser empleados de empresas que entre sus prestaciones incluyan el otorgamiento de vivienda. Esto nos obliga a ser más participativos con soluciones prácticas y viables en donde se proponga la organización de grupos colectivos de trabajo, es decir, pequeñas cooperativas de autoconstrucción, que permitan el abatimiento de costos en mano de obra. Para dejar patente la justificación del proyecto que se propone, se investigaron las tendencias constructivas de las cubiertas o techumbres más utilizadas por la población del estado de Morelos y de acuerdo con los últimos censos de población y vivienda del **INEGI**, los tipos de cubierta más utilizados en el estado de Morelos (en números redondos) son aproximadamente los siguientes: Lámina de cartón 13%; Lámina de asbesto y/o metálica 30%; Losa plana de concreto 54% y 04% otros no especificados, de los sistemas mencionados (Los datos estadísticos completos, se muestran en la Figura 1). Y de estos, el que ofrece mejores condiciones de servicio en cuanto a seguridad y durabilidad es la losa plana de concreto, pero debido a sus características y requerimientos para su hechura (uso de cimbra, colado continuo, mano de obra especializada, etc.) su costo es considerablemente más elevado que los demás tipos de techumbre y por esto no toda la población tiene la posibilidad de utilizar este tipo de cubierta en su vivienda.

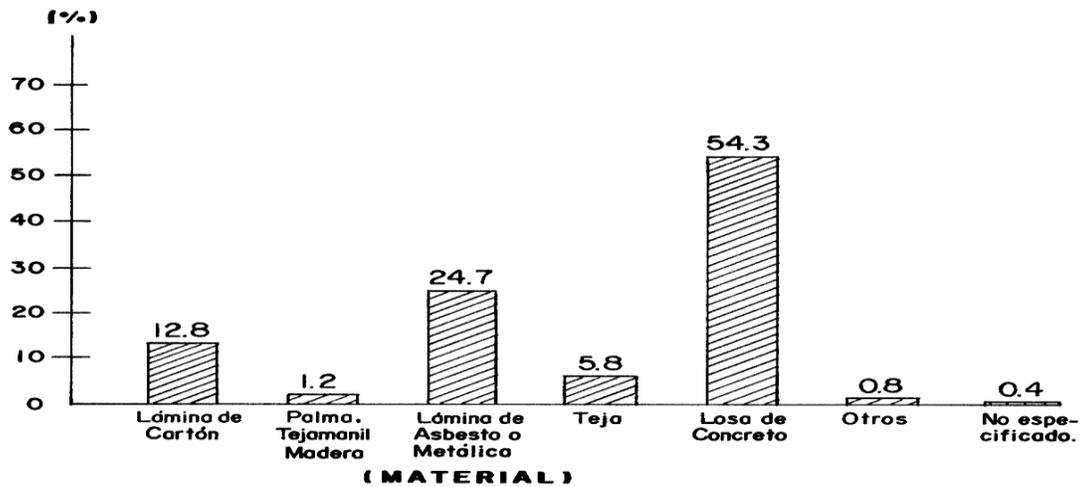


Figura 1, en la cual se muestran los datos estadísticos de INEG con los diferentes tipos de cubierta utilizados en el estado de Morelos.

Esto último lo podemos constatar directamente, observando en las colonias populares el gran número de viviendas que se han construido hasta el enrase de muros, dejándolas un largo tiempo sin el colado de la losa, debido a la gran inversión que se tiene que hacer en la compra de los diferentes materiales, cimbrado, así como en la mano de obra de albañilería.

## 2. EXPERIMENTAL

**Metodología.-** Por lo tanto, dadas las carencias económicas de la población en nuestro país y principalmente en nuestro estado de Morelos, las investigaciones para buscar abatir este problema mediante la aplicación de tecnologías alternas han continuado, y es por eso que atendiendo a los antecedentes expuestos y conscientes de la necesidad de contribuir en la solución de problemas de nuestro país, en el Instituto Tecnológico de Zacatepec hemos desarrollado el presente proyecto, pensado en función de la participación del usuario final mediante un programa asesoría-enseñanza (como servicio social) para la manufactura y colocación de los elementos estructurales que conformaran las cubiertas de entrepisos y azoteas de las habitaciones, mediante la colocación de viguetas y bóvedas prefabricadas a pie de obra, utilizando

para ello materiales comunes que se puedan conseguir fácilmente como son: Cemento Portland, Varilla corrugada de acero o armazones (Armex prefabricados) y agregados pétreos de la región, (Arena y Grava ligera, de preferencia de Atlacholoaya).

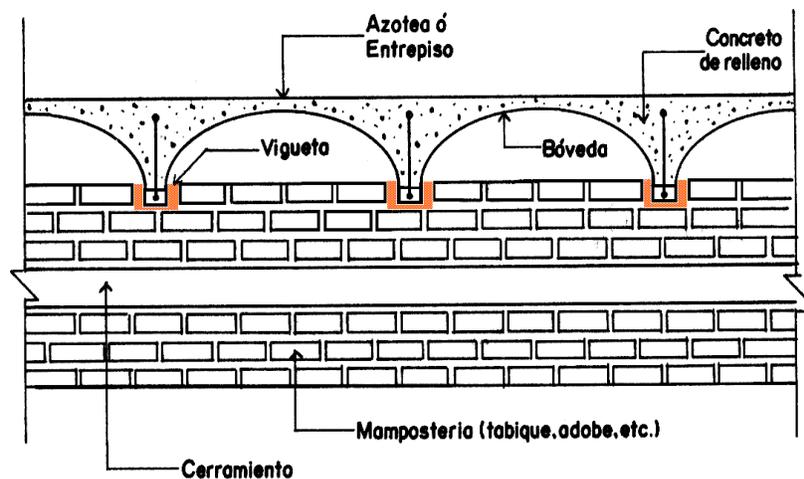


Figura 2.- Aquí podemos observar la facilidad de colocación y amacizado de las viguetas sobre los muros de tabique o bloc, pudiéndose también hacerlo sobre muros de adobe.

Con el sistema propuesto no se requerirá de cimbra; colado continuo; ni mano de obra especializada. De acuerdo con lo anterior este procedimiento por su economía puede ahorrarle al usuario hasta un 40% del costo de la cubierta en caso de que sustituya a una tradicional losa plana de concreto armado.

Podemos resumir las características del sistema propuesto en los siguientes puntos:

- Menor costo con respecto a la losa plana y el mismo servicio
- Tecnología sencilla
- Seguridad
- Durabilidad
- Habitabilidad
- Elementos ligeros y manejables
- Estética Arquitectónica
- Construcción Paulatina

El conjunto que se logra mediante la utilización de viguetas (que pueden ser pre-coladas con mortero o de canaletas metálicas punteadas espalda-espalda) y bóvedas prefabricadas, tienen como base de diseño un trabajo mecánico muy simple, para su análisis se considera que la carga del conjunto la reciben las viguetas al trabajar siempre la estructura como cubierta apoyada en un solo sentido.

El proceso constructivo tanto de la bóveda semielíptica de concreto ligero reforzado con malla electrosoldada y el de las viguetas armadas con varillas comerciales se describen a continuación:

**Bóveda Semi-elíptica.**- La bóveda semielíptica cuya función principal es la de transmitir la carga hacia las viguetas de soporte, además de servir como "cimbra muerta" a la cubierta, se fabrica utilizando un armado de malla electrosoldada (la utilizada para reforzar pisos) en una capa de 50 x 110 cm, el espesor de la pieza será de 3 cm.

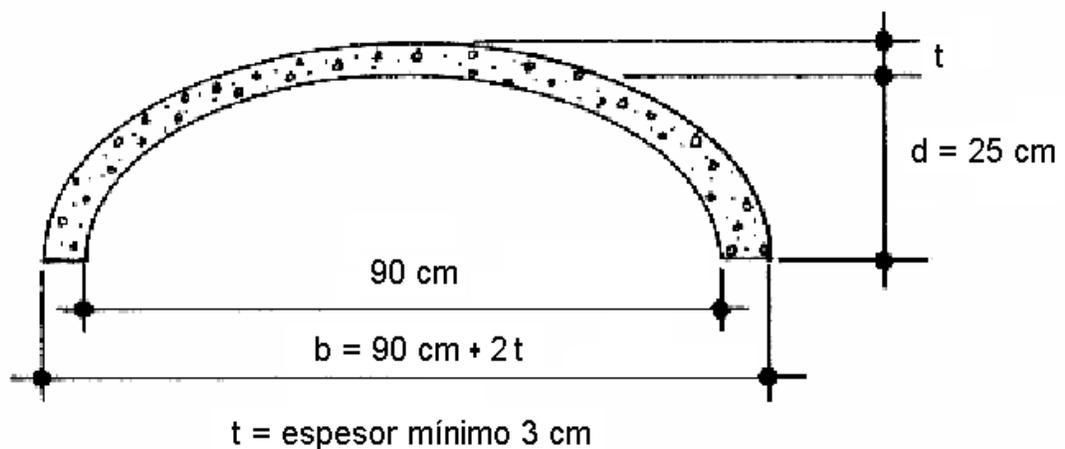


Figura 3.- Aquí podemos observar una bóveda en sección transversal su dimensión longitudinal es de 50 cm, con un peso de aproximadamente 35 kg, lo cual facilita su manejo y colocación.

Cuando se utilice agregado grueso con tamaño máximo de 3/8" (9.5 mm). Se colarán sobre el molde previamente fabricado, por medios manuales con el proceso de concreto lanzado, compactándolas con un pisón de madera para darle más consistencia. La revoltura para las bóvedas se hará con grava de 5 a 10 mm de espesor (de preferencia sello de las minas de Atlacholoaya) y arena gruesa, utilizando la proporción 1:2:2.5, lo que nos da un concreto con resistencia de aproximadamente  $f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$  con el cuál se pueden obtener 10 bóvedas por bulto de cemento de 50 Kg, teniendo el cuidado de dejar las piezas en el molde cuando menos un tiempo de 24 horas y después de ser levantadas se curarán en las estivas con humedad constante (riego directo) con un tiempo mínimo de 7 días y una vez que la pieza ha fraguado, su peso en estado seco, será de aproximadamente 35 Kg.

**Vigueta.-** Aunque existen en el mercado una gran variedad de viguetas prefabricadas que pueden resolver nuestras necesidades, en este caso el acarreo es de bajo costo siempre y cuando la compra de estos elementos se requiera dentro de un volumen comercial, pero como la proposición de este proyecto es la economía mediante la participación del usuario a través de una construcción paulatina acorde con sus posibilidades económicas.

A continuación se ilustra en la Figura 4, el proceso constructivo el cual se inicia con la manufactura del armazón de la vigueta utilizando acero comercial de  $f_s = 2,530 \text{ kg / cm}^2$ , con la unión de dos varillas paralelas de 3/8" (95 mm), a una distancia entre sí de 30 cm mediante una celosía en forma de gusano también hecha con varilla de 3/8", uniéndolas entre sí con alambre recocado, acción que es recomendable hacerlo mejor mediante punteo con una planta de soldar, con esto se logrará mayor rigidez para su manejabilidad.

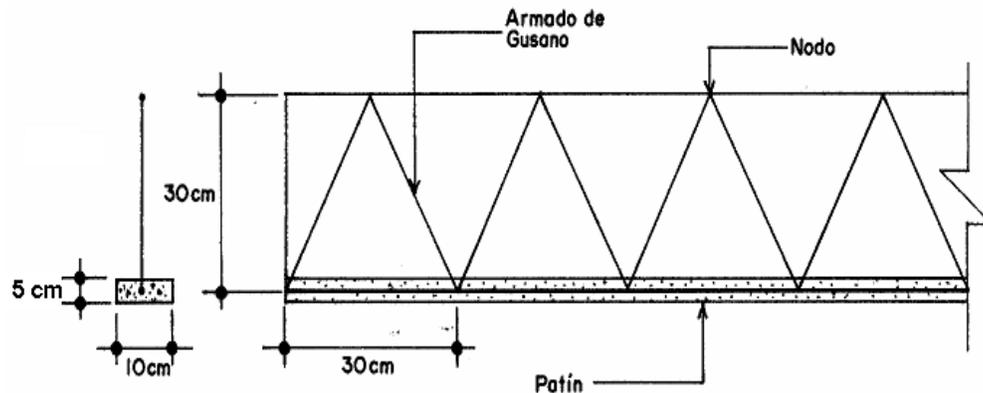


Figura 4.- Aquí podemos observar una vigueta en sección transversal y longitudinal, su dimensión longitudinal será la distancia entre apoyos, con un peso de aproximadamente 10 kg-metro, lo cual también facilita su manejo y colocación.

