

56.  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

" AHORRO DE ENERGIA EN UNA PLANTA  
PORCICOLA "

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO

AREA MECANICA

P R E S E N T A :

MANUELA AZUCENA ESCOBEDO IZQUIERDO



DIRECTOR DE TESIS: ING. ADRIAN VALERA NEGRETE

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la Universidad Nacional Autónoma de México  
por haber sido mi casa por más de tres años de mi vida,  
por haberme formado como profesionista y lo más importante  
por haberme formado también como persona y como mujer.

A mi familia, quienes siempre fueron y  
serán un ejemplo de superación y unión.

A mi abuelo Raúl Escobedo que fue,  
es y será mi mayor móvil para seguirme  
superando como persona y como profesionista.

A Carlos (mi marido) por soportar mis ataques  
de histeria durante los 4 años que estuvimos juntos  
en la Universidad y por su gran amor.  
Te amo mi vida.

## Agradecimientos

A los profesores de la Facultad de Ingeniería  
por sus conocimientos y consejos.

A Dios por haberme dado el placer de conocer  
lo bello que hay en este mundo.

Muy especialmente  
Al M. I. Armando Susano Maldonado  
Al Dr. David Morillón Galvez  
por haber hecho posible la terminación de este trabajo.

A todos y cada uno de mis amigos de la Facultad, por su apoyo.

A quien fue mi conciencia.

A quien fue más que esta canción.

A la DIAP por ser más mucho más que sólo compañeros de trabajo, amigos.

A mi asesor de tesis, el Ing. Adrián Valera Negrete por la idea y por su apoyo para  
la realización de este trabajo.

Y a todos los que me faltaron.

# ÍNDICE

---

1.- Introducción .....	1
2.- Fisiología y Necesidades Térmicas del Lechón .....	3
2.1 Características del lechón.....	3
2.2 Necesidades térmicas del lechón.....	7
2.3 Construcción y funcionamiento de una planta de destete .....	8
2.3.1 Cochiqueras (instalaciones) .....	8
2.3.2 Especificaciones generales para las construcciones .....	9
2.3.3 Ventilación.....	11
3.- Consumo de energía en plantas de destete .....	13
3.1 Consumo de energía en la planta tradicional .....	13
3.2 Consumo de energía planta piloto de destete y tradicional .....	15
3.3 Conclusiones .....	16
4.- Análisis experimental de la planta piloto .....	17
4.1 Instalación y equipo experimental .....	17
4.1.1 Procedimientos .....	17
4.1.2 Condiciones experimentales .....	18
4.1.3 Resultados.....	20

5.- Resultados y discusión del experimento .....	22
6.- Estrategias de diseño para la planta piloto (óptima).....	30
6.1 Sistemas pasivos .....	30
6.1.1 Optimización de los espesores del aislante térmicos.....	31
6.2 Diseño del sistema de extracción .....	36
6.3 Recomendaciones para la eficiencia del sistema de iluminación.....	40
7.- Evaluación económica.....	42
7.1 Evaluación planta tradicional.....	42
7.2 Evaluación planta piloto (poliestireno).....	45
7.3 Evaluación planta propuesta (mejoras a la piloto) .....	48
7.4 Flujos de efectivo.....	51
8.- Conclusiones .....	54
8.1 Recomendaciones.....	56
Apéndices .....	58
Anexos.....	72

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Las centrales termoeléctricas, generan el 60% de la energía eléctrica en el país, para producir esta energía consumen energéticos no renovables. éstos tienen un límite para su uso, ya que las reservas naturales de petróleo y gas cada vez son menos.

La conservación de las reservas naturales y el mejoramiento ambiental son temas que se encuentran íntimamente relacionados con el ahorro de energía: existen áreas con potenciales de ahorro importantes, una de esas áreas es la porcicultura, ya que existe una etapa de crecimiento que utiliza una gran cantidad de energía eléctrica para mantener un ambiente de confort (lechones).

Este trabajo está enfocado a eficientar energéticamente a una planta piloto de destete; la cual forma parte de una granja experimental porcina de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia, esta planta está construida con material aislante, poliestireno, que al hacer este tipo de construcciones con este material se eliminó, el sistema de calefacción que comúnmente cuentan las plantas tradicionales, a través de focos incandescentes de 250 W; sin embargo surgió un nuevo problema, el calor en el interior de la planta iba aumentando así como las concentraciones de los gases olorosos, sulfuro de hidrógeno y amoníaco, se intentó desalojar el calor y las concentraciones de los gases por medio de ventilación, la cual ha sido empírica, usando como medio las ventanas y la puerta, sin embargo este tipo de ventilación no garantiza la eliminación de los gases y tampoco una temperatura estable en el interior de la planta. Siendo la ventilación muy importante para el desarrollo de los lechones.



Para establecer porcentajes de ahorro fue necesario contar con una referencia, para este caso nuestra referencia es la planta tradicional (vereda) que también forma parte de la granja experimental porcícola, ésta está construida con cemento, ladrillo y mortero.

Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo mejorar los siguientes sistemas, con criterio de uso eficiente de la energía:

- El espesor del aislamiento para obtener una menor ganancia de calor en el interior de la planta.
- El sistema de iluminación, el cual es ineficiente y obsoleto
- El sistema de ventilación, el cual opera de una manera empírica a través de las ventanas y la puerta.



## **2. FISIOLÓGÍA Y NECESIDADES DEL LECHÓN**

---

### **2.1 CARACTERÍSTICAS DEL LECHÓN**

---

En un principio la producción del cerdo era casi exclusiva para satisfacer el consumo familiar y del personal que colaboraba en la propia granja, naturalmente la alimentación de este cerdo se componía de productos variados que se producían en la propia granja o de determinados subproductos que podían adquirirse con facilidad a buenos precios en la zona de ubicación de la misma.

Poco a poco, como consecuencia de la industrialización y de la extensión consecutiva de los centros urbanos, el consumo de la carne porcina se incrementó de una forma muy notable, por lo que es necesario contar con la infraestructura y tecnología adecuadas para el desarrollo óptimo de los cerdos.

El acto del destete implica retirar al lechón del acceso a la leche que puede proveerle la madre. Y de esta manera pueda ingerir alimento seco, y valerse por sí mismo.

El lechón que se retira en forma repentina del lado de su madre, se encuentra en un estado vulnerable, el reto en el destete artificial, en especial a edades muy tempranas, es simular tanto como sea posible, las características que tenía el lechón al estar al lado de su madre. El lechón, al tener una temperatura constante en la cochiguera (Ver punto 2.3.1), no se amontona para mantenerse caliente, no deja de



conter por el exceso de calor y disminuye su stress<sup>4</sup>; estos factores implican un mejor desarrollo del lechón.

Los lechones son destetados comercialmente a cualquier etapa, desde algunos días de nacido hasta ocho semanas incluso más tarde, en la práctica existe una variación muy amplia en la edad de destete.

No existe regla general sobre la fecha en que se debe efectuar el destete, debiéndose tomar en consideración para determinarla: el medio y los recursos con que se disponga tanto en el orden económico como alimenticio.

El destete a las 3 ó 5 semanas (cerca de los 6 kg de peso vivo) de edad, ha mostrado en varios estudios, que es la edad óptima para el destete de los cerdos en relación a lograr el máximo número de lechones para una cerda en un año.

El lechón con una edad de 3 a 4 semanas es más fuerte, posee una mejor inmunidad y un aparato digestivo más maduro, y por todo ello es probable que dé menos problemas al personal.

En la sección de destete es necesario controlar la temperatura interna de 24 a 26 °C, esta temperatura es la que se debe tener en el interior de las cochiqueras (Ver punto 2.3.1), considerándose la ideal para disminuir la mortalidad, ya que al variar la temperatura los lechones sufren de enfermedades respiratorias; de 100 lechones que nacen, 18 mueren antes del destete, 15 por aplastamiento y 3 por frío.

El medio ambiente de un cerdo se compone de seis factores principales: temperatura, aire, social, microbiano, luz y sonido.

---

<sup>4</sup>desequilibrios sociales y psicológicos, ya que el lechón pierde la seguridad de la presencia materna, y esto puede acentuarse por la conducta inquieta de sus compañeros de camada.



Al considerar al cerdo recién nacido al cual le llamamos lechón, éste necesita alimento para sobrevivir a esos factores, éstos se combinan para preparar al lechón a un formidable reto, no sólo sobrevivir sino también crecer rápida y eficientemente.

Existen variaciones en la temperatura recomendada por varios investigadores desde el destete hasta su finalización, pero todos coinciden que se debe evitar tener oscilaciones en la misma.

A este respecto muchos autores coinciden que la temperatura ambiental al momento del destete se debe incrementar, pues los lechones ya no tienen acceso a la leche materna, y la toma de alimento frecuentemente se restringe para evitar diarreas.

La mayoría de la energía alimenticia ingerida por el lechón es convertida en tejido o energía calorífica. Parte de la cual beneficia al lechón porque es usada para mantener su temperatura corporal, sin embargo, la energía calorífica es perdida en el ambiente. Si se enfría tanto que llegue a perder más energía calorífica en el ambiente de la que produce, la temperatura del cuerpo decae y esto puede causarle la muerte.

El lechón regula la temperatura de su cuerpo, si tiene frío se amontona y come más, pero el alimento no es utilizado como ganancia de peso, sino para regular su temperatura. A medida que la diferencia entre la temperatura del cuerpo y del ambiente es mayor, se incrementa el porcentaje de pérdida de calor. Existen factores que determinan las condiciones térmicas óptimas donde se encuentra el lechón como son la temperatura de paredes y techos, la velocidad del aire y el material con que está construido el piso, este último factor es muy importante ya que el lechón tiene contacto directo con el piso.



**Actividad metabólica del lechón**

- Radiación
- Conducción
- Convección y,
- Evaporación

*Pérdida de calor por radiación*, se refiere a la energía calorífica emitida mediante radiación, es estimado en un 40-50% de la pérdida total de calor del cuerpo de un lechón. Cuando las temperaturas del techo y las paredes son inferiores a la del aire interno, aumenta la pérdida calorífica por radiación. El lechón reduce su superficie radiante efectiva al modificar su postura y/o aglomerarse con otros lechones.

*Los lechones también pierden calor por conducción*, el calor puede ser perdido de esta manera solamente si el lechón está en contacto con alguna superficie como el piso, al estar más frío que la temperatura de su piel, el lechón puede reducir la pérdida por conducción si evita el contacto con las superficies frías. Generalmente, sólo del 15 al 20% de la pérdida de calor total del lechón es por conducción.

*La pérdida de calor por convección*, cuando una corriente de aire pasa sobre el lechón, el calor corporal es conducido del lechón al aire. Un exceso en el movimiento del aire aumenta la pérdida calorífica por convección en el lechón. Debido a esto el aire es ligeramente más tibio, este tipo de pérdida puede ser más de lo que el lechón puede resistir se estima en un 35 y 40% del total.

*Pérdida calorífica por evaporación*, ocurre principalmente a través de la respiración.

Si el lechón no se mantiene seco en la sala de crianza, la pérdida de calor por evaporación del agua en su superficie corporal puede resultar mayor si la temperatura ambiente es mayor de lo que requiere el lechón.



## **2.2 NECESIDADES TÉRMICAS DEL LECHÓN**

---

El destetar un lechón, puede causar cambios en su comportamiento ya que es alejado de la protección y seguridad que le proporciona su madre; este cambio provoca stress en el lechón, éste puede tener consecuencias graves como problemas digestivos, lo cual puede llevar a la muerte al lechón.

En esta etapa el lechón es más vulnerable, para evitar que sufra stress es necesario controlar las condiciones que pueden causarle enfermedades y posteriormente la muerte, para lograr un ambiente que cumpla con las condiciones idóneas se debe aislar al lechón del medio ambiente y crear una atmósfera en la que pueda estar comfortable; ésto es mantener una temperatura entre 24 y 26°C para evitar enfermedades respiratorias, así como falta de apetito por exceso de calor y el ingerir alimento para compensar la pérdida de calor cuando el ambiente es frío, ésto ocasiona que no sea asimilado el mismo, para poder tener un temperatura entre este rango comúnmente se utilizan lámparas incandescentes de 200 a 250 W; una ventilación suficiente que sea capaz de eliminar los gases tóxicos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno) y así evitar muertes por asfixia.



## **2.3 CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA**

---

### **2.3.1 COCHQUERAS (INSTALACIONES)**

La construcción y equipos empleados en las cochiqueras son factores que intervienen de forma directa en la producción del lechón. Si las cochiqueras tienen por objeto abrigar a los animales de la intemperie y colocarlos en condiciones ambientales favorables, con objeto de aprovechar al máximo sus propiedades transformadoras de alimento, en el peso y al mismo tiempo evitar una alimentación excesiva, ya que si los lechones tienen frío consumen más alimento, sin subir de peso, pues toda la energía se emplea en generar calor.



### 2.3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LAS CONSTRUCCIONES

El objetivo de la construcción porcina (cochiquera) se centra en lograr un local ventilado correctamente. La orientación es un factor importante a considerar para proporcionar al local una ventilación suficiente, a este factor no se le da la importancia necesaria, ésta depende de las condiciones climáticas del lugar. Existe según experiencias de autores de construcciones porcinas la mejor orientación, la cual es donde su eje mayor este orientado en dirección este-oeste, Ver figura No. 1. al tener esta orientación el calor solar será máximo en invierno, ya que la parte sur recibirá más calor que el lateral este y oeste, y los efectos de la insolación en verano se podrán atenuar si se da una ligera salida al techo orientado hacia el sur. Finalmente, la fachada norte permite en verano una ventilación considerable.

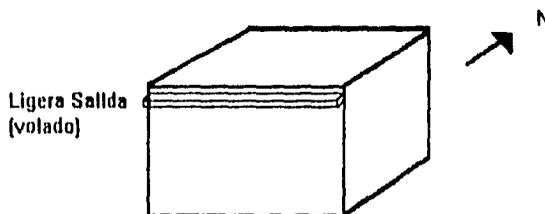


FIGURA No. 1 Orientación más favorable



Se debe tener en cuenta que es importante la captación de radiación solar en invierno ya que es cuando la temperatura es más baja, en las otras estaciones se puede tener una temperatura confortable para lechón a excepción del verano. cuando la temperatura aumenta, para este caso es que se recomienda la ligera salida del techo en la orientación sur.

En su alojamiento los animales mismos constituyen la única fuente de calor susceptible de luchar contra el rigor del clima. como ya se explicó anteriormente es necesario tener un control de la temperatura, los cambios bruscos de temperatura se han ido controlando por medio del aislamiento, éste tipo de construcción es todavía empírico según lo explica la literatura. Un buen aislamiento térmico no sólo sirve para mantener la cochiquera fresca en verano, sino también aminora los costos de calefacción.

Para tener un mejor control de todos los factores que afectan a los lechones es recomendable aislar el suelo, ésto es de gran importancia, ya que los lechones tienen más contacto con él. existen locales en que el suelo es de cemento y tienen camas de paja, el aislamiento es innecesario para este tipo de cochiqueras. pero, si carece de ellas debe dársele una capa de aislamiento con la finalidad de no perder calor.

Las paredes deben ser aislantes, y deben ser impermeables en el caso de que la cochiquera sea cerrada, en general, las construcciones con ladrillos se repellan con cemento al objeto de retener la radiación solar y conducción hacia el interior de la cochiquera. También se usan estructuras aisladas de cemento y recubiertas, pero si la cochiquera va ser usada continuamente deben pulirse por fuera y cubrirlas con una capa de barniz para evitar la filtración de agua por la humedad. El techo como norma general, se proeurará que sea más bajo en las zonas de clima frío y más altos en zonas cálidas.



Por otro lado las ventanas son un factor importante en la cochiguera ya que se colecta el calor de la radiación solar, así como la entrada de aire fresco que puede entrar por la misma.

### 2.3.3 VENTILACIÓN

La ventilación tiene por objeto asegurar la evacuación de los gases tóxicos (sulfuro de hidrogeno y amoniaco), así como el exceso de humedad y ayudar a mantener la temperatura deseada en el interior de las cochigueras (instalaciones).

La ventilación eficaz depende de una distribución uniforme del aire en las cochigueras (instalaciones). Las corrientes pueden causar una estres por frío en los animales, mientras que las áreas estancadas podrían conducir a una estres por calor.

La ventilación permanente debe asegurar simultáneamente la evacuación del aire viciado a medida que este se produce, reemplazándolo por aire fresco y mantener una temperatura adecuada para el crecimiento de los lechones.

El aire fresco al entrar a la cochiguera no alcanza a mezclarse con el del interior cuando éste es más frío y denso, descende al nivel de los cerdos causándoles molestias por el cambio de temperatura, es importante que el tipo de ventilación permita el mezclado de aire para no perturbar a los lechones.

El sistema respiratorio del lechón puede ser afectado por los contaminantes que existen en el aire si éstos no son retirados; los que más preocupan son los microbianos, el polvo, gases y vapores olorosos, los cuales surgen de los mismos lechones y sus actividades.



El aire de las cochiqueras se contamina con varias docenas de gases fijos y vapores olorosos que despiden la composición del estiércol. Los relacionados con la salud y el comportamiento productivo del lechón, son el sulfuro de hidrógeno y el amoníaco, concentración normalmente presente en cochiqueras cerradas, los lechones toleran bien el sulfuro de hidrógeno. Cuando se agita la basura, al nivel del piso la concentración de sulfuro de hidrógeno puede llegar a más de 1000 ppm- letal para los humanos como para los lechones.

El amoníaco está presente en las cochiqueras en una concentración de hasta 100 ppm. A los 50 ppm el amoníaco de la atmósfera obstaculiza la capacidad del lechón para deshacerse de las bacterias de los pulmones, y disminuye su crecimiento cuando excede 75 ppm.

El control de la contaminación del aire puede tener por objeto la prevención o la eliminación del amoníaco y del sulfuro de hidrógeno. El aire lo suficientemente renovado permite crear unas condiciones ambientales y como consecuencia una mejor salud y un crecimiento mucho más rápido.

CERDOS	VENTILACIÓN m3/hora/cerdo	
	Invierno	Verano
Menos de 50 Kg	10 ó 15	70

***La eliminación de los contaminantes depende principalmente de la ventilación.***



### **3. CONSUMO DE ENERGÍA EN PLANTAS PORCÍCOLAS DE DESTETE**

---

#### **3.1 CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PLANTA TRADICIONAL DE DESTETE**

---

En la granja experimental porcina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia se cuenta con dos salas de destete tradicionales que tienen aproximadamente 20 años de construcción, las salas cuentan con sistemas de iluminación a base de lámparas fluorescentes, la iluminación es usada exclusivamente para que los doctores veterinarios trabajen con los lechones, es decir, que puedan vacunarlos y revisarlos; se ha observado en algunas investigaciones sobre el efecto de la iluminación en el engorde, que a una obscuridad absoluta (24 horas sin luz); periodo de 14 horas de luz y 10 horas luz, la ganancia de peso (kg de alimento) no presenta diferencias importantes. Concluyéndose de esta manera que la iluminación no afecta en la ganancia de peso de los lechones.

Por otro lado la energía eléctrica se utiliza también para calefacción por ser necesario el mantener una temperatura entre 24 a 26 °C. para poder lograr esta temperatura para los lechones, se utilizan lámparas incandescentes de 250 W por el efecto de calentamiento que se logra. Se instalan estas lámparas en cada uno de los corrales para mantener calientes a los lechones, regularmente se instala una lámpara por cada 10 lechones.



Se puede llegar a usar energía eléctrica para ventilar las plantas, pero en éstas se utilizan las ventanas y puertas para dejar pasar aire, cuando en el exterior de la planta la temperatura es baja, se cierran ventanas y puertas, esta actividad es manual, cuando la temperatura es alta abren ventanas y puertas del mismo modo. Este tipo de ventilación manual no es muy confiable ya que no se asegura la eliminación de los gases tóxicos (amoníaco o sulfuro de hidrógeno).



### 3.2 CONSUMO DE ENERGÍA PLANTA PILOTO DE DESTETE

Como una alternativa de solución a los gastos por consumo de energía eléctrica por calefacción, existente en las plantas de destete tradicionales, se construyó una sala de destete piloto hecha a base de material aislante y cemento; se utilizó como material aislante el poliestireno (PS) estructural; esta solución es parte de un sistema pasivo de enfriamiento, ya que al colocarlo estamos disminuyendo la ganancia de calor al interior por conducción.

Esta planta entró en funcionamiento hace aproximadamente 4 años, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia realizó un estudio con cuatro grupos de lechones, 2 grupos llamados de referencia (planta tradicional) y dos grupos piloto (en la planta piloto, de poliestireno). El experimento sirvió para determinar el consumo de energía eléctrica en cada una de las plantas. A continuación se muestra la tabla obtenida.

PARAMETRO GRUPO	DAIS	No. LECHONES	CONSUMO POR ILUMINACIÓN (kWh)	CONSUMO POR CALOR (kWh)	TOTAL (kWh)	CONSUMO (kWh/día)	CONSUMO (kWh/lechón-día)
1er. Grupo de referencia	35	45	262	387	649	18.4	0.412
1er. Grupo Piloto	35	34	265	---	265	7.57	0.222
2do. Grupo de referencia	42	30	336	256	592	14.10	0.470
2do. Grupo Piloto	42	44	306	---	306	7.28	0.165



### 3.3 CONCLUSIONES

---

De esta tabla se pueden hacer varios comentarios; al haber eliminado las lámparas incandescentes en la planta piloto en el 1er. grupo, el consumo disminuyó en un 60%, para el 2do. grupo disminuyó en un 50%.

El consumo por día promedio fue de 7.42 kWh/día en la planta piloto. de aquí y sabiendo que la planta tiene instalados ocho luminarios de 2X75 W (cada uno demanda 173 W), se sabe que la iluminación es utilizada durante 11 horas al día para que los lechones tengan suficiente nivel luminoso; lo cual no implica el que se aproveche para engorda, es decir que se consuma alimento porque existe iluminación.



## 4. ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA PLANTA PILOTO Y TRADICIONAL

### 4.1 INSTALACIÓN Y EQUIPO EXPERIMENTAL

Las mediciones efectuadas a los dos tipos de planta: la tradicional y la piloto (poliestireno), fueron con un transductor digital con termopar para la temperatura.

#### 4.1.1 PROCEDIMIENTOS

Las paredes y el techo se dividieron exactamente a la mitad (Ver fig. 2) para hacer las mediciones, las mediciones fueron desde las 8:12 hrs hasta las 19:40 tomando mediciones aproximadamente cada 30 minutos durante el mes de abril.

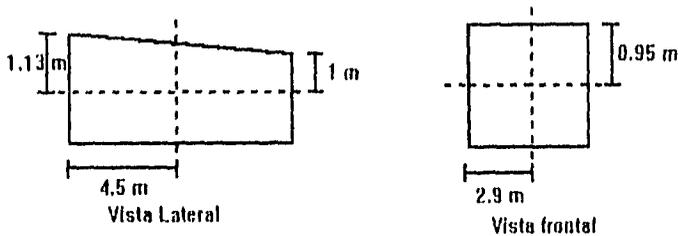


FIGURA No.2 Paredes de la Planta Piloto



La temperatura ambiente, del interior de las granjas se tomaron a la altura de los lechones en diferentes puntos, la temperatura se estabilizaba aproximadamente en dos minutos ésto se hizo para todos los puntos en donde se midió. Ya que se contaba con un sólo termómetro para realizar las mediciones de temperatura de las plantas, las mediciones hechas en la tradicional están defasadas aproximadamente 15 min, con respecto a la planta de poliestireno, para hacer las gráficas comparativas se despreció la diferencia de tiempo en que fueron tomadas las mediciones.

#### **4.1.2 CONDICIONES EXPERIMENTALES**

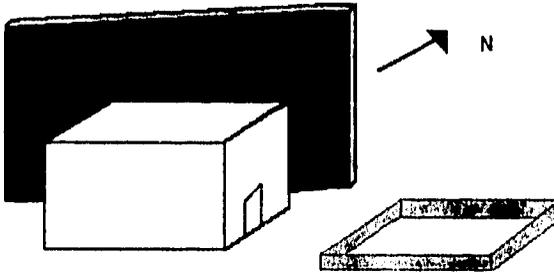
La planta tradicional tiene fachadas hacia el este y oeste, las ventanas están orientadas hacia el sur y norte, en el oeste está ubicada la puerta, junto está la maternidad la cual tiene las mismas características de construcción, el área es más grande y está ocupada por cerdas que acaban de parir, éstas se encuentran con sus crías, la generación de calor interior es muy grande ya que el sistema de calefacción es aún mas grande para los lechones recién nacidos.

En la fachada norte, se tiene un muro de tres metros de altura el cual está separado de la planta unos 20 cm, al oeste se tiene un área en donde la madre esta con los lechones, ésta también está separada unos 2 metros de distancia de la planta tradicional.

Las mediciones se hicieron en las siguientes condiciones:

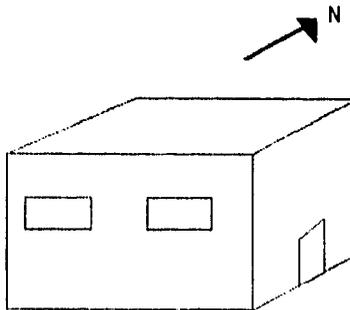
- Las ventanas y la puerta de acceso abiertas.
- El sistema de iluminación se encontraba encendido así como el de calefacción durante toda la medición.
- 46 lechones



**Croquis Planta Tradicional**

Para la planta piloto ( poliestireno) que tiene fachadas al este y oeste, las ventanas se encuentran en la sur y norte, en el este está ubicada la puerta de acceso. no existe en los alrededores ninguna edificación o elemento que obstruya la radiación solar (árboles). Las mediciones se hicieron bajo las siguientes condiciones:

- Las ventanas a un tercio de su abertura
- La puerta totalmente abierta
- El sistema de iluminación encendido durante toda la medición.
- 45 lechones

**Croquis Planta Piloto (Poliestireno)**

#### 4.1.3 RESULTADOS

En la tabla número 1 se muestran las mediciones efectuadas en la planta piloto (poliestireno) en las diferentes fachadas de la misma; es importante mencionar que las lecturas obtenidas de las mediciones de la temperatura ambiente interna a la altura de los lechones no se encuentran dentro de la zona de confort, pero no hay variaciones bruscas de temperatura.

En la tabla número dos se muestran las mediciones efectuadas en la planta tradicional en las diferentes fachadas de la misma; como se puede observar las lecturas obtenidas de las mediciones de la temperatura ambiente interior, está casi el 50% de las mismas dentro de la zona de confort, pero esto es logrado por medio de las lámparas incandescentes que tienen por objeto calentar a los lechones.