Posteriormente, una de las varillas longitudinales (la que quedará en el lecho bajo) se refuerza transversalmente mediante un tramo de malla electrosoldada o con pedazos de alambión, que servirá para reforzar el patín a cortante. El colado del patín se efectúa en el piso y sus dimensiones son 10 cm de ancho por  $\pm 5$  cm de altura. También se pueden habilitar mediante el uso de armazones comerciales para vigueta o utilizando armazones comerciales para cadena.

**Colocación y Colado.-** El procedimiento de colocación de viguetas y bóvedas lo pueden realizar dos personas no especializadas, dado que consiste en el simple hecho de asentar las viguetas sobre los muros o sobre el cerramiento de ventanas, fijando éstas con un poco de mortero cemento-arena proporción 1:4 a una distancia fija de 100 cm entre ejes o de 90 cm entre paños interiores, en este caso se recomienda la utilizando un escantillón para mantener la distancia correcta. Las viguetas se van amacizando dentro de los machinales que se dejaron en las últimas hiladas de tabique. Después de fijar las viguetas se procede a subir y colocar las bóvedas, amacizándolas en su lugar con mortero 1:4 que se aplica entre el patín de la vigueta y el arranque de la bóveda. Finalmente

una vez terminada la colocación y amacizado de las bóvedas se procede a rellenar los huecos hasta lograr un enrase con nivel mínimo de 3 cm por encima de la parte más alta de las bóvedas. Aquí cabe recomendar que si la cubierta está destinada a utilizarse en azotea se recomienda la colocación de malla electrosoldada en la parte superior para evitar las posibles fisuras provocadas por cambios de temperatura, empleando para ello la malla de menor calibre.

La revisión estructural se realizó de acuerdo a las normas establecidas por el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas Técnicas complementarias en base a la "Teoría Elástica" por considerar que las cubiertas las construirán los usuarios mediante el sistema de "Autoconstrucción", y que no se tendrá un control absoluto en cuanto a la dosificación, manejo y colocación del concreto. Se hace notar que el agregado grueso a utilizar será grava vesicular de Atlacholoaya, haciendo la recomendación que para cada región del país se utilicen de preferencia los materiales más ligeros, pero que cubran las especificaciones de calidad para lograr la resistencia definida para el concreto. En el último de los casos se utilizará grava caliza triturada con un mayor peso específico y costo.

**Resultados.-** Esta cubierta se propone para ser utilizada en viviendas para familias de escasos recursos económicos, sin embargo los claros analizados van de los 3.00 a los 7.00 m, siendo éste el mayor claro construido hasta la fecha. Se realizó además un análisis comparativo con respecto a la losa plana donde se nota claramente el ahorro de material.

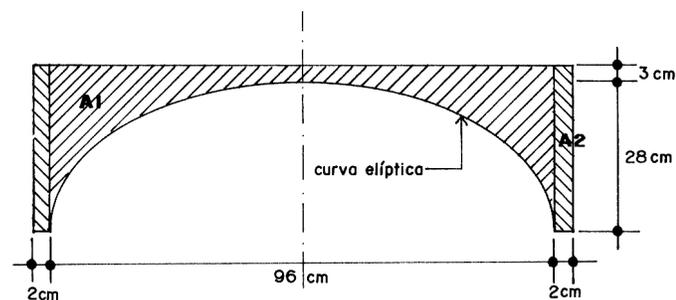


Figura 5.- Aquí podemos observar los volúmenes de material que se requieren para fijación definitiva y cómo podemos observar los volúmenes son mínimos por ser una curva semielíptica, comparados con una curva de medio círculo ó de medio punto.

**Diseño.-** El sistema Bóveda-Vigueta al estar conformado por elementos prefabricados que se colocan en forma tal que sus apoyos quedan siempre sobre el claro corto de la habitación, permite que sus análisis y diseño sea similar al de una viga "T" con carga uniforme distribuida, en los anexos se incluye el estudio estructural para el sistema propuesto.

**Deflexiones.-** El control de las deflexiones tiene como propósito evitar agrietamientos, descuadres y problemas de drenaje cuando la cubierta es de azotea, además las deflexiones demasiado evidentes aún cuando no sean peligrosas provocan una sensación de inseguridad en el usuario, es por esto que se determinaron las deflexiones y se compararon con los límites establecidos por el Reglamento del Distrito Federal, con lo que se comprobó su buen funcionamiento.



Figura 6.- Aquí podemos constatar el trabajo mecánico de empuje horizontal de la bóveda, equilibrándose entre sí una vez colocada y amacizada con el colado definitivo.

En general podemos decir que tanto la losa plana como el sistema vigueta-bóveda al estar hechos de concreto tienen la misma durabilidad, sin embargo la losa plana tiene la desventaja de que al incrementarse los claros su tendencia a deflectarse (colgarse o flecharse) es mayor por lo que su peralte deberá incrementarse o reforzarse con vigas, provocando un mayor consumo de material y mano de obra lo cual incrementa considerablemente su costo. En la figuras 7 se muestra como la forma de bóveda semielíptica nos da la misma resistencia que una bóveda de arco de medio punto o semicircular pero con un considerable ahorro en cuanto al volumen de concreto se refiere, proporcionándonos a la vez un peralte reducido en la cubierta.

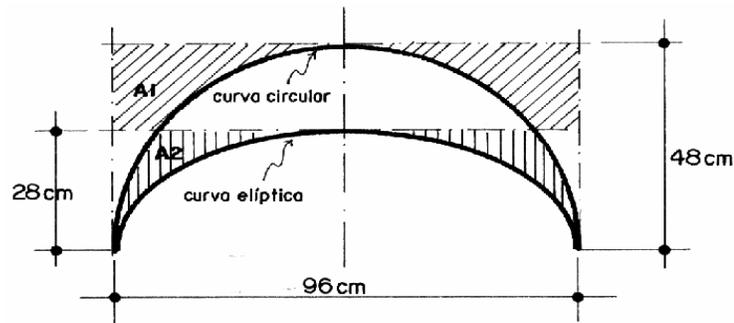


Figura 7.- En esta gráfica se aprecia como una curva comparada con una curva de medio punto, ahorra volumen de concreto en el relleno, aportando el mismo servicio mecánico-estructural requerido.

A continuación se hace primero una descripción gráfica del proceso constructivo para las viguetas, y en este caso se refiere el proceso para manufacturar viguetas, mediante la aportación del 100% de la mano de obra con la participación de los usuarios.

B) MANUFACTURA DE LAS VIGAS

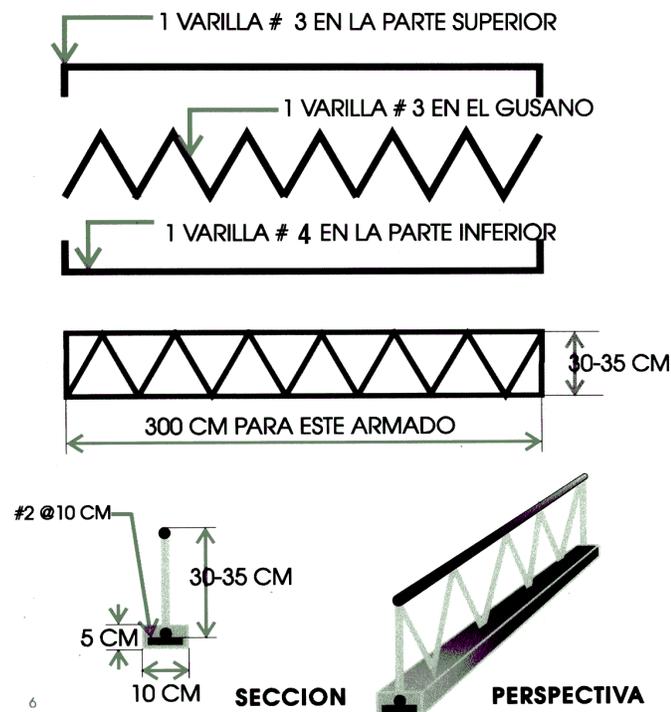


Figura 8.- En esta gráfica se aprecian los materiales y el proceso constructivo de las viguetas.

Como se puede observar en todo el armado se utiliza varilla corrugada comercial de 3/8" de diámetro para claros de 3.00 m y para claros mayores se varilla de 1/2" en la parte inferior o dos varillas de 3/8", dependiendo de las cargas aplicadas y de la longitud del claro entre apoyos.

Y en la figura 9 se muestra también como es el proceso constructivo para las bóvedas, operación también en la cual se requiere el 100% de la participación de los usuarios en la mano de obra necesaria.

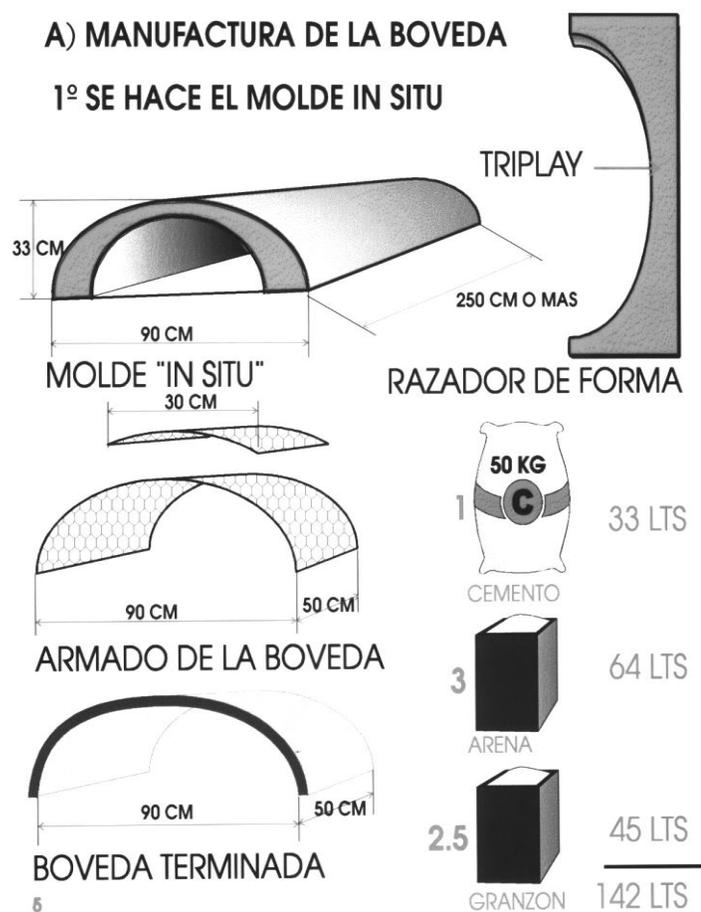


Figura 9.- En esta gráfica se ilustra el proceso y las cantidades de material para manufacturar las bóvedas sobre un molde removible, es decir que una vez utilizado se puede desbaratar para colocarse en el sitio que se requiera, dado que la parte hueca está hecha con mitades de bidones de deshecho.

Como se observa en los dibujos, el molde es hueco (Para ello se utilizan bidones de 200 litros inservibles cortados por mitad), a los cuales se les sueldan dos varillas para mantenerlos abiertos y sobre ellos se vacía mortero 1:5 para darle forma final de  $\frac{1}{2}$  elipse utilizando el rizador y el armado que reforzará las bóvedas se logra con malla electrosoldada, ahí mismo se indican las cantidades de cemento-arena-granzón y con la proporción recomendada se pueden obtener de 8 a 9 bóvedas por revoltura.