## PLANTA PILOTO (POLIESTIRENO)

HORA	FACHADA NORTE		FACHADA ESTE		FACHADA SUR		FACHADA OESTE		TECHO		LAMB INT <sup>1</sup>
	T.EXT	T.INT	T.EXT	T.INT	T.EXT	T.INT	T.EXT	T.INT	T.EXT	T.INT	
8:12	12.5	18.1	19.3	18.4	18.8	17.9	13.7	18.7	17.4	10.0	17.0
9:39	17.1	18.3	30.8	18.8	29.0	19.3	17.6	19.4	22.8	21.0	19.4
10:40	19.7	19.0	35.3	20.3	29.2	20.9	21.1	19.6	32.6	21.4	20.7
11:35	24.7	19.7	30.9	20.1	28.5	20.2	23.6	19.8	38.2	22.5	21.2
12:30	26.3	19.7	32.0	21.9	29.0	21.8	26.5	20.2	43.4	23.8	22.1
13:25	29.6	20.7	30.8	22.0	29.6	22.6	30.2	21.5	44.8	24.5	23.1
14:20	36.9	21.8	30.2	23.1	29.8	23.5	36.1	21.6	44.4	25.1	24.4
16:35	32.3	22.9	27.8	24.2	27.3	23.0	36.8	23	38.8	24.6	23.2
17:20	29.9	22.5	26.0	23.3	25.7	23.2	33.2	23.1	31.7	24.2	23.3
18:30	25.4	22	24.2	23.1	23.2	22.7	26.1	22.8	22.9	22.3	21.9
19:20	22.7	22	22.1	22.6	21.1	21.8	22.8	22.1	23.2	21.3	20.5

TABLA No 1.- Temperaturas registradas en la planta piloto.

## PLANTA TRADICIONAL

HORA	FACHADA NORTE		FACHADA ESTE		FACHADA SUR		FACHADA OESTE		T. TECHO		LAMB INT <sup>1</sup>
	T.EXT	T.INT	T.EXT	T.INT	T.EXT	T.INT	T.EXT	T.INT	T.INT ASB	T.INT TRAN	
9:02	17.0		20.2		18.3		18.2		24.3	24.5	18.2
10:10	19.9		19.0		21.1		20.3		38	33	21.7
11:10	22.3		20.7		22.4		22.5		42	38.7	23.6
12:05	24.3		22.5		24.6		24.3		45.5	41.2	25.3
13:00	25.5		23.4		26.5		25.5		48.2	42.8	25.7
13:50	25.7		23.9		26.1		25.8		43	35.8	25.4
14:50	26.7		24.2		26.2		26.2		34.1	28.6	25.1
16:50	25.5		24.1		25.4		25.3		30.6	25.5	24.1
17:40	24.0		23.2		24.6		24.2		22.3	20.9	22.9
18:50	22.5		21.8		23.3		21.9		17.3	17.4	20.1
19:40	21.2		21.3		22.0		21.3		14.3		19.4

TABLA No. 2.- Temperaturas registradas en la planta tradicional.

ASB= Asbesto

TRANS= Translucido

NOTA. Todas las temperaturas están en grados centígrados y son superficiales excepto la del aire interior.

<sup>1</sup> Temperatura promedio (°C) medida a la altura de los lechones, en diferentes lugares de la planta de destete.



## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL EXPERIMENTO**

---

En este capítulo se presentan las curvas derivadas de las mediciones de temperatura en las distintas plantas de destete (piloto y tradicional), así como una pequeña discusión sobre las curvas obtenidas.

En la Figura No. 1 se presenta el perfil de temperaturas de la fachada norte de la planta piloto, las temperaturas externas, internas y la diferencia, al graficarlas se puede observar si están dentro de la zona de confort y cuantificar el amortiguamiento que presenta, en este caso, el material aislante de la planta (poliestireno).

En la Figura No. 2 se presenta el perfil de temperaturas de la fachada este de la planta piloto, con las mismas características que la anterior.

Para la Figura No. 3 se presenta el perfil de temperaturas de la fachada sur de la planta piloto, con las mismas características que la anterior.

Para la Figura No. 4 se presenta el perfil de temperaturas de la fachada oeste de la planta piloto, con las mismas características.

En la Figura No. 5 se graficaron las temperaturas de los diferentes techos de las dos plantas. La planta tradicional tiene dos tipos de techo, translucido y de

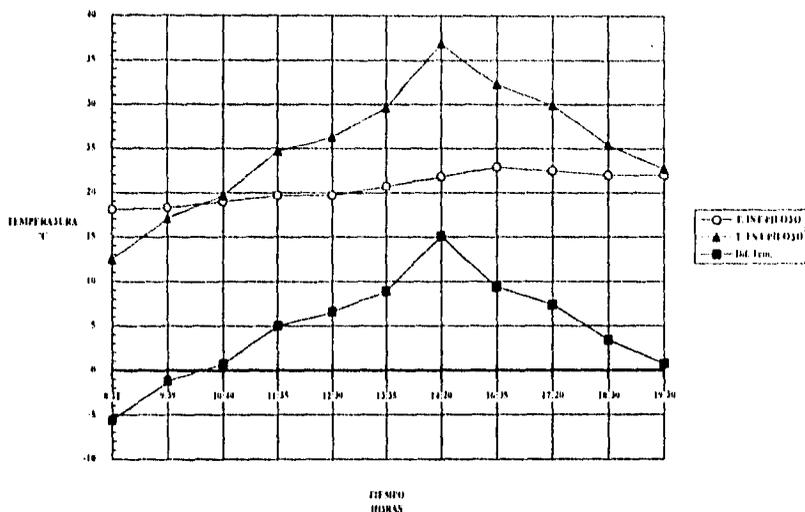


asbesto, el de la planta piloto es de material aislante (poliestireno) con cemento como el de los muros; en la planta tradicional sólo se tomaron las temperaturas interiores y en la piloto se tomaron la interior y la exterior.

Finalmente se grafican las temperaturas en el interior de las plantas, se observa que en la planta piloto a pesar de que las temperaturas registradas no están dentro de la zona de confort no existen variaciones. En la planta tradicional más del 50 % de las mediciones están dentro de la zona de confort y existen algunas variaciones, esto se logro con la ayuda de las lámparas incandescentes de 250 W.



**FIGURA 1.- PERFIL DE TEMPERATURAS FACHADA NORTE DE LA PLANTA PILOTO**



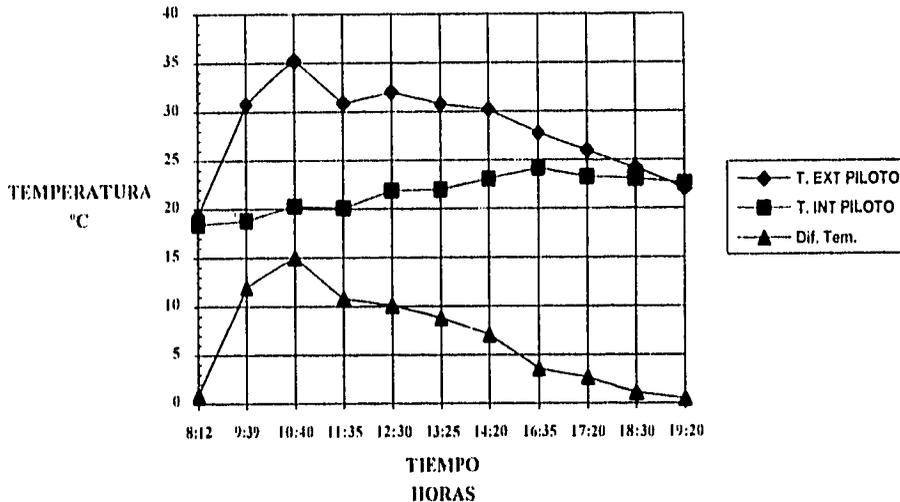
Se observa que cuando en el exterior se presenta la temperatura máxima, en el interior se tiene una diferencia de temperatura de 15 °C.

La temperatura exterior máxima es registrada a las 14:20 hrs., mientras que la máxima interna ocurre a las 16:35 hrs, ésto nos indica que existe un retraso térmico de 2 horas con 15 minutos.

A pesar de que existe un periodo de tiempo, en la mañana, cuando la temperatura en el exterior es baja; la temperatura en el interior de la planta se mantiene confortable; por otro lado podemos observar que el aumento en la temperatura a lo largo del día no es drástica, ya que no hay picos pronunciados que pueden causar problemas en los lechones.



**FIGURA 2.- PERFIL DE TEMPERATURAS FACHADA ESTE DE LA PLANTA PILOTO**

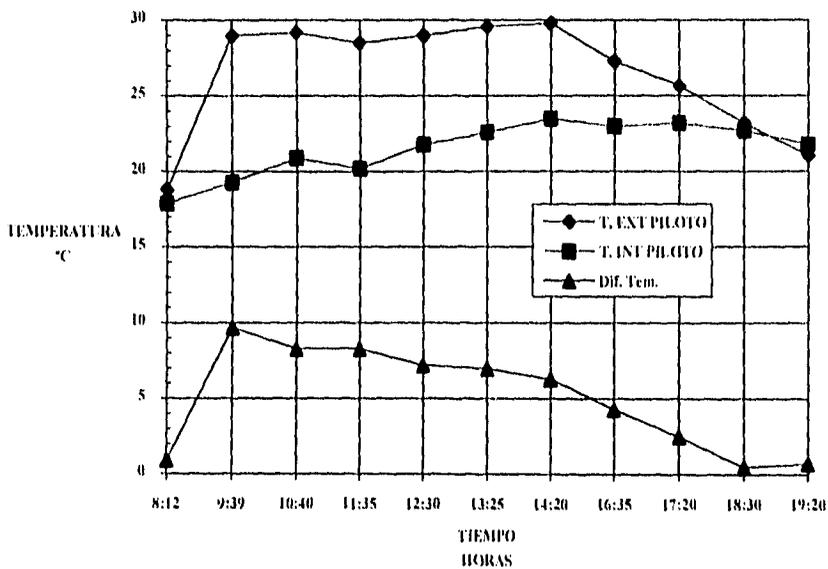


Para este caso existe una diferencia de temperatura de 15 °C y un retraso térmico de 6 horas entre el exterior e interior.

Se observa en esta fachada, que la temperatura interior no sufre cambios bruscos, es decir no existen picos en las lecturas de la temperatura que pueden causarles problemas a los lechones, aunque es la que recibe radiación solar gran parte de la mañana..

Para cuando se presenta la temperatura interior, ésta se encuentra dentro de la zona de confort y cuando se presenta la mínima, está 6 °C abajo.



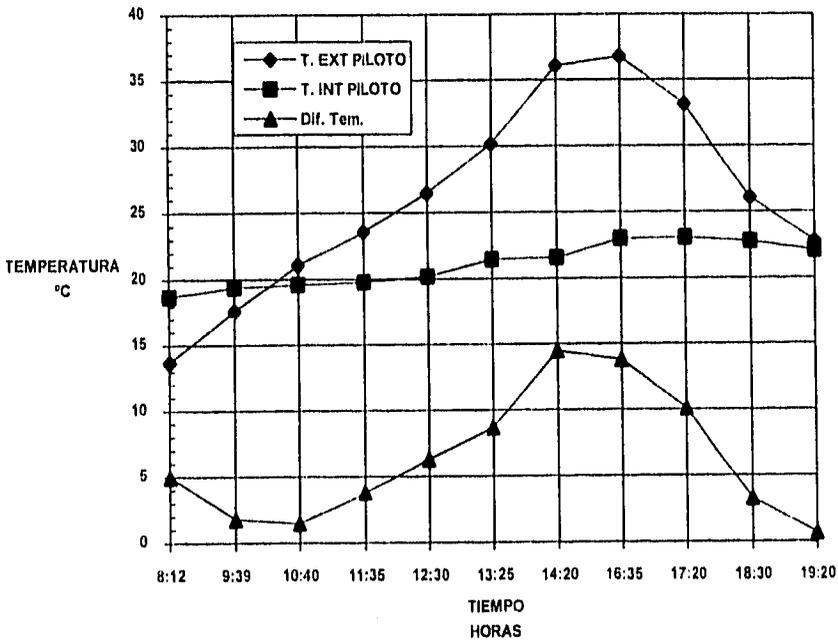
**FIGURA 3.- PERFIL DE TEMPERATURAS  
FACHADA SUR DE LA PLANTA PILOTO**

Esta pared es la más crítica, recibe más radiación durante los meses del año, en ésta se presenta una diferencia de temperatura de 6 °C a las 14:20 hrs; sin embargo a las 9:39 hrs. existe otra caída más crítica de 10 °C.

En este caso no existe retraso térmico ya que las temperaturas máximas tanto interiores como exteriores se registran a la misma hora.



**FIGURA 4. PERFIL DE TEMPERATURAS FACHADA OESTE DE LA PLANTA PILOTO**

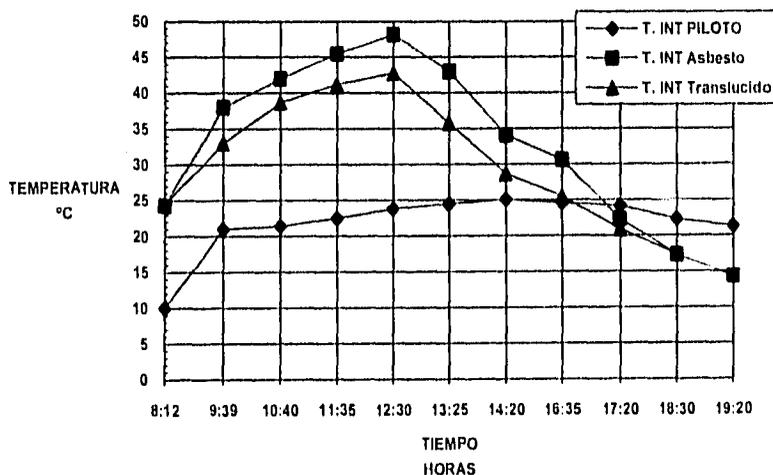


Esta fachada recibe más calor solar por las tardes, registrándose las dos más altas a las 14:20 y 16:35 hrs, existe una caída de temperatura de 14 °C. No existe retraso térmico. amortiguamiento de 14 °C. No existe retraso térmica.