Como comentario final, solo nos resta decir que el sistema propuesto es la respuesta adecuada a las necesidades de cubiertas o techumbres *económicas, seguras y durables* no solo para los usuarios que utilizan el proceso de autoconstrucción los cuáles podrán tener un ahorro de entre un 40 a un 50 % en comparación con las losas de concreto armado tradicionales, también lo será para toda persona interesada en utilizarlo, teniendo con ello como se muestra en las fotografías de las láminas de exposición un *acabado arquitectónico tipo mexicano* y que en función de la demanda después de darse a conocer se pueden establecer un proceso industrial que les permitirá a los usuarios lograr un ahorro con este proceso comprendido entre un 30 a un 40 % en relación con la losa de concreto armado, haciéndose mas notorio este ahorro en claros mayores de 3.00 m.

Esta posible demanda nos permitirá abrir fuentes de trabajo si canalizamos la elaboración de los componentes (Bóveda y Viga), a través de mini industrias localizadas estratégicamente cerca de los asentamientos o núcleos habitacionales en desarrollo, beneficiando con ello a toda la población Morelense.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Como resultado final, a continuación se muestra gráficamente el proceso constructivo para realizar la cubierta de entrepiso en la planta baja de una vivienda de dos niveles, en la cual se observa que solo se necesitan la cantidad de 6 viguetas prefabricadas, así como la cantidad de

aproximadamente 100 bóvedas para cubrir el área de  $A = 49.75 \text{ m}^2$  en promedio, en los dos niveles. En ambas plantas(Figura 10 Y 11), también se indica la forma de colocación de las bóvedas después de haber amacizado las viguetas las cuales después del colado total se convierten en vigas "Te" en su trabajo mecánico, lo cual les da mayor resistencia comparadas con las vigas rectangulares

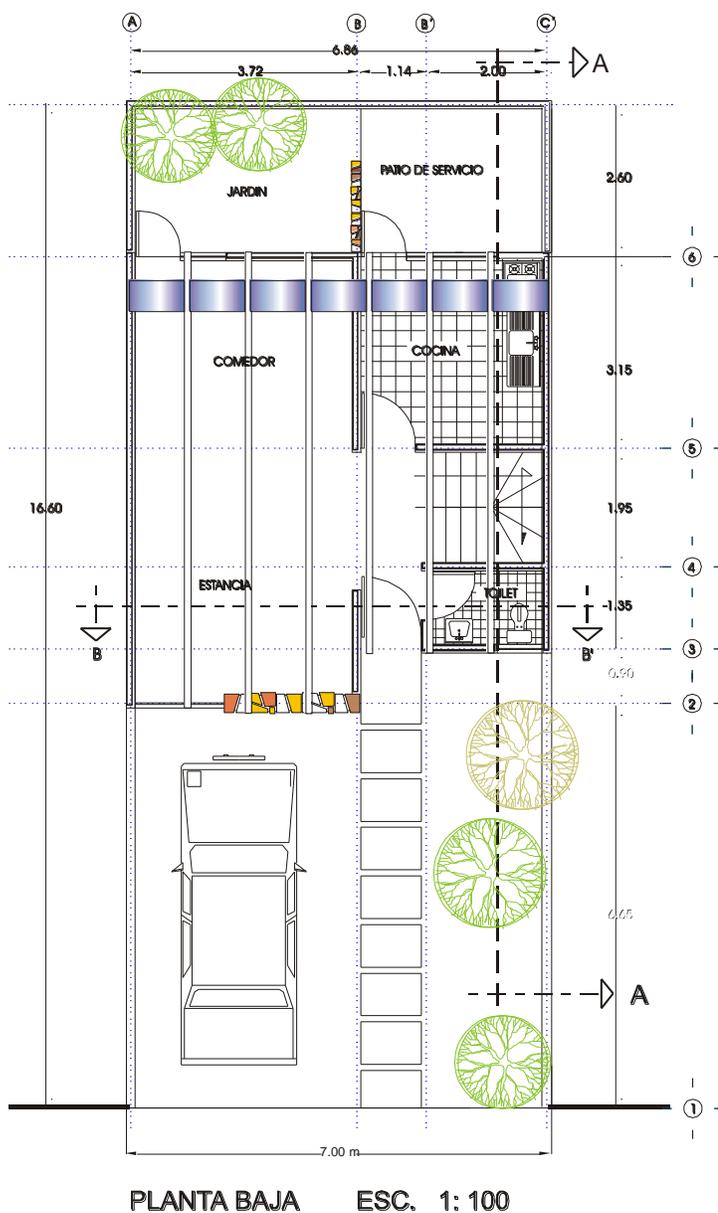


Figura 10.- Proceso constructivo PLANTA BAJA

En la planta alta de la vivienda se requerirá la misma cantidad de 6 viguetas precoladas, así como de 100 bóvedas, como se observa en ambos casos en las bóvedas de orilla no se requiere de viguetas, dado que estas se apoyan directamente en los muros de carga, y en el caso de las viguetas, también se apoyan directamente sobre los muros de carga interiores y exteriores.

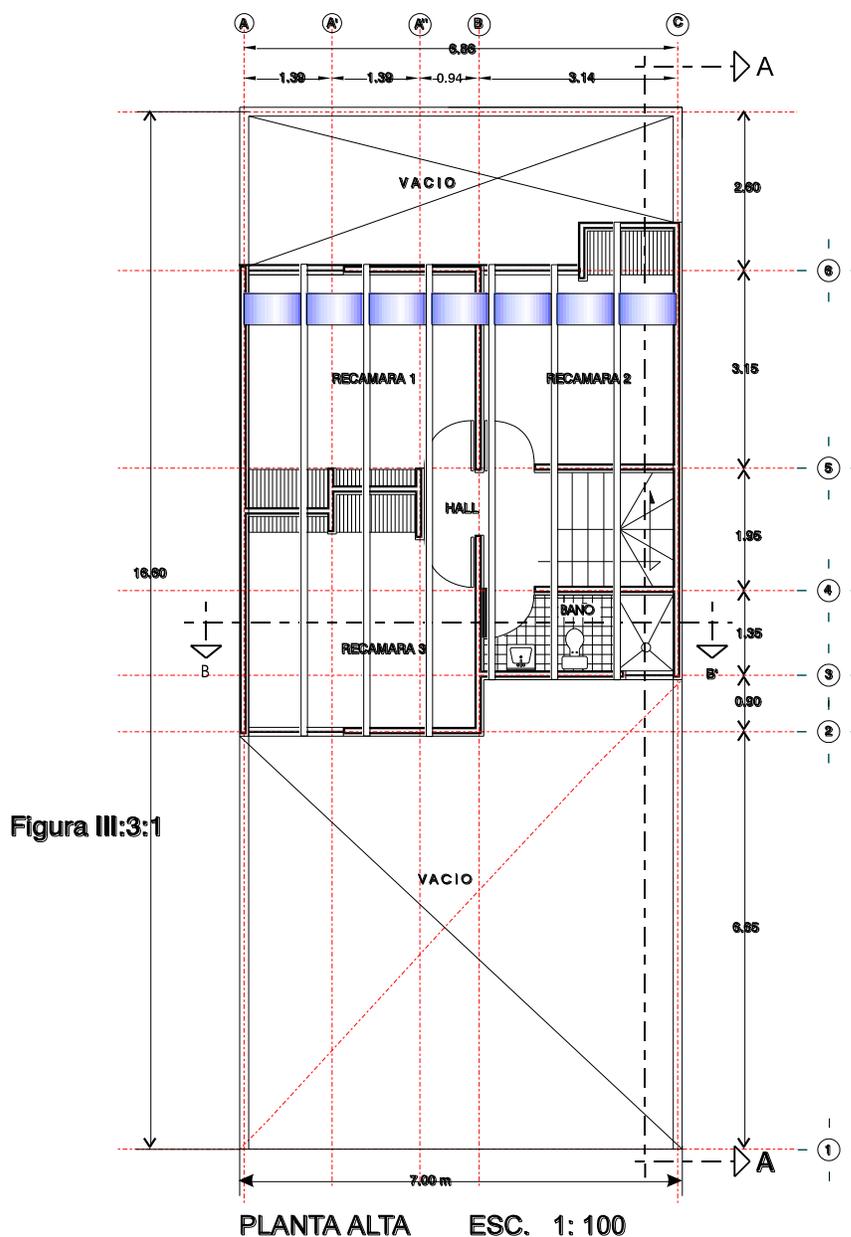
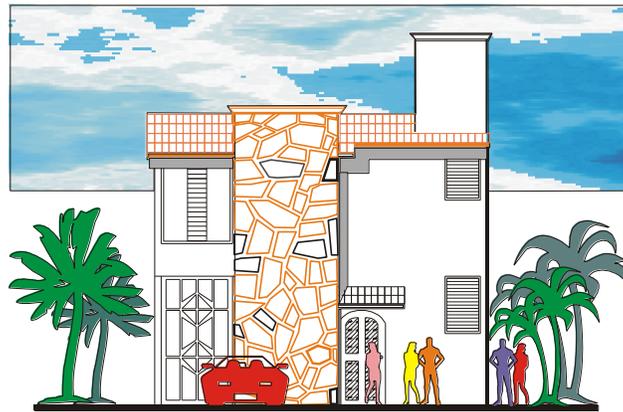


Figura 11.- Proceso constructivo PLANTA ALTA



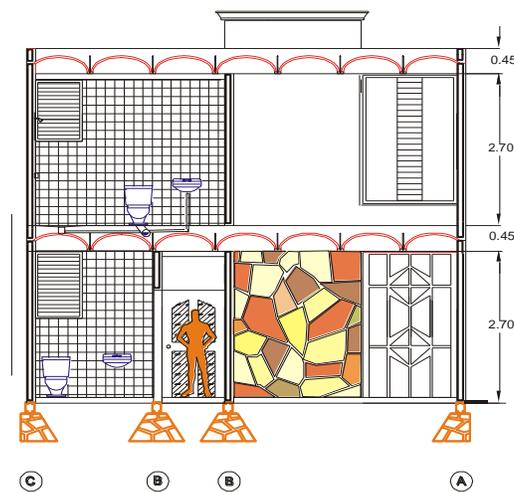
FACHADA ESC. 1:100

En la fachada (figura 12) podemos apreciar que la terminación con este tipo de cubierta, es exactamente igual a la que se puede obtener cuando se coloca como techumbre

Figura 12.- Imagen de fachada

La losa de concreto tradicional o cualquier otro sistema de los que se encuentran disponibles en el mercado. Es importante mencionar que en el caso de dejar algunas marquesinas como fachada también su apariencia es agradable a la vista como se observa en las fotografías que dentro del mismo documento en la sección de anexos, las aplicaciones que ha tenido este sistema a continuación se muestran. Dentro del proceso constructivo de las cubiertas se pueden dejar preparadas las instalaciones sanitarias he hidráulicas así como las instalaciones eléctricas como se muestra en la figura de “Detalle de instalación sanitaria”, dado que los huecos entre las bóvedas permiten la maniobra sin la necesidad de rellenos sobre la cubierta como en el caso de las losas, o de huecos bajo el nivel de la cubierta.

Otra ventaja para las cubiertas que se encuentran en contacto con los rayos directos del sol, es su capacidad de aislar en gran porcentaje la transmisión del calor, dado que entre las bóvedas se pueden hacer rellenos con botellas de pet llenas de agua.



CORTE B-B ESC. 1:100

En la figura 13 podemos apreciar la colocación de las vigas y las bóvedas, además en el

Figura 13.- Colocación de Vigas y Bóvedas

detalle se puede apreciar la facilidad para la colocación de las instalaciones sanitarias, lo mismo sucede con las instalaciones eléctricas, estas pueden colocarse fácilmente dentro de la cubierta si ningún obstáculo, dado que se dispone del espacio suficiente para hacer estas instalaciones. Otra de las características de este tipo de cubierta es la de colocar un falso plafón si en algunos lugares de la construcción por necesidades arquitectónicas o de presentación es necesario tener un plafón plano. En la figura 14 se presenta la fachada que corresponde a este proyecto y en ella observaremos que el acabado final de este tipo de cubierta es agradable a la vista.

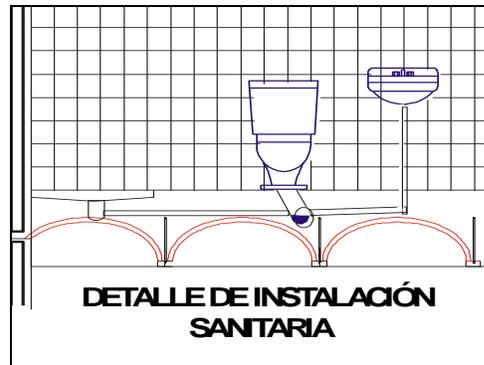


Figura 14.- Acabado y cubierta

Se muestran algunas aplicaciones del sistema Bóveda y Viga propuesto (figura 15).

## APLICACIONES DEL SISTEMA BÓVEDA Y VIGA



Figura 15.- A)En pasillo a cubierto, B)En interiores, C)En terrazas sin capa de recubrimiento

Aplicación de cubierta en comedor con claro de  $L = 7.00$  m y en pasillo a la izquierda de la fotografía superior y en la fotografía inferior se aprecia su acabado plano.



Figura 16.- Aplicación de la Cubierta(interior)

Al fondo se aprecia el comedor con claro de  $L = 7.00$  m y al frente la Terraza con un claro de  $L = 4.00$  m.

Figura 17.- Aplicación de la cubierta (exterior)



Vista exterior de una Recámara con vista de acabado plano, utilizando falso plafón.

En la fotografía del lado izquierdo se aprecia la colocación de las instalaciones eléctricas y



Figura 18.- Colocación de Instalación Eléctrica y ausencia de cimbras(solo apoyos mediante vigas)

el amacizado de las bóvedas y en la fotografía de la derecha se aprecia la ausencia de cimbra y solo apoyos temporales mediante vigas y puntales para un claro de  $L = 7.00$  m.

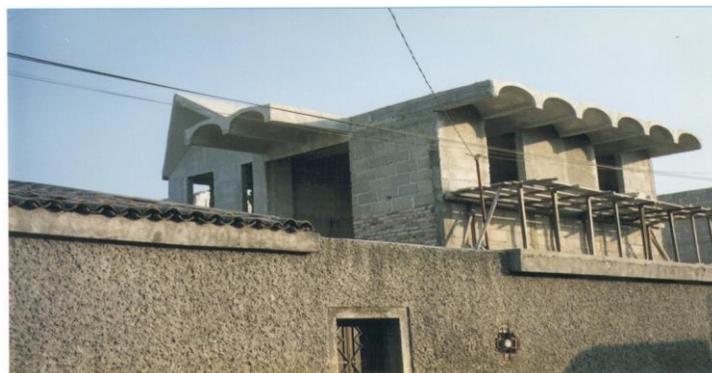




Figura 19.- Aplicación en segundo nivel

En esta fotografía se aprecia la utilización del sistema en un segundo nivel, en la planta baja también se utilizó el sistema directamente sobre muros de adobe.

Figura 20.- apoyo sobre muros de adobe

En esta fotografía se aprecia claramente que tanto las vigas así como las bóvedas se apoyan directamente sobre los muros de adobe.



Y en la fotografía de la derecha que corresponde a la misma obra, se aprecian las bóvedas ya amacizadas a las viguetas, permitiendo el tránsito sobre ellas para realizar la fase final que será el relleno de los huecos entre bóvedas aplicando un concreto de  $f'c = 80$  a  $100 \text{ kg / cm}^2$ , de preferencia con

aumento en el volumen de grava o con concreto ciclópeo empleando desperdicios de tabique, block, etc. y finalmente la capa de compresión con concreto de  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , en un espesor de  $\pm 3 \text{ cm}$ .



Figura 21.- bóvedas amacizadas y libre tránsito sobre ellas

En esta fotografía apreciamos un colado parcial con el sistema bóveda y viga dejando entradas de luz en los extremos que dan hacia una jardinera y al pasillo lateral.



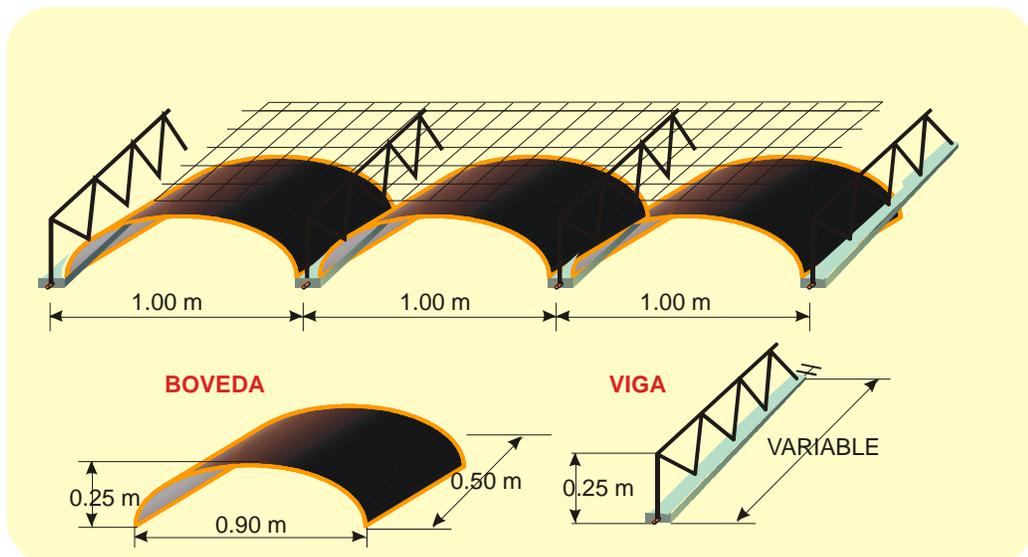
Figura 22.- Colado parcial y claro de luz.

En esta fotografía de un interior, podemos apreciar como se apoyan las bóvedas y las vigas sobre el muro de adobe, el espesor se aprecia en

la puerta y es aproximadamente de 60 cm.

Los muros de esta habitación, sirven de apoyo a una construcción de un segundo nivel el cual también se cubrió con el sistema bóveda-viga y lo podemos apreciar desde el exterior en la página anterior. La forma de apoyo sobre muros de adobe, se aprecia claramente en la fotografía del proceso constructivo de la página anterior.

# CUBIERTA CON SISTEMA BOVEDA-VIGA



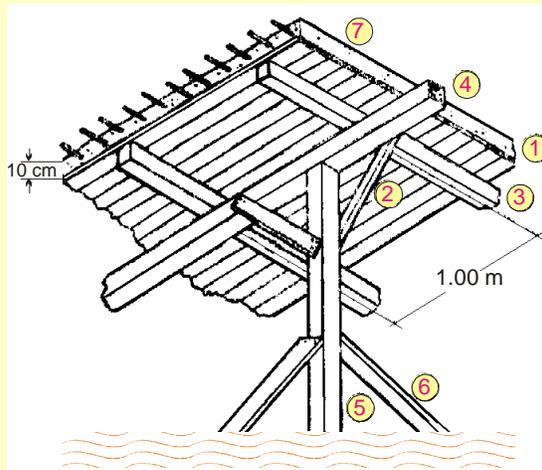
## ATRIBUTOS DEL SISTEMA

- 1.- SE EVITA LA MOLESTIA DE LA CIMBRA
- 2.- ES MAS RIGIDA SOBRE TODO EN CLAROS GRANDES
- 3.- SE PUEDE COLAR EN PAUSAS, SEGUN LAS POSIBILIDADES ECONOMICAS
- 4.- MAS ECONOMICA ENTRE MAS GRANDES SON LOS CLAROS
- 5.- SE PUEDE COLOCAR EN ENTREPISOS O EN AZOTEA
- 6.- SU APARIENCIA Y ACABADO ES TIPO COLONIAL MEXICANO
- 7.- SOBRE TODO ES MAS ECONOMICA QUE LA LOSA, LA TEJA Y OTROS TIPOS.

**SU COSTO ES BAJO**

Consideradas sus ventajas su costo es bajo en comparación con la losa maciza.

## CUBIERTA CON EL SISTEMA LOSA MACIZA DE h=10 cm



- 1.- TARIMA
- 2.- CONTRAVIENTO
- 3.- POLIN
- 4.- VIGA MADRINA
- 5.- PIE DERECHO
- 6.- CONTRAVIENTO
- 7.- CACHETE

## DESVENTAJAS DEL SISTEMA

- 1.- SE SUFRE LA MOLESTIA DE LA CIMBRA 4 SEMANAS APROXIMADAMENTE
- 2.- NO ES RIGIDA SOBRE TODO EN CLAROS GRANDES
- 3.- NO SE PUEDE COLAR EN PAUSAS, SEGUN LAS POSIBILIDADES ECONOMICAS
- 4.- MAS CARA, ENTRE MAS GRANDES SON LOS CLAROS
- 5.- SE DEBE TENER TODO EL IMPORTE DEL MATERIAL Y DE LA M. DE O. PARA PODER COLAR
- 6.- SOBRE TODO ES MAS CARA QUE LA TEJA Y OTROS TIPOS DE MATERIAL..

**SU COSTO ES ALTO**

Su costo es alto con relación al sistema **B y V**, debido a sus desventajas.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Luis Arnal Simón y Max Betancourt Suárez.- *“Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal Comentado”* Sexta Edición junio de 2011; Editorial Trillas México.
- [2] Phil M Ferguson.- *“Fundamentos del Concreto Reforzado”*, Quinta Reimpresión 1994, Compañía Editorial Continental, México
- [3] Vicente Pérez Alamá.- *“Diseño y Cálculo de Estructuras de Concreto Reforzado por resistencia Máxima y Servicio”* Primera Edición enero de 1993, ; Editorial Trillas México.



## **OPTIMIZACION DE OPERACIONES Y TIEMPO DE SECADO EN APIS MANUFACTURADOS EN UQUIFA MÉXICO**

Diana Gabriela Muñoz Dávila<sup>1</sup>, Leonel Gutiérrez Uribe<sup>1\*</sup>, Suani Velázquez Cruz<sup>2</sup>

- 1) Instituto Tecnológico de Zacatepec, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Calzada Tecnológico No. 27 Zacatepec Morelos, C.P. 62780. [lgutierrezuribe@gmail.com](mailto:lgutierrezuribe@gmail.com)
- 2) Uquifa México S.A. de C.V.. Calle 37 Este No. 126 - C.P.. Civac, Jiutepec-Morelos CP 62578. Mexico.

### **RESUMEN**

El objetivo general del presente trabajo es reducir los tiempos de secado de algunos APIS (ingredientes activos farmacéuticos) en el área, así como objetivo específico se tiene reducir operaciones innecesarias durante el tiempo de secado. (Tiempos de análisis y proceso, horas hombre en toma de muestras de los lotes a secar y realización del análisis de la muestra). Se comenzó con la identificación de las operaciones a mejorar dentro del área de secadores y de las ordenes de manufactura, una vez realizado esto se recopilaban datos de las ordenes de manufactura de los APIS a trabajar, en este caso Ciprofloxacina HCl, ciprofloxacina base libre, ketoconazol y tartrato de pirantel. Los datos se colocaron en forma de tablas y se contaron las horas totales, se prosiguió a realizar gráficas que permiten una mejor visión de los datos. Se logró comprobar que los tiempos de secado en algunos APIS de los seleccionados no están estandarizados y esto hace que se prolonguen las horas de secado, algunas tomas de muestras si son posibles de eliminar de la orden de manufactura debido a que no afectan, puesto que se comprobó que a ese tiempo aun no están los resultados de Kf (contenido de humedad) en el rango que pide la orden de manufactura.