Por otro lado, en la mañana la temperatura exterior es menor que en el interior existiendo una diferencia de temperatura de 5 °C, si existiera este tipo de material, habría problemas con los lechones por la temperatura baja en las mañanas y alta en las tardes.



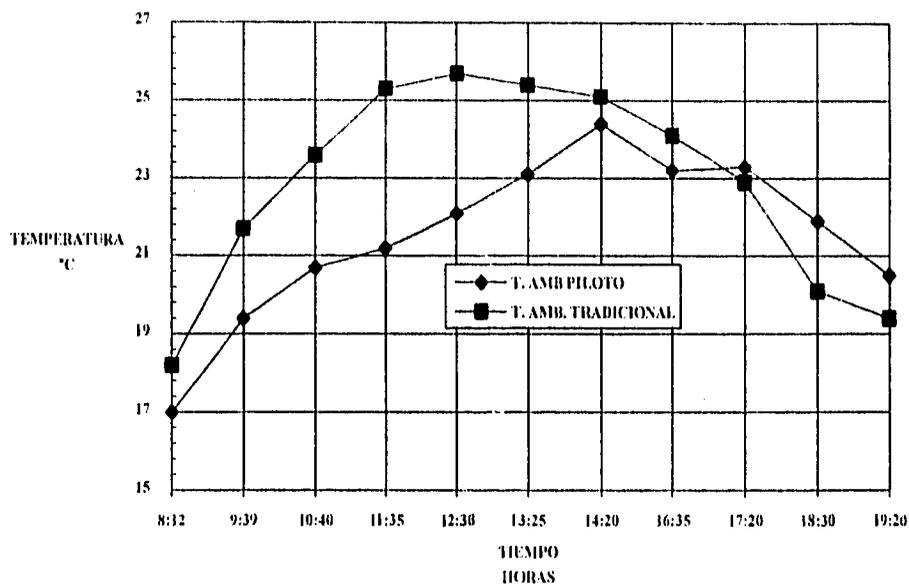
**FIGURA 5.- PERFIL DE TEMPERATURAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TECHO DE LAS PLANTAS, TRADICIONAL Y PILOTO**



Es evidente que el techo es la parte más expuesta a la radiación solar en este tipo de construcciones, el área del techo comparada con las paredes es mayor. En la gráfica se puede apreciar que la temperatura interior de la planta tradicional (techo translúcido) es la que registra una temperatura mayor, 48 °C, seguida por la del techo de asbesto con 42 °C. Mientras que en la planta de poliestireno se registraron 24 °C. Se tiene una diferencia entre la temperatura interior del techo translucido con el de asbesto de 18 °C.

Cuando se registra la temperatura interior máxima en la planta tradicional, en los dos tipos de techo a las 12:30 hrs, en la planta de poliestireno se registra una temperatura de 24 °C. Se tiene un retraso de dos horas.



**FIGURA 6.- PERFIL DE TEMPERATURAS INTERIORES DE LAS PLANTAS PILOTO Y TRADICIONAL**

Se puede apreciar que la temperatura interna de la planta de poliestireno es más baja que en la tradicional, es notorio que se encuentra en el rango de confort de los lechones, pero esto se logra con la ayuda de lámparas incandescentes de 250 W, lo cual implica un aumento en la demanda y consumo de energía eléctrica.

Para el caso de la planta piloto, las temperaturas van aumentando lentamente, lo cual y como ya lo hemos mencionado no causa alteraciones en la conducta de los lechones, ni provoca problemas estomacales.



## **6. ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA LA PLANTA PILOTO (Planta Propuesta)**

---

En este capítulo se presenta una propuesta para optimizar la planta piloto ya existente, para lograr este objetivo hay que analizar varios aspectos como son el utilizar sistemas pasivos de enfriamiento, lo cual consiste, en este caso en optimizar el espesor del aislante térmico de la planta; el lograr una ventilación adecuada que permita mantener una temperatura de confort para los lechones y la eliminación de los gases, así como el eficientizar el sistema de iluminación actual.

### **6.1 SISTEMAS PASIVOS**

---

Para poder hacer un diseño adecuado es necesario tener en mente desde el proyecto un estudio bioclimático (análisis de las condiciones climáticas existentes de la región), ya que los cambios que se pueden hacer para acondicionar un local ya en operación serían directamente en la construcción, lo cual es muy costoso.

La planta de poliestireno tiene ventanas muy pequeñas y casi pegadas al techo, aunque la ganancia de calor por radiación es significativa, se podría adaptar volados a las ventadas que están orientadas hacia el sur, pero no es aplicable para este caso, ya que la generación de calor por parte de los lechones es la carga más grande e importante. Por otro lado se podría intentar ganar menos calor cambiando la orientación de la planta (Ver figura 3), o variando la temperatura de confort dentro del rango de 24 °C a 26 °C.



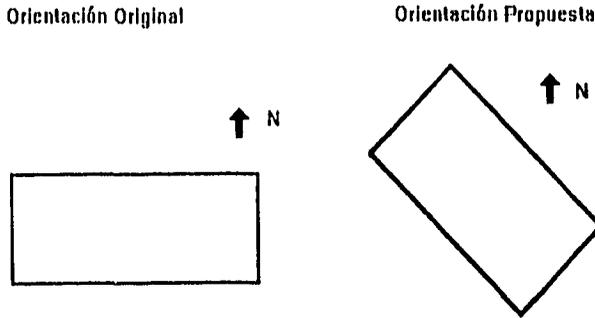


FIGURA 3.- Orientación original y propuesta

#### 6.1.1. OPTIMIZACIÓN DE LOS ESPESORES DEL AISLANTE TÉRMICO

Para estimar la carga de calor que se tiene en la planta fue necesario cuantificar la ganancia de calor por radiación, conducción (y convección) y por los lechones, el método usado para hacer el cálculo de los coeficientes convectivos se basó en el proyecto de NOM (Norma Oficial Mexicana) de Eficiencia Energética Integral en Edificaciones no mayor de tres pisos (actualmente está en proceso), ver anexo 1, y el método de Modern Air Conditioning, heating and Ventilating. (de Willistt CARRIER) para el cálculo de ganancia solar por radiación. Para hacer los cálculos, los datos fueron obtenidos del proyecto de NOM. Este cálculo se puede observar en el Apéndice A.



Para hacer el cálculo fue necesario fijar ciertos parámetros; algunos de diseño y otros por las condiciones de confort de los lechones, y las propias características térmicas de los materiales.

Se hicieron dos tipos de cálculos uno para cuantificar la ganancia de calor total actual en la granja y otro para determinar los espesores óptimos de las paredes y techos; éste último depende del primero, así como el sistema de ventilación propuesto, el cual funciona sin energía eléctrica; consiste en un extractor eólico que funciona por medio de una diferencia de densidades, con el movimiento del aire se mueven las aspas y saca el aire interior hacia el exterior.

Para el análisis se consideró la temperatura interior de 25 °C y se hizo el cálculo de ganancia por radiación solar en vidrios ordinarios (3mm), los cuales están colocados en la fachada norte y sur (orientaciones originales); el cálculo para muros se hizo con las orientaciones originales norte, sur, este y oeste, obteniéndose una ganancia de calor total de 3848.89 W. Ver apéndice A.

El cálculo aplica si se cambian las orientaciones, las dimensiones de ventanas, muros y techos, de esta manera se pueden hacer combinaciones con las orientaciones y/o dimensiones de ventanas, muros y techo; así como encontrar el espesor óptimo en muros y techo, y la mejor orientación de ventanas para adquirir una menor ganancia de calor.

Para determinar los espesores óptimos del aislante en el techo y muros, se hicieron corridas para diferentes espesores y se iteró considerándolo como un sistema único. hasta que el método antes mencionado convergió.



Para obtener el espesor del muro, se fijó el espesor del techo y se fue variando el del muro, al irlo variando, el costo se incrementó (costos de 1994) y la ganancia de calor disminuyó, para poder referir la ganancia de calor a costo se hizo el cálculo del número de extractores necesarios para tener la temperatura interior al valor fijado (25 °C), para analizar este caso se hizo el cálculo para obtener el número de extractores necesarios (Ver punto 4.2) para mantener la temperatura interior. Al obtener el espesor en el muro, éste es usado como fijo y el que se varia en esta ocasión es el del techo, y así sucesivamente hasta que los espesores se repitan en los cálculos.

En la figura No. 1, se muestra la gráfica en la que se obtiene por la intersección de las líneas de costos, del espesor del aislante con el costo por extractores, el espesor del aislante del techo se determinó en 10.6 cm.

En la figura No. 2, se presenta la misma situación pero determinando el espesor óptimo del muro, 9 cm.

NOTA: Los precios del material, extractores (turboventiladores) son dato de 1994.



MURO

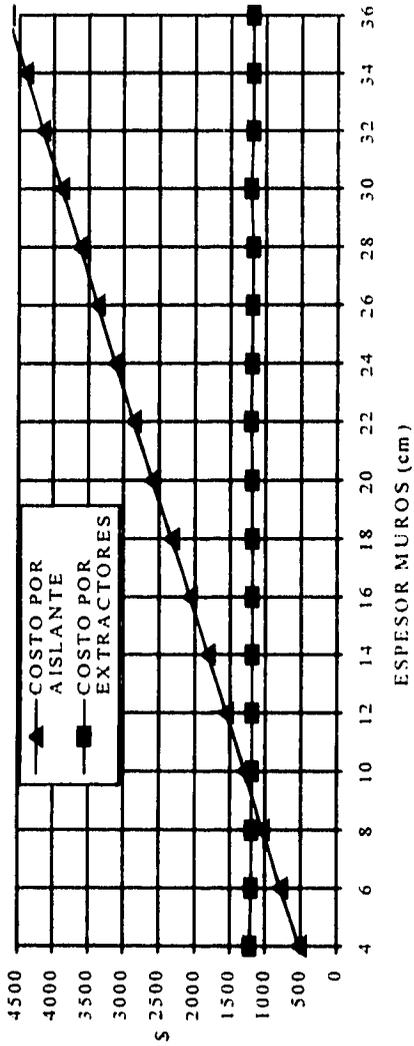
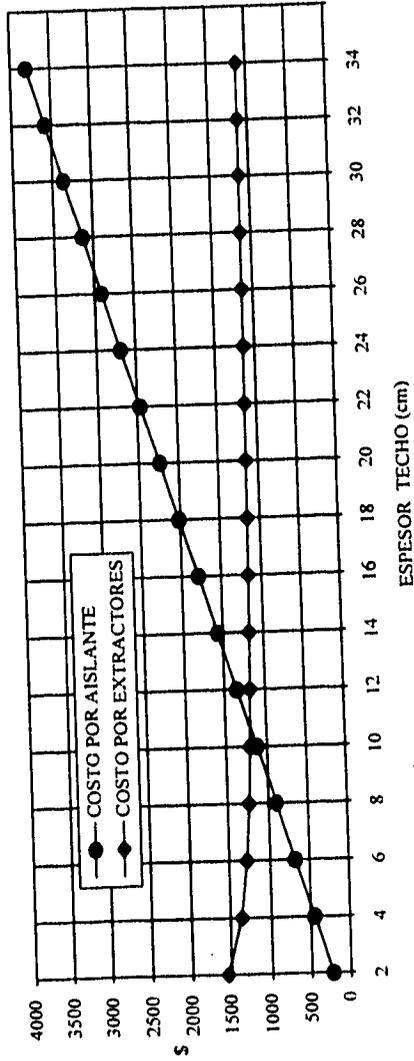


FIGURA 1.- ESPESOR OPTIMO DE LOS MUROS

ESPESOR DE TECHO 10.6 cm



TECHO



ESPESOR MUROS 9 cm

FIGURA 2.- ESPESOR OPTIMO DEL TECHO



## **6.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DEL AIRE**

---

Como ya se mencionó anteriormente es importante tener una buena ventilación en el interior de la granja, manteniendo 25 °C, es importante mencionar que el objetivo de este trabajo es no utilizar energía eléctrica, por lo que se estudió la posibilidad de introducir aire a menor temperatura, humidificándolo, sin embargo se determinó que no es aplicable para este caso.

Se hizo un nuevo cálculo con extractores, los cuales funcionan con una diferencia de 3 °C entre el interior y el exterior o con una velocidad del viento de 2.5 km/hr (41.6 m/s), los costos de mantenimiento y conservación son nulos (según dato de fabricante), manejan 1000 m<sup>3</sup>/hr. Los datos fueron proporcionados por la empresa de Turbo Ventiladores S.A. de C.V. Ver Anexo 2.

Para determinar el número de extractores necesarios se hizo una analogía con el flujo de calor que circula por un tubo, Ver Figura 4. Se calcula la temperatura de salida del tubo ( $T_s$ ) la cual es función del gasto másico ( $m$ ) que manejan los extractores y se obtiene el promedio de la temperatura de salida y de la de entrada, la cual es la temperatura en el interior de la granja, pudiendo determinar de esta manera el número de extractores necesarios.