**PALABRAS CLAVE:** API'S, CIPROFLOXACINA HCL, TARTRATO DE PIRANTEL, CIPROFLOXACINA BASE LIBRE.

### **ABSTRACT**

The aim of this work is to reduce drying times of some APIs (active pharmaceutical ingredients) in the area and specific objective is to reduce unnecessary operations during the drying time (Analysis and

processing times, man hours sampling the lots to dry and conducting the analysis of the sample). It began with the identification of operations to improve in the area of dryers and manufacturing orders, once made this data were collected from manufacturing orders the APIs to work, in this case Ciprofloxacin HCl, ciprofloxacin free base, ketoconazole and pyrantel tartrate. The data are placed in tables and counted the total hours, it continued to make graphs that allow a better view of the data. Check that was achieved drying times in some of the selected APIs are not standardized and this makes it last longer drying times, some sampling if possible to eliminate the manufacturing order because it does not affect, as found that at that time are not even results Kf (moisture content) in the range that calls for the manufacturing order

KEY WORD : API'S, CIPROFLOXACIN HCL, pyrantel tartrate, ciprofloxacin free base.

## 1.- INTRODUCCIÓN

En UQUIFA MEXICO se ha encontrado una problemática que impacta directamente al departamento de producción y a su etapa final del proceso que es el área de secadores, con lo que provoca retraso en el embarque para venta del producto terminado.

Debido a una gran falta de ubicación mas detallada de los procesos no se había contemplado asignar a personal para estudiar la raíz del problema, por lo que con la presentación del proyecto se accedió a realizar el estudio dentro del área de manufactura y dar solución al problema presentado.

### **SECADO**

El secado de sólidos consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo. El secado es habitualmente la etapa final de una serie de operaciones y con frecuencia, el producto que se extrae de un secador pasa a empaquetado.(Warren L. Mc Cabe,

párr. 1 pág. 821, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, cuarta edición). El producto que se seca puede soportar temperaturas elevadas o bien requiere un tratamiento suave a temperaturas bajas o moderadas. Esto da lugar a que en el mercado exista un gran número de tipos de secadores comerciales. Las diferencias residen fundamentalmente en la forma en que se mueven los sólidos a través de la zona de secado y en la forma en la que se transmite calor. Algunos secadores son continuos mientras que otros operan por cargas; mantienen agitado el sólido y otros no. (Véase figura 1) Para reducir la temperatura de secado puede operarse a vacío. (Warren L. Mc Cabe, párr. 4 Y 5 pág. 821, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, cuarta edición). Los equipos de secado pueden clasificarse en: (1) secadores en los que el sólido se encuentra directamente expuesto a un gas caliente (generalmente aire), y (2) secadores en los que el calor es transmitido al sólido desde un medio externo tal como vapor de agua condensante, generalmente a través de una superficie metálica con la que el sólido está en contacto. . (Warren L. Mc Cabe, párr. 6 pág. 821, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, cuarta edición).

### **SECADORES ROTATORIOS**

Un *secador rotatorio* consta de un cilindro hueco que gira por lo general, sobre su eje, con una ligera inclinación hacia la salida. Los sólidos granulares húmedos se alimentan por la parte superior, tal como se muestra en la figura 1.1 (D 111) y se desplazan por el cilindro a medida que éste gira. El calentamiento se lleva a cabo por contacto directo con gases calientes mediante un flujo a contracorriente. En algunos casos, el calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared calentada del cilindro. Las partículas granulares se desplazan hacia adelante con lentitud y una distancia corta antes de caer a través de los gases calientes, como se muestra. Existen muchas otras variaciones del secador rotatorio, que se describen con detalle en la literatura. (Christie J. Geankoplis, párr.3 Y 4, pág. 582 procesos de transporte y Operaciones Unitarias, tercera edición, México 1998.)

## **SECADORES DE TAMBOR**

Un *secador de tambor* consta de un tambor de metal calentado, cuyo exterior se evapora una capa delgada de un líquido o una suspensión hasta que se seca. El sólido seco final se le raspa al tambor, que gira lentamente. VEASE FIGURA 1 (Christie J. Geankoplis, párr. 5, pág. 582 procesos de transporte y Operaciones Unitarias, tercera edición, México 1998.)

Los *secadores giratorios de vacío*: son cubiertas cilíndricas con chaqueta de vapor, rearregladas en forma horizontal, en las cuales puede secarse un lodo, o pasta, al vacío. El lodo se agita mediante una serie de hojas giratorias de agitación unidas a un eje central horizontal que pasa a través de las puntas de la cubierta cilíndrica. La humedad evaporada pasa a través de una abertura en la parte superior hasta un condensador; el gas no condensable se elimina mediante una bomba al vacío. El sólido seco se descarga a través de una puerta en el fondo del secador. (Christie J. Geankoplis, párr.3 y 4, pág. 735 procesos de transporte y Operaciones Unitarias, tercera edición, México 1998.)

Los secadores de esta categoría son caros de construir y de operar. En consecuencia, se utilizan sólo para materiales valiosos que deben secarse a bajas temperaturas o en ausencia de aire para evitar la descomposición, como ciertos productos farmacéuticos, o en donde la humedad por eliminar es un disolvente orgánico caro o venenoso que debe recuperarse más o menos completamente. (Christie J. Geankoplis, párr. 4, pág. 582 procesos de transporte y Operaciones Unitarias, tercera edición, México 1998.)



Figura 1: Secador de tambor con paletas.

*Ciprofloxacino o ciprofloxacina Hcl* es un [antibiótico](#) genérico del grupo de las fluoroquinolonas, el ciprofloxacino es un [bactericida](#).

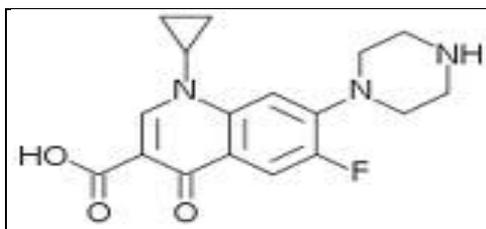


Figura 2: Estructura molecular de la ciprofloxacina HCl.

*La ciprofloxacina base* es un antibiótico de amplio espectro cuya acción terapéutica se indica para diferentes infecciones tales como: vías respiratorias, tracto genito-urinario, gastrointestinales, osteoarticulares, de la piel y tejidos blandos.

La ciprofloxacina base, pertenece al grupo de las fluoroquinolonas, es activa contra un amplio grupo de gérmenes grampositivos y gramnegativos. Es un agente antibacteriano sintético de amplio espectro de administración oral y endovenosa.

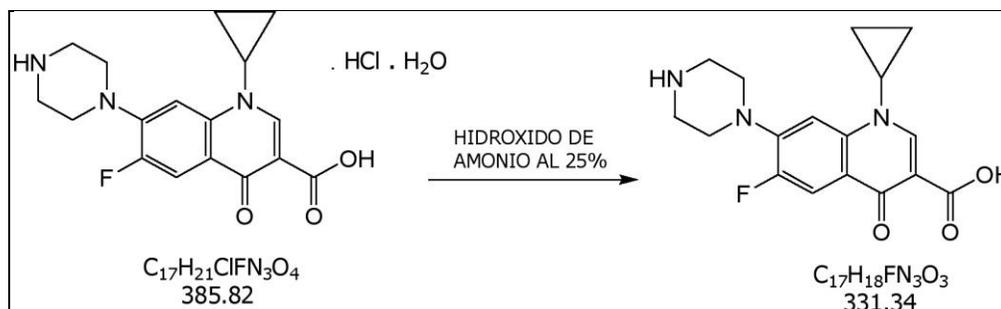


Figura 3: estructura molecular de la ciprofloxacina base.

*Tartrato de pirantel.* El pirantel es un análogo del morantel con amplio espectro de eficacia contra nematodos gastrointestinales. Su mecanismo de acción parece ser similar al del levamisol. Su eficacia contra estadios larvarios e inmaduros y contra larvas hipobióticas es irregular. Se emplea casi exclusivamente en forma de sales (pamoato, embonato, tartrato). Se absorbe muy poco en el intestino, lo que permite márgenes de seguridad de  $>7$ . Hoy en día se usa aún bastante en mascotas y caballos pero apenas en el ganado, pues ha sido sustituido por antihelmínticos de amplio espectro más modernos y eficaces.

Se emplea también en la medicina humana contra diversos helmintos.



Figura 4: estructura molecular del tartrato de pirantel.

## 2. EXPERIMENTAL

Se comenzó a tomar capacitaciones relacionados con las buenas prácticas de manufactura y seguridad industrial a fin de tener acceso completo a la planta de UQUIFA MEXICO, se revisaron y conocieron los procedimientos normativos de operación (PNO'S) que se siguen dentro de UQUIFA MEXICO.

Una vez asignada el área de secadores para su estudio, se procedio a solicitar información sobre los secadores que se utilizan para el secado de los productos finales, como son sus características y servicios auxiliares que utilizan.

Se seleccionaron los productos con los cuales se comenzaría a trabajar tomando en cuenta diferentes aspectos, como la mayor cantidad de lotes realizados durante el año y características de los productos finales.

Se identificaron las operaciones a optimizar y se solicito al departamento de calidad las ordenes de manufactura para la ciprofloxacina HCl, ciprofloxacina base libre, ketoconazole y tartrato de pirantel de los primeros lotes del año en curso hasta el mes de octubre aproximadamente.

Se anotaron las condiciones a las que se seca el producto, como temperatura, vacio, contenido de humedad (KF), presión del cuarto (P.C.), la hora de inicio de secado y los datos obtenidos cada dos horas hasta concluir el secado.

Se realizaron tablas en Excel que nos permitieran tener de forma más clara y organizada los datos (ciprofloxacina HCl, Ciprofloxacina base libre, ketoconazole, tartrato de pirantel); se anexaron solo algunas tablas para cada producto. (véase tablas 1 a 4)

Cuando se tuvo en forma y ordenados todos nuestros datos se prosiguió a sacar las horas de secado por cada fracción e identificarlos con un color diferente para distinguirlos y poder realizar sus gráficas.

Se hicieron curvas de secado para cada producto terminado figuras 1 a 13; se analizaron los datos y se hizo un breve comentario.

### EXPERIMENTAL

TABLA 1. Datos obtenidos de los lotes 2 a 6 de ciprofloxacina HCl.

| FECHA      | LOTE       | T°C | %KF INIC. | INIC. SECADO | HR FIN. | %KF   | HRS TOTALES |
|------------|------------|-----|-----------|--------------|---------|-------|-------------|
| 02/02/2011 | 1058110002 | 70  |           | 12:30        | 16:30   | 9.38  | 4           |
|            |            | 70  |           |              | 18:30   | 5.88  | 6           |
|            |            | 70  |           |              | 20:30   | PEND. | 8           |
| 03/02/2011 | 1058110002 | 70  |           | 08:35        | 12:35   | 5.68  | 4           |
|            |            | 70  |           |              | 13:35   | 6.1   | 5           |
| 18/02/2011 | 1058110003 | 70  | 17.51     | 08:15        | 10:15   | 16.33 | 2           |
|            |            | 70  |           |              | 14:15   | 15.2  | 6           |
|            |            | 70  |           |              | 16:15   | 8.98  | 8           |
|            |            | 70  |           |              | 18:15   | 5.14  | 10          |
| 19/02/2011 | 1058110003 | 70  | 8.83      | 05:20        | 09:20   | 9.15  | 4           |
|            |            | 70  |           |              | 11:20   | 5.95  | 6           |
|            |            | 70  |           |              | 13:20   | 5.67  | 8           |
| 21/02/2011 | 1058110004 | 70  | 11.65     | 19:30        | 23:30   | 6.21  | 4           |
| 22/02/2011 |            | 70  |           |              | 01:30   | 5.78  | 6           |
| 22/02/2011 | 1058110004 | 70  | 6.02      | 12:50        | 16:50   | 5.68  | 4           |
|            |            |     |           |              | 18:50   | 4.91  | 6           |
| 04/03/2011 | 1058110005 | 70  | 17.47     | 12:00        | 16:00   | 15    | 4           |
|            |            | 70  |           |              | 18:00   | 10.83 | 6           |
|            |            | 70  |           |              | 20:00   | 9.46  | 8           |
|            |            | 70  |           |              | 22:00   | 11.6  | 10          |

|            |            |    |       |       |       |      |    |
|------------|------------|----|-------|-------|-------|------|----|
| 05/03/2011 |            | 70 |       |       | 00:00 | 4.55 | 12 |
| 05/03/2011 | 1058110005 | 70 | 12.44 | 09:24 | 13:24 | 9.84 | 4  |
|            |            | 70 |       |       | 15:24 | 9.58 | 6  |
|            |            | 70 |       |       | 17:24 | 7.14 | 8  |
|            |            | 70 |       |       | 19:24 | 3.15 | 10 |
| 24/03/2011 | 1058110006 | 70 | 8.69  | 19:20 | 23:20 | 8.9  | 4  |
| 25/03/2011 |            | 70 |       |       | 01:20 | 5.12 | 6  |
| 25/03/2011 | 1058110006 | 70 | 17.91 | 12:00 | 16:00 | 12.8 | 4  |
|            |            | 70 |       |       | 18:00 | 7.9  | 6  |
|            |            | 70 |       |       | 20:00 | 5.1  | 8  |

TABLA 2. Datos obtenidos de los lotes 7 a 13 de ciprofloxacina HCl.

| FECHA      | LOTE       | T°C | %KF INIC. | INIC. SECADO | HR FIN. | %KF  | HRS TOTALES |
|------------|------------|-----|-----------|--------------|---------|------|-------------|
| 27/03/2011 | 1058110007 | 70  | 10.77     | 19:55        | 23:55   | 9.31 | 4           |
| 28/03/2011 |            | 70  |           |              | 03:55   | 4.63 | 8           |
| 28/03/2011 | 1058110007 | 70  | 7.62      | 12:45        | 16:45   | 5.98 | 4           |
|            |            | 70  |           |              | 18:45   | 5.63 | 6           |
| 25/04/2011 | 1058110009 | 70  | 7.37      | 02:55        | 06:55   | 6.61 | 4           |
|            |            | 70  |           |              | 08:55   | 5.31 | 6           |
| 25/04/2011 | 1058110009 | 70  | 14.79     | 18:35        | 22:35   | 5.21 | 4           |
| 24/05/2011 | 1058110010 | 70  | 15.19     | 08:35        | 12:35   | 8.3  | 4           |
|            |            | 70  |           |              | 14:35   | 5.58 | 6           |
|            |            | 70  |           |              | 16:35   | 5.93 | 8           |
| 24/05/2011 | 1058110010 | 70  | 11.92     | 00:45        | 04:45   | 8.81 | 4           |
|            |            |     |           |              | 06:45   | 6.89 | 6           |
|            |            |     |           |              | 08:45   | 6.55 | 8           |
|            |            |     |           |              | 10:45   | 5.27 | 10          |
| 19-jun-11  | 1058110011 | 71  | 14.26     | 11:45        | 03:45   | 9.51 | 4           |
|            |            |     |           |              | 05:45   | 6.61 | 6           |
|            |            |     |           |              | 07:45   | 6.33 | 8           |
|            |            |     |           |              | 09:45   | 5.7  | 10          |
| 21-jun-11  | 1058110011 | 68  |           | 02:55        | 06:55   | 6.89 | 4           |
|            |            |     |           |              | 08:55   | 6.16 | 6           |
|            |            |     |           |              | 10:55   | 5.57 | 8           |
| 13-jul-11  | 1058110013 | 70  | 8.28      | 09:10        | 13:10   | 8.88 | 4           |

|           |            |    |      |       |       |      |   |
|-----------|------------|----|------|-------|-------|------|---|
|           |            |    |      |       | 15:10 | 5.8  | 6 |
|           |            |    |      |       | 17:10 | 5.28 | 8 |
| 14-jul-11 | 1058110013 | 68 | 4.26 | 03:55 | 07:55 | 8.3  | 4 |
|           |            |    |      |       | 09:55 | 6.5  | 6 |
|           |            |    |      |       | 11:55 | 5.5  | 8 |

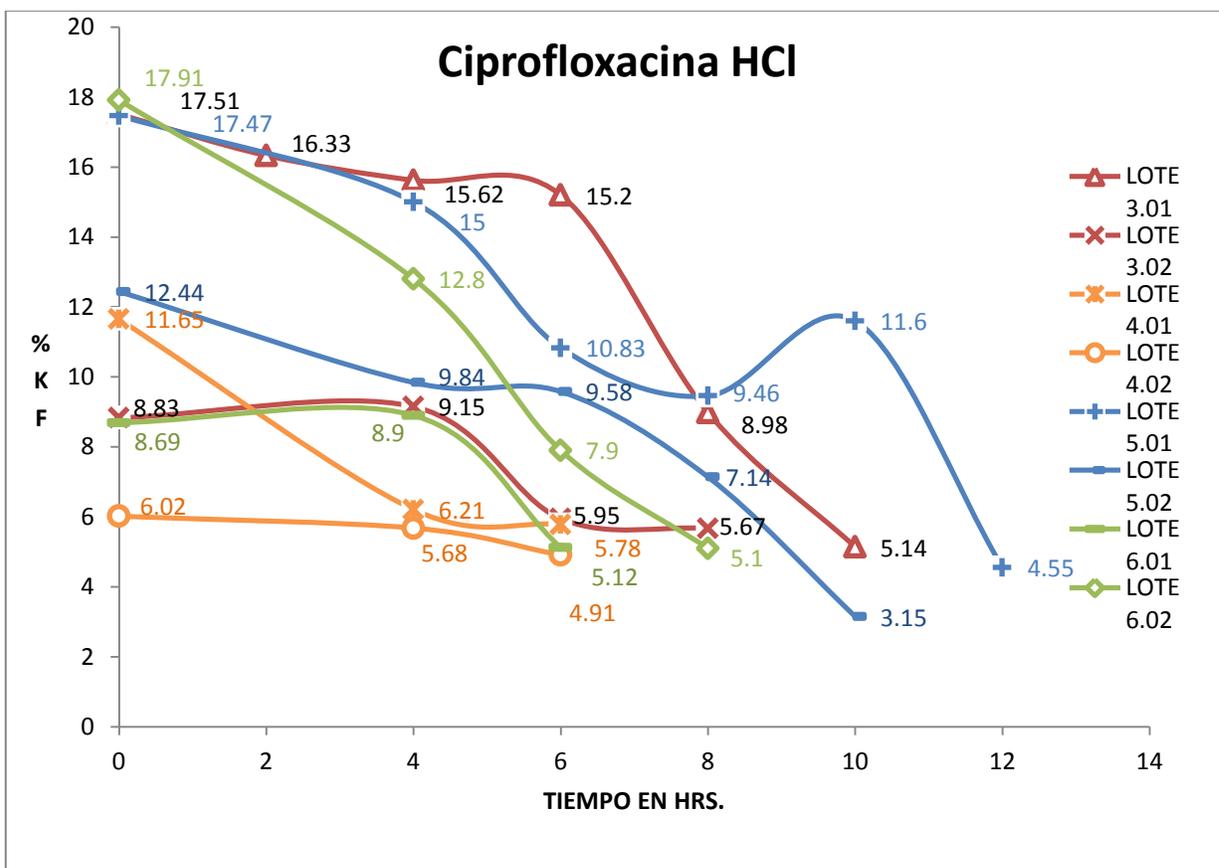


Figura 5: Curva de secado de los lotes 3 a 6 de ciprofloxacina HCl.

En estos lotes el tiempo de secado oscila entre 6 y 10 Hrs. Y el kf inicial entre lotes varia probablemente por el tiempo de escurrido en centrifugas; el punto elevado que se observa en la línea de color azul corresponde al lote 5 fracción uno (11.6) pudo haber dado esa lectura debido a que la muestra no era completamente homogénea o una mala lectura en el equipo.

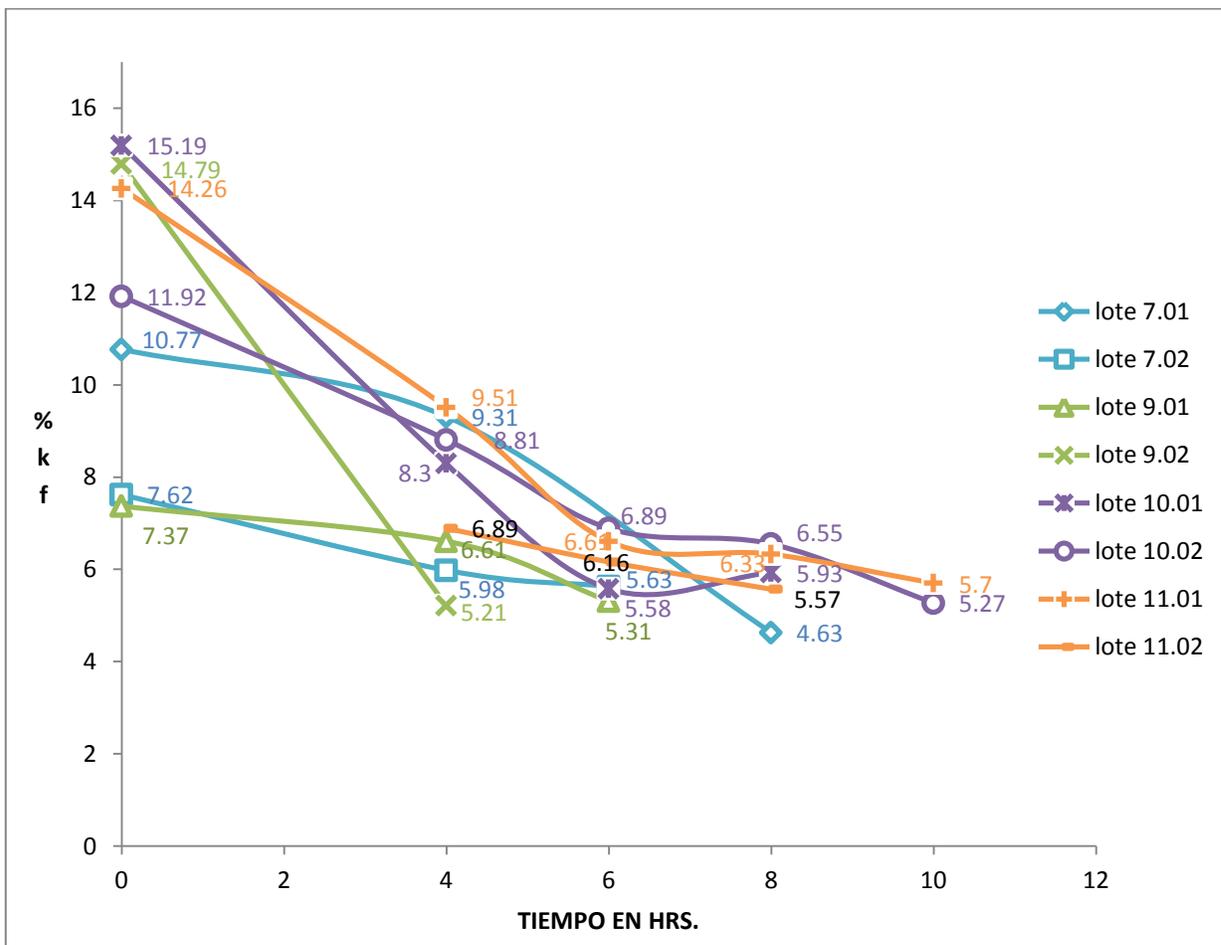


Figura 6: curvas de secado de los lotes 7 a 11 de ciprofloxacin HCl.

En estos cuatro lotes con sus fracciones muestran la misma tendencia conforme pasa el tiempo, son muy similares entre sí los kf y el periodo de secado también esta entre 4 y 8 Hrs. Estos tiempos están muy relacionados con el kf inicial que dan como resultado del análisis igual por el escurrimiento del producto en centrifugas.