FIGURA 4. - flujo de calor que circula por un tubo

**DATOS**

$$C_p = 1005 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

$$\rho = 0.9163 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{m} = 0.254 \text{ kg/s para un extractor}$$

$$T_e = 28.2 \text{ }^\circ\text{C} = 301.2 \text{ }^\circ\text{K}$$

Con la ganancia de calor total obtenida con las condiciones actuales de la planta  $3948.886 \text{ W}_{\text{térmicos}}$

Número de Extractores	Flujo másico kg/s	T salida °C	T int °C
1	0.254	12.73	20.46
2	0.508	20.46	24.34
3	0.762	24.04	25.62



Si se hace un nuevo cálculo con los espesores óptimos, se obtiene una nueva ganancia de calor total en la planta 3664.3 Wt. Ver Apéndice B, para el cálculo del número de extractores.

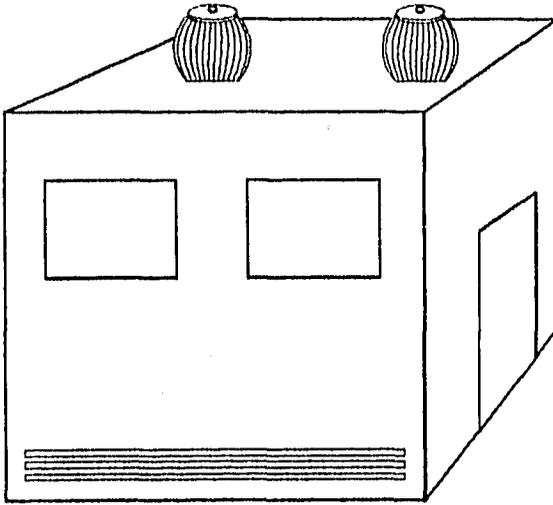
<i>Número de Extractores</i>	<i>Tem int °C</i>
1	21
<b>2</b>	<b>24.6</b>
3	25.8

De esta manera se concluye que se necesitan dos extractores para la planta propuesta.

Ya que se pretende que la puerta y las ventanas se mantengan cerradas, se necesita un espacio por donde entre el aire, se propone un sistema de rendijas con una área libre de 3.98 X 0.125 m, manejando un flujo másico de 0.508 kg/s.

Ver figura 5





**FIGURA 5.- Planta de Destete con el Sistema de Extracción de Aire.**



### 6.3 RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENTIZACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

La granja de destete tradicional tiene un sistema de iluminación basado en lámparas fluorescentes. Se cuenta con luminarios de 2x75 W, este tipo de lámparas pueden ser sustituidas por ahorradoras de 60W (Ver Anexo 3) teniendo una disminución en demanda de 15W por cada lámpara, el nivel de iluminancia disminuye en un 10%, considerando que el tipo de trabajo realizado en la planta no requiere de un nivel de iluminancia alto, este factor se puede considerar no importante.

En lo que respecta al balastro puede cambiarse por uno más eficiente (Ver Anexo 4), ésto representaría un aumento en el precio de un 30% pero 40% más de vida.

Al hacer los cambios propuestos la demanda de energía eléctrica disminuye en un 40% por luminario.

En la siguiente tabla se mencionan las características del sistema actual así como del propuesto.

TIPO DE PLANTA	CANTIDAD DE LAM.	TIPO	LÚMENES	WATTS 2 LAM Y BALASTRO	WATTS TOTALES	OBSERVACIONES
Poliestireno estructural	8	2x75	6600	173	692	Lámparas no ahorradoras y balastro convencional
Planta Piloto Propuesta	8	2x60	6000	123	492	Lámparas ahorradoras y balastro de alta eficiencia



De esta manera se obtiene un ahorro en demanda de 200 W, la iluminación es usada en promedio 11 h/día, por lo que se tiene un consumo de 792 kWh/año. Se deduce que la granja experimental está contratada en tarifa 2, ya que su demanda de potencia no es igual o mayor a 25 kW correspondiente a la tarifa 3. Tarifa del mes de abril de 1994. Ver Anexo 5.

Esto implicaría un ahorro de:

$$0.200 \text{ (kW)} \times 11 \left( \frac{\text{h}}{\text{día}} \right) = 2.2 \text{ kWh / día}$$

$$2.2 \text{ kWh / día} \left[ \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}} \right] = 66 \text{ kWh / mes}$$

$$66 \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right] \left( 0.49569 \frac{\text{N\$}}{\text{kWh}} \right) = 32.7 \text{ N\$ / mes}$$

$$32.7 \frac{\text{N\$}}{\text{mes}} \left[ \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \right] = 392.6 \text{ \$ / año}$$

**AHORRO 392.6 \$/año**



## 7. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICA

Para conocer la factibilidad técnica-económica y poder decidir cual es la mejor opción se analizarán las tres plantas estudiadas, tomando como referencia la construcción tradicional.

### 7.1 EVALUACIÓN DE LA GRANJA TRADICIONAL (VEREDA)

Este tipo de planta es construida con cemento, ladrillo y mortero; para poder mantener una temperatura adecuada se utilizan como medio de calentamiento 4 lámparas incandescentes de 250 W; para iluminación se utilizan 4 luminarios fluorescentes de 2x75 W.

Se considera que la vida útil de la construcción es de 20 años; para hacer una evaluación equivalente se consideran 20 años.

LAMPARAS			
	INCANDESCENTE	FLUORESCENTE	BALASTROS FLUOR.
CANTIDAD	4	8	4
VIDA Horas	1000	12000	30000
WATTS	250	75	---
USO k/día	8.6	11	11
CANTIDAD EN 20 AÑOS	252	56	12
COSTO UNITARIO \$	20	12.95	49
COSTO TOTAL EN 20 AÑOS \$	5040	725	588

NOTA: Datos de Catálogo de distribuidor

Los precios de las lámparas y balastos son a noviembre del 94.



El precio de la construcción es aproximadamente de \$ 22230 (15% menos del costo de la planta piloto). Dato del fabricante.

En esta granja se tiene una mortandad de 3 lechones al mes, al año se habrían muerto 36 lechones. Estas muertes son a causa de problemas respiratorios lo cual es ocasionado por cambios repentinos en la temperatura, la cual no debe tener variaciones mayores de 4°C.

El lechón como ya se mencionó, entra a la etapa de destete con un peso de 5 a 7 kg y sale con un peso de 20 a 24 Kg.

En la etapa de finalización, se vende con un peso promedio de 100 Kg; se invierte \$ 340 para llevarlo desde que nace hasta la etapa de finalización. Este costo incluye alimento, medicamentos, mano de obra, veterinario y mantenimiento. Ver Anexo 6.

Se estima que el lechón muere pesando 14 Kg, para lo que ya se ha invertido en él \$ 50; si el precio del kilo de cerdo en pie (vivo) es aproximadamente de \$ 5.00; se pierden \$ 5760 por muerte de lechones y \$ 1800 más, por la inversión en alimento, medicamentos, mano de obra, veterinario y mantenimiento. Por lo que la pérdida es de \$ 7560. Ver Anexo 5

En la siguiente tabla se muestran los costos de la planta tradicional:

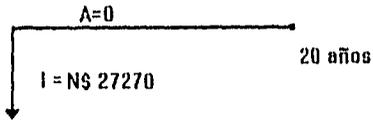
#### **INVERSIONES**

<i>Iluminación</i>	<i>Construcción y Calefacción</i>
Por lámparas fluorescentes \$ 725	Por construcción \$ 22230
Por balastos \$ 588	Por lámparas incandescentes \$ 5040
Total \$ 1313	Total \$ 27270

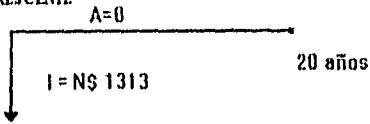
NOTA: Todo es a 20 años



INCANDESCENTE Y CONSTRUCCIÓN



FLUORESCENTE



## 7.2 PLANTA PILOTO (DE POLIESTIRENO)

Esta planta fue construida con la finalidad de mantener una temperatura estable en el interior, y de esta manera disminuir el número de muertes de lechones por enfermedades respiratorias, la cual no cuenta con focos incandescentes de 250 W para proporcionar calor; para iluminación se tienen instalados 4 luminarios fluorescentes de 2x75.

Al igual que en la otra granja la vida útil del material se considerará de 20 años y para que la evaluación sea la correcta se hará una equivalencia a 20 años.

	LAMPARAS FLUORESCENTE	BALASTRO
CANTIDAD	8	4
VIDA horas	12000	30000
WATTS	75	---
USO h/día	11	11
CANTIDAD EN 20 AÑOS	56	12
COSTO UNITARIO \$	12.95	49
COSTO TOTAL EN 20 AÑOS \$	725	588

El precio de la construcción es aproximadamente de \$ 23 490 (datos del constructor 450 \$/m<sup>2</sup>). Dato de 1994, según fabricante.



En esta granja se tiene un ahorro por haber eliminado los focos incandescentes para calefacción, éstos son usados 8.6 h/día (dato obtenido de las mediciones de consumo eléctrico hechas en la planta piloto), se considera que está contratada en tarifa 2 por lo que el ahorro sería el siguiente:

Para 4 focos incandescentes cuya demanda es de 250 W cada foco, en conjunto demandan 1000 W.

$$1(kW) \times 8.6 \left( \frac{h}{día} \right) = 8.6 kWh / día$$

$$8.6 kWh / día \left( \frac{30 días}{mes} \right) = 258 kWh / mes$$

$$258 kWh / mes \left( 0.49569 \frac{\$}{kWh} \right) = 127.8 N\$ / mes$$

$$127.8 \frac{\$}{mes} \left( \frac{12 meses}{año} \right) = 1534.6 \frac{\$}{año}$$

#### AHORRO DE 1534.6 \$/año

Por otra parte en esta planta se tiene una mortandad de 1 lechón al mes, al año se han muerto 12 lechones. Estas muertes siguen siendo por problemas respiratorios, los cuales son causados por variaciones de temperatura (o temperaturas altas), lo que provoca falta de apetito.

Se pierden en total \$3120.00 en los cuales ya se incluye la inversión del alimento, medicamentos, veterinario, etc.

Para este caso se tiene una ganancia en lo que respecta a pérdidas de lechones, de  $7560 - 3120 = \$ 4440$ .

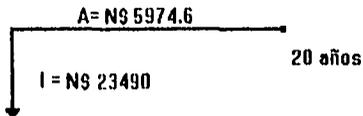
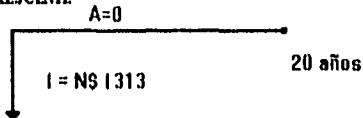


**INVERSIONES**

<i>Iluminación</i>	<i>Construcción</i>
Por lámparas fluorescentes \$ 725 Por balastos \$ 588	Por construcción \$ 23490
Total \$ 1313	Total \$ 23490

**AHORROS**

Por muerte evitada de lechones	\$ 4440.00
Por eliminar focos incandescentes	\$ 1534.60
Total	\$ 5974.60

**CONSTRUCCIÓN****FLUORESCENTE**

### 7.3. PLANTA PROPUESTA (MEJORAS PARA LA PILOTO)

Esta planta presenta mejoras a la actual (planta piloto), cuenta con los espesores adecuados así como la ventilación necesaria para desalojar los gases que son producidos por los lechones. Para el sistema de iluminación se utilizarán lámparas ahorradoras (2x60) y balastos de alta eficiencia o bajas pérdidas consiguiendo con esto una disminución en el consumo y en la facturación.

Al igual que en la opción anterior no se cuenta con focos incandescentes para calefacción ya que utilizará el mismo tipo de material.

Se considera al igual que en las opciones anteriores una vida útil de 20 años y se hará una equivalencia a 20 años.

	LAMPARAS FLUORESCENTE AHORRADORA	BALASTRO ALTA EFICIENCIA
CANTIDAD	8	4
VIDA horas	12000	50000
WATTS	60	
USO h/día	11	11
CANTIDAD EN 20 AÑOS	56	8
COSTO UNITARIO \$	14.80	66.25
COSTO TOTAL EN 20 AÑOS \$	828.8	530

El precio de la construcción es aproximadamente de \$ 23686.



Al igual que en la opción anterior se tienen un ahorro por haber eliminado los focos incandescentes para calefacción, el ahorro por la eliminación es de \$ 1534.6/año.

NOTA SE CONSIDERA EL MISMO AHORRO YA QUE EL PUNTO DE REFERENCIA ES LA GRANJA TRADICIONAL

Para la planta piloto con las recomendaciones que se proponen, se estima que no se morirá ningún lechón, ya que para este caso se está controlando la ventilación por medio de ventiladores eólicos; lo que logrará que la temperatura sea estable en el interior de la granja.

Esto implica un ahorro de \$ 7560.

La inversión por los ventiladores será de \$ 1000.00 (por dos) sin costos de mantenimiento ni de operación. Incluye instalación.

Por otro lado al hacer el cambio del sistema de iluminación por un sistema ahorrador se tiene un ahorro por consumo y facturación<sup>1</sup>, este ahorro es de \$ 392.6/año.