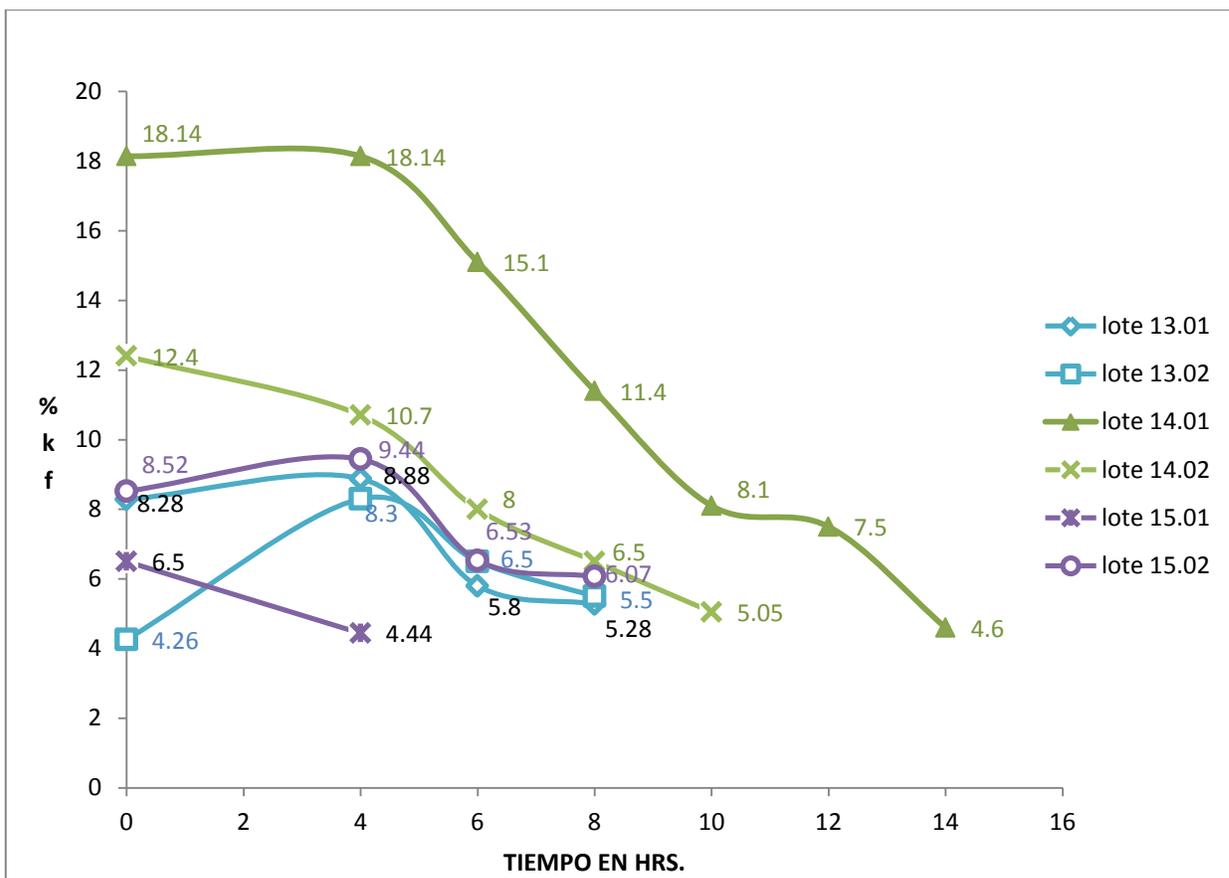


Figura 7: Curva de secado de los lotes 13 a 15 de ciprofloxacina HCl.

La línea de color azul con un cuadro representa al lote 13.02, en este lote el kf inicial comenzó bajo en comparación de los siguientes puntos, esto igual que en otros lotes probablemente a una toma de muestra no homogénea o a un análisis incorrecto. El tiempo de secado en estos lotes también se encuentran entre 4 y 8 hrs.

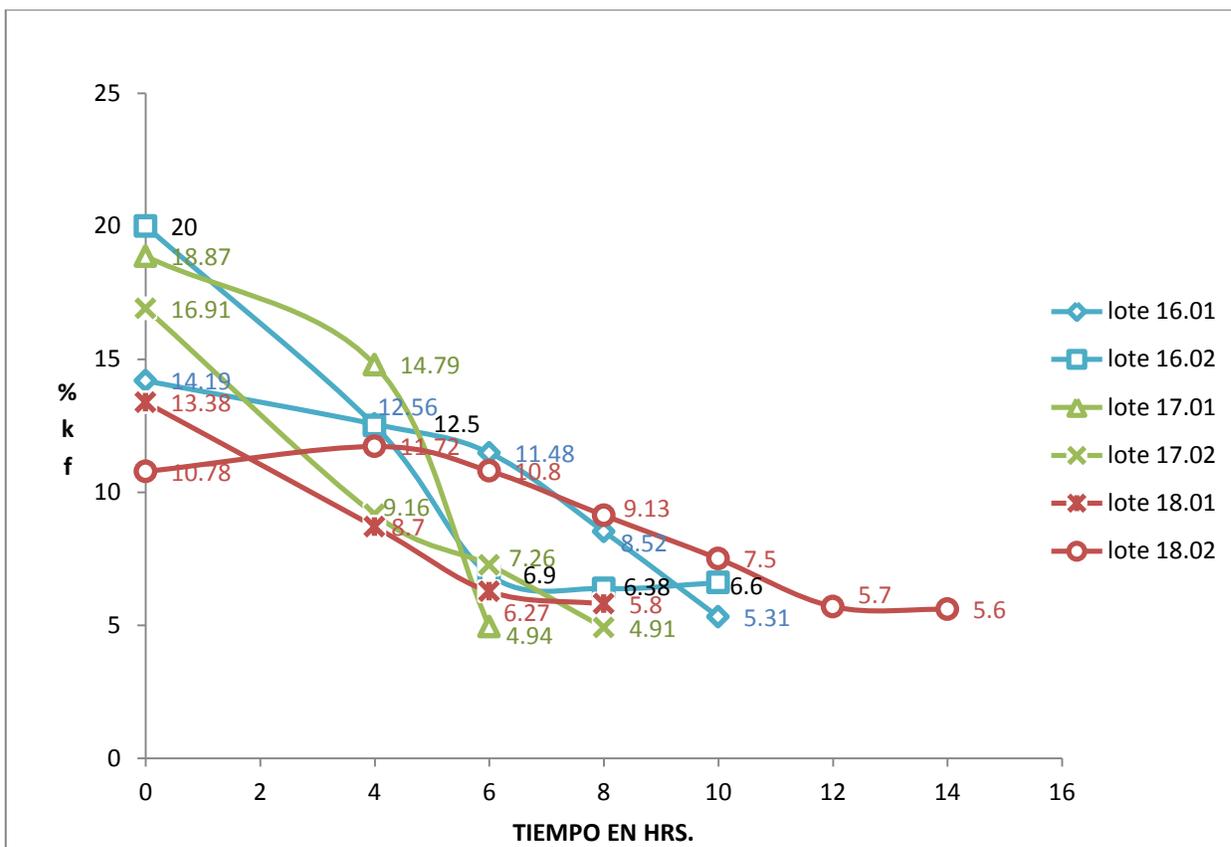


Figura 8: curva de secado de los lotes 16 a 18 de ciprofloxacin HCl.

En estos últimos lotes de la ciprofloxacin observamos que los kf iniciales son diferentes esto por la misma razón que en lotes anteriores; el tiempo de secado oscila entre 6 y 20 hrs. De las 6 y 10 hrs no se observa variación de kf, por lo que podemos pensar que en este caso existe un poco de estandarización en el secado.

**TABLA 3. Datos obtenidos de los lotes 2 a 7 de ciprofloxacina base libre.**

| FECHA      | LOTE       | T°C | %MV INIC. | HR INIC. | HR FINAL | % MV  | HRS<br>TOTALES |
|------------|------------|-----|-----------|----------|----------|-------|----------------|
| 05/04/2011 | 1057110002 | 69  | 40.58     | 04:44    | 08:44    |       | 4              |
|            |            | 71  |           |          | 12:44    | 5.69  | 8              |
|            |            | 71  |           |          | 16:44    | 0.86  | 12             |
|            |            | 71  |           |          | 20:44    | 0.46  | 16             |
| 06/04/2011 |            | 71  |           |          | 00:44    | 0.21  | 20             |
| 08/05/2011 | 1057110003 | 70  | 53.17     | 19:50    | 23:50    | 34.6  | 4              |
| 09/05/2011 |            |     |           |          | 03:50    | 14.44 | 8              |
| 09/05/2011 |            |     |           |          | 07:50    | 11.6  | 12             |
| 09/05/2011 |            |     |           |          | 11:50    | 7.9   | 16             |
| 09/05/2011 |            |     |           |          | 15:50    | 3.1   | 20             |
| 09/05/2011 |            |     |           |          | 19:50    | 0.58  | 24             |
| 17/06/2011 | 1057110005 | 70  | 30.04     | 23:38    | 03:38    | 13.92 | 4              |
| 18/06/2011 |            |     |           |          | 07:38    | 6.43  | 8              |
| 18/06/2011 |            |     |           |          | 11:38    | 0.24  | 12             |
| 05/08/2011 | 1057110006 | 70  | 46.48     | 09:30    | 13:30    | 61.42 | 4              |
|            |            |     |           |          | 17:30    | 74.2  | 8              |
|            |            |     |           |          | 21:30    | 15.9  | 12             |
|            |            |     |           |          | 01:30    | 11.8  | 16             |
|            |            |     |           |          | 05:30    | 5.98  | 20             |
|            |            |     |           |          | 09:30    | 2.1   | 24             |
|            |            |     |           |          | 13:30    | 0.26  | 28             |
| 18/09/2011 | 1057110007 | 70  | 58.3      | 22:30    | 02:30    | 34.37 | 4              |
|            |            |     |           |          | 06:30    | 13.74 | 8              |
|            |            |     |           |          | 10:30    | 10.8  | 12             |
|            |            |     |           |          | 14:30    | 6.43  | 16             |
|            |            |     |           |          | 18:30    | 3.61  | 20             |
|            |            |     |           |          | 22:30    | 0.48  | 24             |

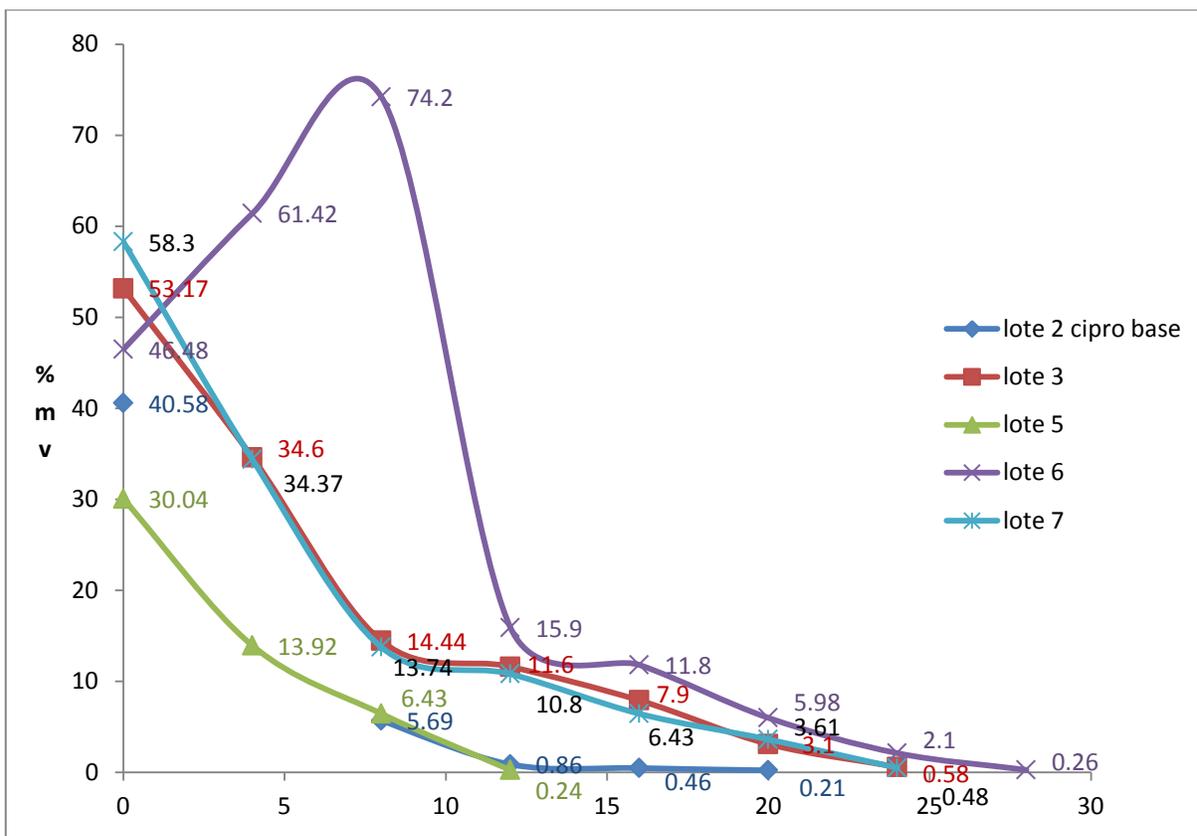


Figura 9: curva de secado de los lotes 2 a 7 de ciprofloxacina base libre.

Este producto final es mas estándar en el secado de los lotes en su mayoría se comportan de manera muy similar, sin embargo el lote 6 de color morado presenta al principio un porcentaje de material volátil (%MV) bajo con respecto a los dos siguientes puntos, esto probablemente a un muestreo no homogéneo del producto o probablemente a un mal resultado de análisis debido a falla en el equipo.

TABLA 4: Datos obtenidos de los lotes 1 a 5 de tartrato de pirantel.

| FECHA      | LOTE       | T °C | %KF y MV inc. | RAMPAS | INICIO SEC. | HR. FINAL | (kf< 5.0%)<br>a | HRS. TOT. |
|------------|------------|------|---------------|--------|-------------|-----------|-----------------|-----------|
| 19/01/2011 | 2116110001 | 78   | 19.5 24.7     | 3HRS   | 11:00       | 15:00     | 7.43            | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 17:00     | 5.94            | 6         |
|            |            |      |               |        |             | 19:00     | 3.28            | 8         |
| 20/01/2011 | 2116110001 | 78   | 16.07 35.04   |        | 10:00       | 14:00     | 3.01            | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 16:00     | 0.39            | 6         |
| 21/01/2011 | 2116110002 | 78   | 17.25 25.5    | 4      | 09:30       | 13:30     | 5.91            | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 15:30     | 3.8             | 6         |
|            | 2116110002 | 78   | 16.36 24.5    | 4      | 07:20       | 11:20     | 7.72            | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 13:20     | 5.42            | 6         |
|            |            |      |               |        |             | 15:20     | 3.92            | 8         |
| 24/01/2011 | 2116110003 | 78   | 18.33 25.38   | 4      | 20:05       | 00:05     | 4.79            | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 02:05     | 2.19            | 6         |
|            | 2116110003 | 78   | 18.4 26.23    | 4      | 13:55       | 17:55     | 5.09            | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 19:55     | 3.76            | 6         |
| 11/02/2011 | 2116116004 | 78   | 17.38 24.9    | 4      | 18:30       | 22:30     | 10.73           | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 00:30     | 6.49            | 6         |
|            |            |      |               |        |             | 02:30     | 3.07            | 8         |
| 12/02/2011 | 2116116004 | 75   | 17.6 29.5     | 4      | 20:05       | 00:05     | 6.5             | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 02:05     | 3.43            | 6         |
| 13/02/2011 | 2116116005 | 78   | 17.54 25.5    | 4      | 00:32       | 04:32     | 7.07            | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 06:32     | 4.24            | 6         |
|            |            |      |               |        |             | 08:32     | 0.35            | 8         |
| 14/02/2011 | 2116116005 | 78   | 17.57 27.4    | 4      | 22:30       | 02:30     | 9.6             | 4         |
|            |            |      |               |        |             | 04:30     | 5.39            | 6         |
|            |            |      |               |        |             | 06:30     | 2.49            | 8         |

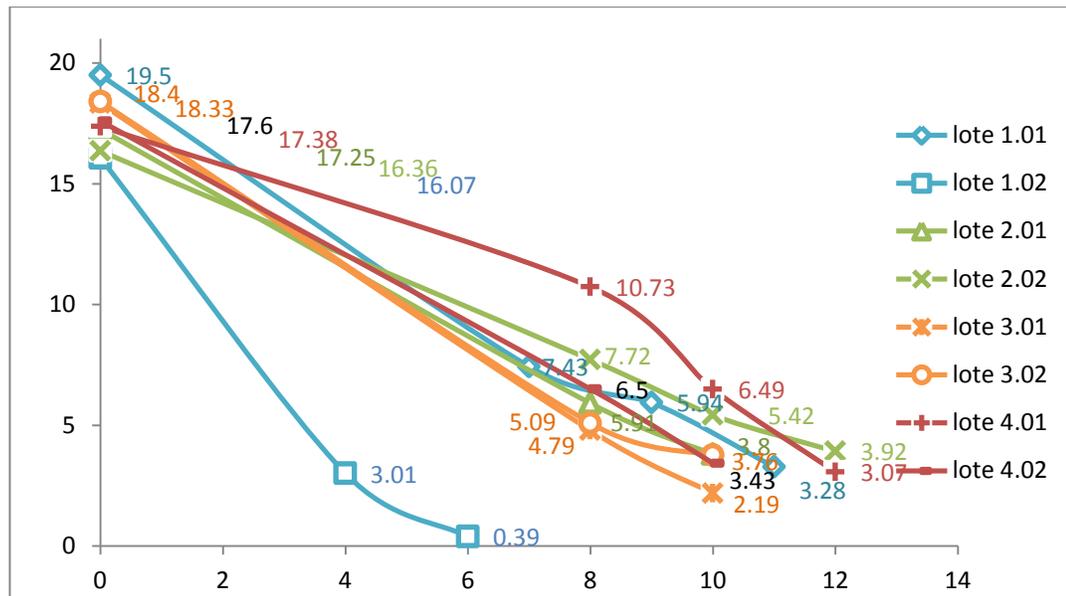


Figura 10: Curva de secado de los lotes 1 a 4 y fracciones del tartrato de pirantel.

En este producto podemos observar que los tiempos de secado y comportamiento de las curvas son muy similares, por lo que es posible eliminar algunas tomas de muestra, teniendo resultados favorables al final del secado de varios lotes.

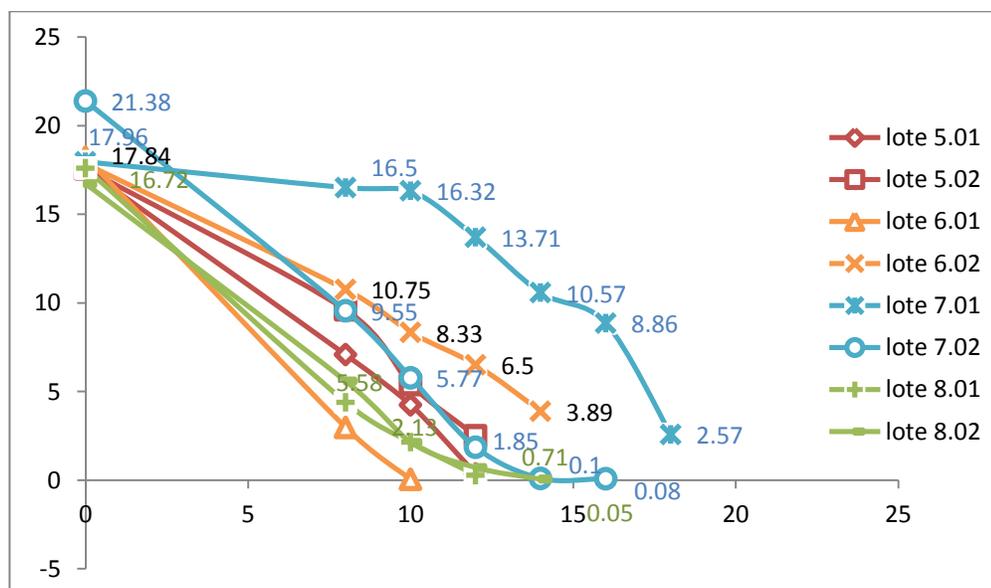


Figura 11: Curva de secado de los lotes 5 a 8 con sus fracciones del tartrato de pirantel.



Figura 12: Curva de secado de los lotes 9 a 11 de tartrato de pirantel.

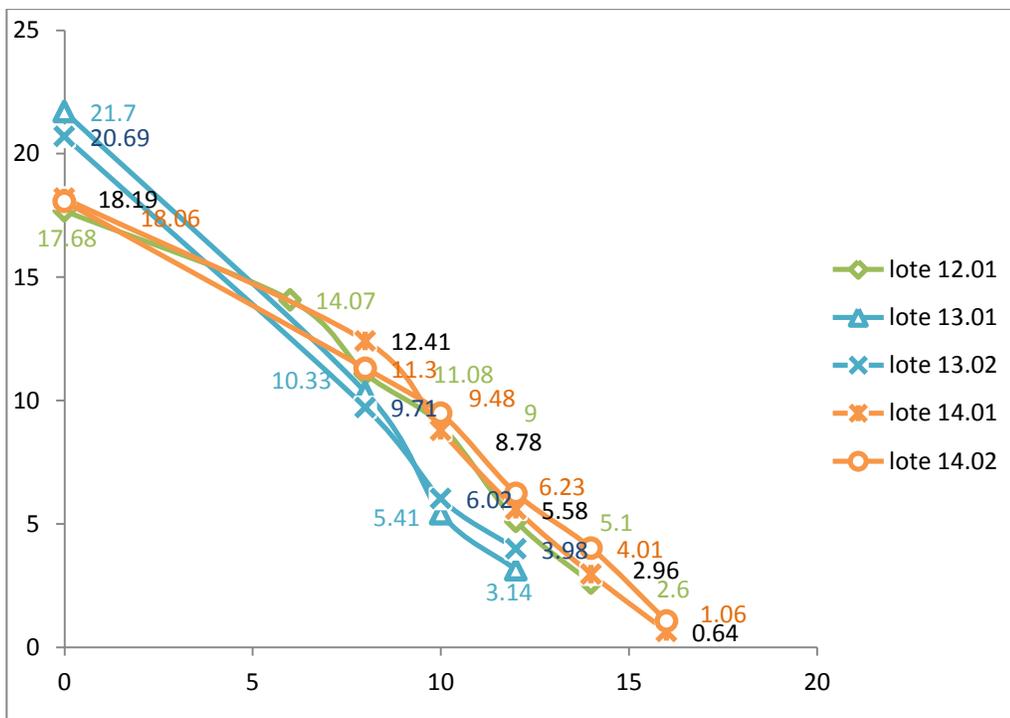


Figura 13: Curva de secado de los lotes 12 a 14 de tartrato de pirantel.

De la figura 10 a 13 de tartrato de pirantel (PT) podemos decir que en su mayoría de fracciones su secado esta por arriba de las 10 hrs, dando oportunidad a la eliminación de tomas de muestra.

#### **4.- CONCLUSION**

En el caso de la ciprofloxacina HCl podemos decir que en vista de la carencia de estandarización en el tiempo de secado fue imposible eliminar algunas operaciones que se plantearon en los objetivos; sin embargo pudimos corroborar que es necesario tomar medidas en las operaciones que influyen en los tiempos.

Con respecto a la ciprofloxacina base libre pudimos darnos cuenta que el tiempo de secado en la mayoría de los lotes es similar por lo que nos permite eliminar tomas de muestra de horas antes a los que seca el producto teniendo como ventaja el ahorro de horas hombre, perdida de producto, ahorro en el tiempo de análisis y reactivos utilizados en el mismo.

Con el tartrato de pirantel también se puede eliminar tomas de muestras ahorrando tiempo y recursos.

#### **5.- BIBLIOGRAFIA**

[1] Mc Cabe L. Warren, Smith Culian c, Harriot Peter, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, Cuarta edición, Mc Graw Hill.

[2] (Christie J. Geankoplis, Procesos de transporte y Operaciones Unitarias, tercera edición, México 1998.