#### INVERSIONES

<i>Iluminación</i>	<i>Construcción</i>
Por lámparas fluorescentes \$ 828.8 Por balastos \$ 530	Por construcción \$ 23686
Total \$ 1558.8	Total \$ 23686

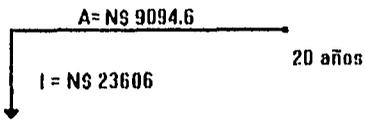
#### AHORROS

Por muerte evitada de lechones	\$ 7560.00
Por eliminar focos incandescentes	\$ 1534.60
Por cambio de lámparas fluorescentes	\$ 392.60
Total	\$ 9487.20

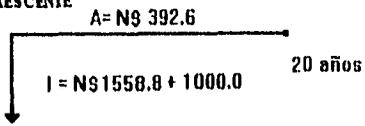
<sup>1</sup>La justificación y desarrollo se explican en el tema de "Eficientización del Sistema de Iluminación".



CONSTRUCCIÓN



FLUORESCENTE



#### 7.4 FLUJOS DE EFECTIVO

---

Para determinar si la planta con las recomendaciones es la más rentable es necesario hacer un cálculo a valor presente de todos los ahorros y hacer la comparación con la inversión, de esta manera se puede comprobar si es la mejor opción.

Para poder hacer dicho cálculo es necesario conocer el Factor del Valor Presente el cual esta dado por la siguiente formula:

$$FVP = \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$$

Donde:

i= tasa de descuento,  $i = Y - X$ , donde

Y= tasa bancaria: préstamo o Ahorro

X= Inflación

n= vida del proyecto (20 años)

**VP=FVP (A)**

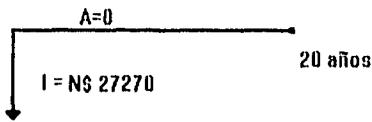
VP= Valor Presente

A= Anualidades (ahorros al año)



De esta manera se encontraron que las diferentes granjas tienen un valor presente neto, de:

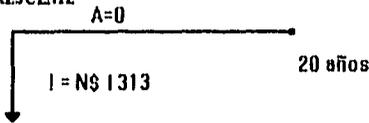
**Planta tradicional**



En esta granja se tiene un flujo de efectivo negativo debido a que no se tienen ahorros.

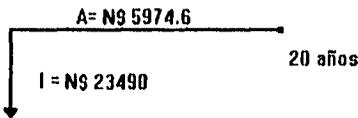
Por otra parte esta granja es usada como referencia para los demás cálculos de las otras opciones.

**FLUORESCENTE**



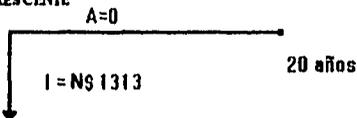
**Planta piloto de poliestireno (actual)**

**CONSTRUCCIÓN**



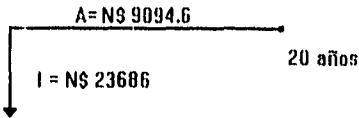
En esta granja se tienen beneficios por los ahorros logrados y por la muerte evitada de los lechones. El flujo de efectivo en este caso es positivo, lo que significa que estoy ganando a valor presente \$ 12, 598.00.

**FLUORESCENTE**

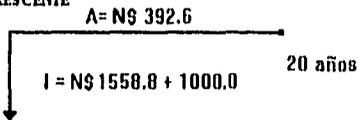


Planta propuesta (mejoras a la piloto)

## CONSTRUCCIÓN



## FLUORESCENTE



Para este caso se tienen mayores beneficios por la muerte evitada de los lechones, por la instalación del sistema de ventilación y por la aplicación de equipo de iluminación eficiente.

Aunque la inversión es mayor la relación beneficio-costo es más atractiva ya que los ahorros los superan.

Por otro lado el flujo de efectivo me indica que se está ganando a valor presente \$ 33145.10; siendo esta la mejor opción por tener mayores beneficios.



## 7. CONCLUSIONES

---

En las plantas de destete tradicionales (vereda) el control térmico es empírico, ésto ha ocasionado la muerte de muchos lechones por los cambios bruscos de temperatura; para subsanar el problema térmico, comúnmente se hace uso de energía eléctrica para mantener a los lechones a una temperatura adecuada, ésto por medio de lámparas incandescentes, las cuales son sumamente ineficientes energéticamente. Por otro lado, para desalojar los vapores olorosos de la composición del estiércol, así como las concentraciones de amoniaco y sulfuro de hidrógeno que se encuentran en las coehiqueras, es necesario instalar un sistema de ventilación capaz de eliminar esas concentraciones en las plantas y al mismo tiempo mantener una temperatura constante en el interior de la planta.

Al cambiar el sistema de iluminación por uno más eficiente y al sustituir el sistema de calefacción a base de lámparas incandescentes por la utilización de materiales aislantes, implicó un ahorro de energía de 1200 W en demanda lo que significa un ahorro de 1927 \$/año, cabe mencionar que la planta a la que se le están haciendo las recomendaciones es muy pequeña por ser una planta experimental.

Los ahorros obtenidos por los aumentos en las tarifas eléctricas cada vez serán mayores, ya que éstas están aumentando continuamente. Cabe mencionar que al ser las medidas de ahorro de energía económicamente rentables habrá más aplicación de las mismas. Es evidente que los precios de los equipos ahorradores de energía han ido subiendo de precio más aprisa que las tarifas eléctricas, pero aún así los proyectos en esta rama resultan rentables.



Es importante hacer notar que a la empresa suministradora de energía eléctrica le cuesta más de 1000 USD el instalar 1000W en una planta generadora de energía eléctrica, al haber aplicado las medidas de ahorro y haber optimizado los recursos, se ha podido evitar la instalación de 1000W, si hablamos de emisiones a la atmósfera se pueden dejar de emitir 178 toneladas de CO<sub>2</sub> y 9,175 litros de agua evaporada en las plantas termoeléctricas. Dato de CFE. Ver Anexo 7.

Al hacer la evaluación económica para determinar cual de estas opciones es la más viable económicamente, se concluyó que al evitar la muerte de los lechones, al instalar un sistema de ventilación, aún teniendo inversiones más altas, la planta adecuada con las recomendaciones (planta mejorada) tiene más beneficios que la actual (planta piloto).

Así podemos concluir que si se llevan a cabo las recomendaciones hechas para la planta piloto, se obtienen ahorros considerables al eficientar el sistema de iluminación, al optimizar los espesores del material aislante en muros y techos para eliminar el sistema de calefacción a base de lámparas incandescentes y al emplear un sistema de ventilación que eliminará los gases olorosos y mantener una temperatura constante en el interior de la planta, se logran ahorros considerables con una relación beneficio/costo mayor a uno y la recuperación de la inversión en menos de tres años, el flujo de efectivo a valor presente resultó ser mayor al aplicar estas recomendaciones, la muerte de los lechones por enfermedades respiratorias se nulificó y se logró reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera.



De acuerdo al análisis realizado en la planta piloto se proponen medidas que eficientizan aún más esta planta, de esta manera la planta piloto mejorada tiene las siguientes características:

-  Cambio de orientación (45° de inclinación con respecto a la horizontal).
-  Cambio de espesores en los muros y techo (9 y 10 cm respectivamente).
-  Instalación de dos turboventiladores que garantizan una temperatura de confort dentro de las cochiqueras así como la eliminación de los gases tóxicos.
-  Instalación de un sistema de iluminación eficiente a base de lámparas fluorescentes de 60 W T12 con balastro de 2x60 de alta eficiencia o balas pérdidas.



## 8.1 RECOMENDACIONES

---

A raíz de este trabajo de tesis se pueden desprender algunas recomendaciones adicionales para su estudio y análisis:

a) Controlar la ventilación por medio de un sensor de temperatura que enviará una señal a un actuador, el cual colocará en una posición correcta las ventanas o algunas ventilas diseñadas en base a esto.

b) Este trabajo analiza un sistema pasivo de enfriamiento, se recomienda el estudiar la bioclimática del lugar y dar una solución aceptable al problema desde ese punto de vista.

c) Es importante el estudiar el comportamiento de los lechones en lo que se refiere a eficiencia alimenticia, al haber logrado una temperatura estable en el interior de la planta, así como el observar que sucede con las enfermedades respiratorias y que efecto tiene en lo que se refiere a los problemas digestivos y de stress, que sufren los lechones al ser separados de la madre y no tener un ambiente favorable para su crecimiento. Definitivamente esta propuesta es para la Facultad de Veterinaria y Zootecnia ya que no está dentro de las posibilidades de la Facultad de Ingeniería.

d) En lo que se refiere al sistema de iluminación se pueden optar por sistemas que no son tan costosos, como son el instalar lámparas de corona de 22 W fluorescentes, al aplicar este tipo de medida el nivel se ve disminuido con respecto al instalar las lámparas de 60 W T12, sin embargo es más recomendable por ser más barata e incluir el balastro. Por otro lado están otras tecnologías como lo son las lámparas T8 de 32 W, las cuales son costosas y no son rentables en este trabajo, sin embargo podrían ser una solución si la granja fuera más grande.



# Apéndices



## APENDICE A

## Cálculo de ganancia de calor total

LA PLANTA SERÁ ACONDICIONADA EN:

## CONDICIONES DE DISEÑO

TEMPERATURA 25 C  
HUMEDAD RELATIVA DEL 50%.CONDICIONES EXTREMAS EN EL D.F. (APENDICE C (normativo) PROY. DE NOM-008-ENER-1995).  
VER ANEXO 6VERAN 28.2 C  
INVIER 13 C

LA PLANTA TIENE UNA LOCALIZACIÓN DE:

LATITUD NORTE 15 GRADOS 18 MIN  
LONGITUD OESTE 99 GRADOS 2 MIN 30 SEG  
ALTURA SNM 2242 M  
PRESIÓN ATMOSFÉRICA 588 mmHg

SE TOMARÓN DATOS PARA HACER CALCULOS DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN DE TABLAS A GRADOS CENTIGRADOS

LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES DE MUROS, TECHOS Y VIDRIOS

	ESPESO	ATER	ESPESOR	ATER.
	m		m	1.5 cm de cada lado
MURO	0.08	fiestire	0.03	MORTERO (ARENA CON CEMENTO)
TECHO	0.1	fiestire	0.05	CEMENTO
VIDRIO	0.006			

SE SUPONE UNA VELOCIDAD PROMEDIO DEL AIRE DE  
3 m/s

CALCULO DE CARGAS TÉRMICAS PARA ACONDICIONAMIENTO DE AIRE EN LA PLANTA.

FACTOR DE GANANCIA SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIOS

SECCION	ORIENTACION	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Z1-000	NORTE	111	118.56	127.64	137.00	146.56	156.32	166.24	176.32	186.56	196.96	207.52	218.24	229.12
	SUR	25.76	31.96	38.72	46.00	53.76	62.00	70.72	80.00	89.76	100.00	110.72	121.92	133.60
	SUR	7.97	10.19	12.57	15.12	17.84	20.72	23.76	26.96	30.32	33.84	37.52	41.36	45.36
Z2-000	NORTE	54.76	58.16	61.76	65.56	69.56	73.76	78.16	82.76	87.56	92.56	97.76	103.16	108.76
	SUR	7.98	10.19	12.57	15.12	17.84	20.72	23.76	26.96	30.32	33.84	37.52	41.36	45.36
	SUR	2.37	3.00	3.72	4.56	5.44	6.36	7.32	8.32	9.36	10.44	11.56	12.72	13.92
Z3-000	NORTE	15.76	16.88	18.12	19.48	20.96	22.56	24.28	26.12	28.00	29.92	31.88	33.88	35.92
	SUR	4.98	6.19	7.57	9.12	10.84	12.72	14.76	16.96	19.32	21.84	24.52	27.36	30.36
	SUR	1.49	1.90	2.37	2.90	3.48	4.12	4.80	5.52	6.28	7.08	7.92	8.80	9.72
Z4-000	NORTE	18.84	20.00	21.28	22.68	24.20	25.84	27.52	29.32	31.24	33.28	35.44	37.72	40.12
	SUR	5.96	7.40	8.92	10.52	12.20	13.96	15.80	17.72	19.72	21.80	23.96	26.20	28.52
	SUR	1.78	2.26	2.80	3.40	4.08	4.80	5.56	6.36	7.20	8.08	8.96	9.88	10.84
Z5-000	NORTE	21.92	23.20	24.56	26.00	27.56	29.24	30.96	32.72	34.56	36.48	38.48	40.56	42.72
	SUR	6.96	8.60	10.32	12.12	14.00	15.96	18.00	20.12	22.32	24.60	26.96	29.40	31.92
	SUR	2.11	2.68	3.32	4.04	4.80	5.60	6.44	7.32	8.24	9.20	10.20	11.24	12.32
Z6-000	NORTE	25.00	26.40	27.88	29.44	31.08	32.80	34.56	36.40	38.32	40.32	42.40	44.56	46.80
	SUR	8.00	9.84	11.76	13.84	16.00	18.24	20.56	23.00	25.52	28.12	30.80	33.56	36.40
	SUR	2.40	3.04	3.76	4.56	5.44	6.36	7.32	8.32	9.36	10.44	11.56	12.72	13.92
Z7-000	NORTE	28.08	29.60	31.20	32.88	34.64	36.48	38.36	40.32	42.36	44.48	46.64	48.88	51.20
	SUR	9.12	11.16	13.28	15.48	17.76	20.12	22.56	25.08	27.72	30.48	33.36	36.32	39.44
	SUR	2.76	3.48	4.28	5.16	6.12	7.12	8.16	9.24	10.36	11.52	12.72	13.96	15.24
Z8-000	NORTE	31.16	32.80	34.52	36.32	38.16	40.08	42.08	44.16	46.32	48.56	50.88	53.28	55.76
	SUR	10.24	12.48	14.80	17.20	19.68	22.24	24.88	27.60	30.40	33.28	36.24	39.36	42.60
	SUR	3.08	3.88	4.76	5.72	6.76	7.84	8.96	10.12	11.32	12.56	13.84	15.16	16.52
Z9-000	NORTE	34.24	36.00	37.84	39.76	41.76	43.84	45.96	48.12	50.36	52.68	55.08	57.56	60.12
	SUR	11.36	13.80	16.32	18.84	21.44	24.12	26.88	29.72	32.64	35.64	38.72	41.88	45.12
	SUR	3.44	4.32	5.28	6.32	7.44	8.64	9.92	11.28	12.72	14.24	15.80	17.40	19.04
Z10-000	NORTE	37.32	39.20	41.16	43.20	45.32	47.52	49.76	52.08	54.48	56.96	59.52	62.16	64.88
	SUR	12.48	15.12	17.84	20.64	23.52	26.48	29.52	32.64	35.84	39.12	42.48	45.92	49.44
	SUR	3.84	4.80	5.84	6.96	8.16	9.44	10.80	12.24	13.76	15.36	17.00	18.68	20.40
Z11-000	NORTE	40.40	42.40	44.48	46.64	48.88	51.20	53.60	56.08	58.64	61.28	64.00	66.80	69.68
	SUR	13.60	16.48	19.44	22.48	25.60	28.80	32.08	35.44	38.88	42.40	46.00	49.68	53.44
	SUR	4.20	5.28	6.40	7.56	8.80	10.12	11.52	13.00	14.56	16.16	17.80	19.48	21.20
Z12-000	NORTE	43.48	45.60	47.84	50.16	52.56	55.04	57.56	60.12	62.76	65.48	68.28	71.16	74.12
	SUR	14.72	17.84	21.04	24.32	27.68	31.12	34.64	38.24	41.92	45.68	49.52	53.44	57.44
	SUR	4.56	5.76	7.00	8.28	9.64	11.08	12.56	14.12	15.76	17.48	19.24	21.04	22.88
Z13-000	NORTE	46.56	48.80	51.16	53.60	56.12	58.72	61.36	64.08	66.88	69.76	72.72	75.76	78.88
	SUR	15.84	19.12	22.48	25.92	29.44	33.04	36.72	40.48	44.32	48.24	52.24	56.32	60.48
	SUR	4.92	6.24	7.60	9.04	10.56	12.16	13.84	15.56	17.36	19.20	21.08	23.00	24.96
Z14-000	NORTE	49.64	52.00	54.48	57.04	59.68	62.40	65.16	68.00	70.92	73.92	77.00	80.16	83.40
	SUR	16.96	20.48	24.08	27.76	31.52	35.36	39.28	43.28	47.36	51.52	55.76	60.08	64.56
	SUR	5.28	6.72	8.20	9.76	11.40	13.12	14.92	16.80	18.76	20.80	22.92	25.08	27.28
Z15-000	NORTE	52.72	55.20	57.76	60.40	63.12	65.92	68.76	71.68	74.68	77.76	80.92	84.16	87.48
	SUR	18.08	21.76	25.52	29.36	33.28	37.28	41.36	45.52	49.76	54.08	58.48	63.04	67.76
	SUR	5.64	7.20	8.80	10.48	12.24	14.08	16.00	18.00	20.08	22.24	24.48	26.80	29.16
Z16-000	NORTE	55.80	58.40	61.08	63.84	66.68	69.60	72.60	75.68	78.84	82.08	85.40	88.80	92.28
	SUR	19.20	23.04	26.96	30.96	35.04	39.20	43.44	47.76	52.16	56.64	61.28	66.08	71.04
	SUR	6.00	7.68	9.40	11.16	13.00	14.92	16.92	19.00	21.16	23.40	25.72	28.12	30.56
Z17-000	NORTE	58.88	61.60	64.40	67.28	70.24	73.28	76.40	79.60	82.88	86.32	89.84	93.44	97.12
	SUR	20.32	24.32	28.40	32.56	36.80	41.12	45.52	50.00	54.56	59.28	64.16	69.12	74.24
	SUR	6.36	8.16	10.00	11.88	13.84	15.88	18.00	20.20	22.48	24.84	27.28	29.76	32.28
Z18-000	NORTE	61.96	64.80	67.72	70.72	73.80	76.96	80.20	83.60	87.08	90.64	94.28	98.00	101.80
	SUR	21.44	25.60	29.84	34.16	38.56	43.04	47.60	52.32	57.12	62.00	67.04	72.24	77.60
	SUR	6.72	8.64	10.60	12.64	14.76	16.96	19.24	21.60	24.04	26.56	29.16	31.84	34.56
Z19-000	NORTE	65.04	68.00	71.04	74.16	77.36	80.64	84.08	87.68	91.36	95.12	98.96	102.88	106.96
	SUR	22.56	26.88	31.28	35.76	40.32	45.04	49.84	54.76	59.84	65.08	70.48	76.04	81.76
	SUR	7.08	9.12	11.20	13.36	15.60	17.92	20.32	22.80	25.36	28.00	30.72	33.52	36.40
Z20-000	NORTE	68.12	71.20	74.36	77.60	80.92	84.40	88.04	91.84	95.72	99.68	103.72	107.84	112.04
	SUR	23.68	28.16	32.72	37.44	42.24	47.16	52.24	57.48	62.88	68.44	74.16	80.04	86.08
	SUR	7.44	9.60	11.84	14.16	16.56	19.04	21.60	24.24	27.00	29.84	32.76	35.76	38.84
Z21-000	NORTE	71.20	74.40	77.68	81.04	84.48	88.08	91.84	95.76	99.76	103.84	108.00	112.32	116.72
	SUR	24.80	29.44	34.16	39.04	44.04	49.16	54.44	59.88	65.48	71.28	77.28	83.44	89.76
	SUR	7.80	10.08	12.40	14.80	17.28	19.84	22.48	25.20	28.00	30.88	33.84	36.88	40.00
Z22-000	NORTE	74.28	77.60	81.04	84.64	88.32	92.08	95.96	99.96	104.12	108.44	112.84	117.32	121.88
	SUR	25.92	30.72	35.60	40.56	45.68	50.96	56.40	61.96	67.68	73.56	79.60	85.80	92.16
	SUR	8.16	10.56	13.00	15.48	18.00	20.56	23.20	25.92	28.72	31.60	34.56	37.60	40.72
Z23-000	NORTE	77.36	80.80	84.32	87.92	91.60	95.44	99.36	103.44	107.68	112.08	116.56	121.12	125.76
	SUR	27.04	32.00	37.04	42.16	47.44	52.88	58.48	64.24	70.16	76.24	82.48	88.88	95.44
	SUR	8.52	11.04	13.60	16.24	18.92	21.64	24.44	27.32	30.28	33.32	36.44	39.64	42.92
Z24-000	NORTE	80.44	84.00	87.64	91.36	95.16	99.04	103.08	107.28	111.64	116.16	120.84	125.60	130.44
	SUR	28.16	33.28	38.48	43.84	49.36	55.04	60.88	66.88	73.04	79.36	85.84	92.48	99.28
	SUR	8.88	11.52	14.20	16.96	19.76	22.60	25.52	28.52	31.60	34.76	38.00	41.32	44.72
Z25-000	NORTE	83.52	87.20	90.96	94.80	98.72	102.80	106.96	111.28	115.76	120.40	125.20	130.16	135.20
	SUR	29.28	34.64	39.96	45.44	51.08	56.88	62.84	68.96	75.24	81.68	88.28	95.04	101.96
	SUR	9.24	12.00	14.80	17.68	20.60	23.56							

PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR A TRAVES DE VIDRIOS (RADIACION),  
SE USA LA SIGUIENTE FORMULA:

$$q = A \cdot FCS \cdot f$$

DONDE:

f = FACTOR DE GANANCIA EN VIDRIOS 0.83

A = AREA DE VIDRIOS 1.2

FCS = FACTOR DE GANANCIA SOLAR

A = 1 \* 0.6 = 0.6 m<sup>2</sup>; EN NORTE Y SUR

2 Ventanas

NORTE A = 1.2 m<sup>2</sup>; 1.2 \* 0.83 \* FGS

SUR A = 1.2 m<sup>2</sup>; 1.2 \* 0.83 \* FGS

GANANCIA DE CALOR HORARIA TOTAL.

FECHA	HORAS													
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
21-jun	83.66	134.46	121.51	105.58	88.64	83.66	77.69	156.37	309.76	302.78	521.90	509.95	291.82	
22-jul	61.752	95.616	93.624	80.676	77.69	75.696	75.7	75.696	77.688	74.7	93.624	95.616	81.672	
24-ago	20.916	45.816	57.768	72.708	91.63	102.588	107.6	102.59	91.632	72.708	57.768	45.816	20.916	
22-sep	0	36.852	87.648	137.448	178.3	207.168	213.1	209.16	178.284	137.45	87.648	36.852	0	
23-oct	0	66.73	158.364	237.048	285.9	323.7	337.6	323.7	285.852	237.05	158.364	66.732	0	
21-nov	0	82.668	207.168	298.8	366.5	401.388	415.3	401.39	366.528	298.8	207.168	82.668	0	
22-dic	0	71.712	218.124	338.68	388.4	429.276	437.2	429.28	388.44	328.68	218.124	71.712	0	

LAS UNIDADES SON KCAL/h

1KCAL/h 1.1627 W



## GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCION EN VIDRIOS

$$q = U A (\text{Text} - \text{Tint})$$

$$K = \frac{0.814}{\text{espesor de}} \quad \begin{array}{l} \text{Text} = 28.2 \\ \text{Tint} = 25 \\ \text{W/mC} \\ \text{m} \end{array}$$

$$U_{\text{vidrio}} = 1 / ((1/f_i) + (1/f_e) + (X/K))$$

$f_i$  = CONDUCTANCIA SUPERFICIAL INTERIOR  
 $f_e$  = CONDUCTANCIA SUPERFICIAL EXTERIOR

$$f_i = h_{ci} + h_r$$

$h_{ci}$  = COEFICIENTE DE CONVECCION PARA SUPERFICIES INTERIORES

- 3 para superficies verticales, verano.
- 4.5 para superficies horizontales con intercambio hacia arriba, (del piso hacia el aire hacia el techo), invierno.
- 1.5 para superficies horizontales con intercambio hacia abajo (del aire al piso o del techo al aire).

$h_{ce}$  = COEFICIENTE DE CONVECCION PARA SUPERFICIES EXTERIORES

$$h_{ce} = 5.8 + 4.1 v$$

$v$  = velocidad del viento

$h_r$  = coeficiente de radiacion

$$\begin{array}{l} h_r = 5.7 E \quad (\text{para temperatura superficial de } 20 \text{ }^\circ\text{C}) \\ h_r = 4.6 E \quad (\text{para temperatura superficial de } 0 \text{ }^\circ\text{C}) \end{array}$$

E emitanca de la superficie al exterior.

DATOS APENDICE E (normativo) FORMATOS DE CALCULO OBTENIDOS DEL CALCULO DE LA RESISTENCIA TERMICA (VALORES DE CONDUCTANCIA SUPERFICIAL ( $f_i$ ,  $f_e$ ) PROYECTO DE NOM-008 DE EFICIENCIA



PARA EL CALCULO DE  $f_i$ 

$$h_{ei} = 3$$

$$h_r = 5.7 \cdot .90 = 5.13$$

$$h_r = 5.13$$

$$E = 0.9 \quad \text{para vidrio de 6 mm.}$$

$$f_i = 3 + 5.13 = 8.13 \text{ W/m}^2\text{oC}$$

$$f_i = 8.13$$

PARA EL CALCULO DE  $f_e$ 

$$h_{ce} = 5.8 + 4 (3) = 17.8$$

$$h_{ce} = 17.8$$

$$h_r = 5.13$$

$$f_e = 17.8 + 5.13 = 22.93 \text{ W/m}^2 \text{ oC}$$

$$f_e = 22.93$$

## EL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$U = 1 / ((1/22.93) + (1/8.13) + (.006/0.8114))$$

$$U = 5.75 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

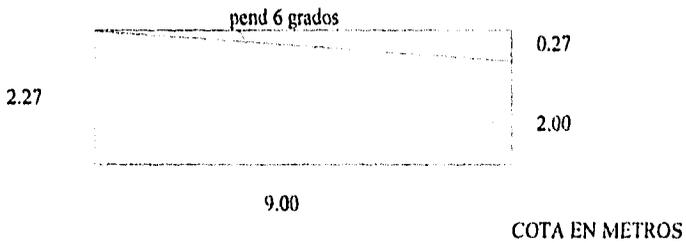
## LA GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCION EN VIDRIOS

$$q = 5.75 (1.2 \cdot 2) (28.28 - 25)$$

$$q = 44.14 \text{ W}$$



## AREAS DE MUROS



Acuadrado = 20.43 m<sup>2</sup>

Atriang =  $2.43/2 = 1.215$  m<sup>2</sup>

Apared =  $20.43 - 1.215 = 19.215$  m<sup>2</sup>, orientación norte y sur



Apared = 11.02 m<sup>2</sup>, orientación este y oeste

A total muros =  $19.215 * 2 + 11.02 * 2 = 60.47$  m<sup>2</sup>

Area total muros = 60.47 m<sup>2</sup>



## GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE MUROS

$$q = U A \Delta T_e$$

$$\Delta T_e = (\Delta T_e / 1.8) + (\Delta T_{real} \cdot 8.3)$$

$$\Delta T_{real} = 3.2 \quad C$$

$$\Delta T_e = (\Delta T_e / 1.8) - 5.1$$

PS MEDIANA DENSIDAD  $K = 0.039$  W/mC  
 MORTERO (1/4)  $K = 1.514$  W/mC

DATOS DEL APENDICE B (normativo), VALORES DE COMPORTAMIENTO TERMICO DE DIVERSOS MATERIALES

ESPESOR PS  $0.08$  cm  
 ESPESOR MORTERO  $0.03$  cm (2)

$$U = 1 / ((1/h_i) + (1/h_e) + X_1/K_1) + (X_2/K_2)$$

$E = 0.85$  Superficie media de la NOM

$$h_i = h_{ci} + h_r$$

$$h_{ci} = 3$$

$$h_r = 5.7E = 4.845$$

$$h_i = 3 + 4.845 = 7.845$$

$$h_e = h_{ce} + h_r$$

$$h_{ce} = 5.8 + 4v \quad ; \quad h_{ce} = 17.8$$

$$h_e = 17.8 + 4.845 = 22.64$$

$$f_e = 22.645$$

$$U = 0.441980793 \text{ W/m}^2C$$

$$q = \Delta T_e (60.47 \cdot 0.441980793)$$



TABLA DE dTe, TABIQUE 4 PLG MUROS CLAROS

Orientacion/h	8	10	12	14	16	18	20	22	24
ESTE	0	14	17	14	12	14	12	8	6
SUR	-4	-2	6	16	18	10	12	8	-1
OESTE	-2	0	2	8	18	28	28	14	6
NORTE	-4	-2	0	6	10	12	12	8	-1

dTe°

ESTE	-5.1	2.68	4.34	2.68	1.57	2.68	1.57	-0.66	-1.77
SUR	-7.32	-6.21	-1.77	3.79	4.90	0.46	1.57	-0.66	-2.88
OESTE	-6.21	-5.10	-3.99	-0.66	4.90	10.46	10.46	2.68	-1.77
NORTE	-7.32	-6.21	-5.10	-1.77	0.46	1.57	1.57	-0.66	-2.88

## GANANCIA DE CALOR

ESTE	-24.84	13.04	21.16	13.04	7.63	13.04	7.63	-3.19	-8.60
SUR	-62.19	-52.75	-15.00	32.18	41.61	3.87	13.31	-5.57	-24.44
OESTE	-30.25	-24.84	-19.43	-3.19	23.87	50.93	50.93	13.04	-8.60
NORTE	-62.19	-52.75	-43.31	-15.00	3.87	13.31	13.31	-5.57	-24.44
<b>TOTAL WATTS</b>	<b>-179.46</b>	<b>-117.30</b>	<b>-56.58</b>	<b>27.02</b>	<b>76.98</b>	<b>81.14</b>	<b>85.17</b>	<b>-1.29</b>	<b>-66.09</b>



## CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN A TRAVES DE TECHO

$$q = U A dTe''$$

$$dTe'' = (dTe/1.8) + (dTreal - 8.3)$$

$$dTreal = 3.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$dTe'' = (dTe/1.8) - 5.1$$

MATERIAL	COND.	ESPEJOR
PS	0.039	0.1 m
CONCRE.	0.698	0.05 m
MORTE.	1.514	0.03 m (2)

Nota: datos obtenidos del proyecto de NOM-008

$$A \text{ techo} = 9 * 5.8 = 52.2 \text{ m}^2; \text{ considerandolo plano}$$

$$A_{\text{techo}} = 52.2 \text{ m}^2$$

$$U = 1 / ( (1/fi) + (1/fe) + X1/K1) + (X2/K2) )$$

$$fi = hci + hr$$

$$hci = 1.5 \quad E = 0.96$$

$$hr = 5.472$$

$$fi = 6.972$$

$$fe = hce + hr$$

$$hce = 5.8 + 4.4 \quad ; \quad hce = 17.8$$

$$fe = 23.272$$

$$U = 0.34943447 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$q = dTe''( 52.2 ) \quad 0.34943447$$



TABLA PARA TECHO OSCURO CONCRETO DE 4PLG CONSTRUCCION MEDIA

	HORAS								
	8	10	12	2	4	6	8	10	12
dTe	0	20	38	50	52	40	22	12	6
dTe"	-5.10	6.01	16.01	22.68	23.79	17.12	7.12	1.57	-1.77
q	-93.03	109.65	292.05	413.65	433.92	312.32	129.91	28.58	-32.22

WATTIS

TABLA DE SUMATORIA DE GANANCIA DE CALOR DEBIDO AL MEDIO AMBIENTE

CONCEP.	HORAS									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
RAD VID.	253.61	451.64	508.38	451.64	606.82	341.62				
COND VID.	44.14	44.14	44.14	44.14	44.14	44.14	44.14	44.14	44.14	
MURO	-179.46	-117.30	-56.58	27.02	76.98	81.14	85.17	-1.29	-66.09	
TECHO	-93.03	109.65	292.05	413.65	433.92	312.32	129.91	28.58	-32.22	
TOTAL (W)	25.27	488.13	787.99	936.46	1161.86	779.23	259.22	71.43	-54.17	

EL CALOR MAXIMO ES DE  $q = 1400,85$  W EL CUAL OCURRE EL 21 DE JUN A LAS 16 H.  
 $q = 1161.86$  W

CALOR GENERADO POR LECHONES SUPONIENDO UNA ACTIVIDAD HUMANA LIGERA DE 58 W  
 (DATO OBTENIDO DEL PROYECTO DE NOM-008)

TENEMOS 48 LECHONES Y C/U GENERA 58 W.

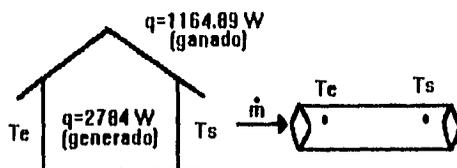
TENEMOS UNA GANANCIA DE CALOR GENERADO POR LECHONES DE 2784 W

TENEMOS UNA GANANCIA DE CALOR TOTAL DE 3945.86 W



## APÉNDICE B

### Cálculo del número de extractores



Para el primer cálculo se utilizó una temperatura ambiente de  $28.2 \text{ }^\circ\text{C}$  (temperatura de diseño), con una temperatura en el interior de la granja de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Con estos parámetros se hizo el cálculo de ganancia de calor, obteniéndose  $1164.89 \text{ W}$ , por ganancia externa (radiación y conducción) y  $2784 \text{ W}$ , por generación interna (calor proporcionado por los lechones), por lo que se cuenta con una carga de calor total de  $3948.886 \text{ W}$ . El cálculo de ganancia de calor fue determinado con las condiciones actuales de la granja, así como con las condiciones de temperatura descritas anteriormente.

Para estimar la cantidad de extractores que se necesitan para obtener la temperatura deseada en el interior de la granja, se hace una comparación con el flujo de calor en un tubo.

$$q = m C_p (T_e - T_s)$$

$T_e$  = temperatura de entrada

$C_p$  = Calor específico del aire a presión constante a  $298\text{K}$  media;  $1005 \text{ J/kg K}$

$T_s$  = temperatura de salida

$m$  = flujo másico  $\text{kg/seg}$  (con una  $\rho = 0.9163 \text{ kg/m}^3$  a una presión de  $588 \text{ mm Hg}$ )



Calculamos la  $T_s$  para diferentes flujos máscicos, para un ventilador eólico el flujo es de 0.254 Kg/s, para dos 0.508 Kg/s. y para tres es de 0.762 Kg/s.

$$-T_s = \frac{q}{(mCp)} - T_e$$

La temperatura de entrada  $28.2\text{ }^\circ\text{C} = 301.2\text{ K}$ .

Para un extractor que maneja 0.254 Kg/s se tiene:

$$-T_s = \frac{3948.886}{(0.254 \times 1005)} - 301.2$$

$$T_{s1} = 12.73\text{ }^\circ\text{C}$$

Obteniendo el promedio de la temperatura de salida y la de entrada se obtiene una temperatura en el interior de:

$$T_{\text{int}} = \frac{(12.73 + 28.2)}{2}$$

**Tinterior de 20.46 °C.**

Usando dos extractores eólicos que manejan conjuntamente un flujo máscico de 0.508 kg/s se tiene:

$$-T_s = \frac{3948.886}{(0.508 \times 1005)} - 301.2$$

$$T_{s2} = 20.46\text{ }^\circ\text{C}$$

Usando dos extractores se tiene una **Tinterior de 24.3 °C.**



Para tres extractores los cuales manejan conjuntamente un flujo másico de 0.762 Kg/s se tiene:

$$-T_s = \frac{3948.886}{(0.762 \times 1005)} - 301.2$$

$$T_{s3} = 23.04 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Usando tres extractores se obtiene una **temperatura interior de 25.62 °C**.

Se puede concluir que para obtener la temperatura interior que se desea en la granja se necesitan tres extractores, con estos extractores se logran 28.7 cambios de aire en una hora en todo el local. Suficientes para desalojar los gases que son producidos por los lechones.

Ahora bien haciendo el cálculo con la ganancia de calor obtenida con los espesores óptimos obtenidos:

$$-T_s = \left( \frac{3664.3}{0.254 \times 1005} \right) - 301.2 = 13.8^\circ\text{C}$$

$$\frac{13.8 + 28.2}{2} = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Con un extractor se tiene una **T<sub>int</sub> = 21 °C**

Con dos extractores se tiene una **T<sub>int</sub> = 24.6 °C**

Con tres extractores se tiene una **T<sub>int</sub> = 25.8 °C**



# Anexos



## **ANEXO 1**

### **NORMA OFICIAL MEXICANA EFICIENCIA ENERGETICA**

**NOM-008-ENER-1995**

#### ***Eficiencia Energética Integral en Edificios No Residenciales***

##### **APENDICE B (Normativo)**

##### **VALORES DE COMPORTAMIENTO TERMICO DE DIVERSOS MATERIALES**

- B.1 MATERIAL RESISTENTE**
- B.2 MATERIAL DE RECUBRIMIENTO**
- B.3 MATERIAL DE AISLAMIENTO**
- B.4 MEMBRANAS E IMPERMEABILIZANTES**



**APENDICE B (Normativo)**

**SISTEMAS DE TECHO Y MUROS  
VALORES DE COMPORTAMIENTO TERMICO DE DIVERSOS MATERIALES**

*Continuación 4*

**B.3 MATERIAL DE AISLAMIENTO**

Poliuretano.....	28	0.020	---
Fibra mineral.....	32	0.035	---
Fibra de vidrio			
densidad.....	11	0.047	---
densidad.....	104	0.032	---
densidad.....	136	0.032	---
Poliestireno (espuma rígida)			
densidad.....	32	0.020	---
densidad.....	24	0.032	---
densidad.....	16	0.039	---
baja densidad.....	11	0.044	---
Concreto con perlita			
densidad.....	360	0.068	---
densidad.....	430	0.075	---
densidad.....	500	0.086	---
Plástico celular de poliestireno			
densidad.....	17	0.034	---
densidad.....	11	0.044	---
Silicato de calcio.....	---	0.050	---

*Continúa ...*



Lana de escoria .....	35-200	0.046	---
Lana mineral .....	193-225	0.034	---
Perlita expandida .....			
densidad .....	66	0.046	---
densidad .....	119	0.045	---
densidad .....	177	0.052	---
Algodón seco .....	---	0.046	---
Lana pura seco .....	---	0.046	---
Cáscara de semilla de algodón, suelta seca .....	---	0.058	---
Espacio de aire de 2 cm .....	1	---	0.132
Espacio de aire de 3 cm .....	1	---	0.134
Espacio de aire de 4.5 cm .....	1	---	0.137
Espacio de aire de 9 cm .....	1	---	0.141
Agua .....	1,000	0.582	---

#### B.4 MEMBRANAS E IMPERMEABILIZANTES

Membranas asfaltadas .....	1,127	0.170	---
Asfalto bituminoso .....	1,050	0.174	---
Fieltro de papel permeable .....	---	---	0.011

Valores de k obtenidos a 24 °C

Estos valores son sólo de referencia y deberán ser certificados por el fabricante.



**NORMA OFICIAL MEXICANA  
EFICIENCIA ENERGETICA**

**NOM-008-ENER-1995**

***Eficiencia Energética Integral en Edificios No Residenciales***

**APENDICE C (Normativo)**

**CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y CONDICIONES DE DISEÑO  
DE ALGUNAS CIUDADES DE MEXICO**



**NORMA OFICIAL MEXICANA**  
**EFICIENCIA ENERGETICA**

**NOM-008-ENER-1995**

***Eficiencia Energética Integral en Edificios No Residenciales***

**APENDICE C (Normativo)**

**CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y CONDICIONES DE DISEÑO  
DE ALGUNAS CIUDADES DE MEXICO**



## APENDICE C (Normativo)

CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y CONDICIONES DE DISEÑO  
DE ALGUNAS CIUDADES DE MEXICO

Estado:	Ciudad:	Temperatura							Latitud	Longitud	Mes más caluroso
		Máxima Extrema Anual	Promed. Máxima Anual	(1)		(2)		(3)			
				Diseño Máxima	Mínima Anual	Promed. Mínima Anual	Diseño Mínima				
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	%	"N	"W		
AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	38.0	26.3	31.2	-7.0	9.7	1.4	46	21.67	102.30	MAY
BAJA CALIF.	ENSENADA	43.5	22.3	32.9	-0.5	10.8	6.2	83	31.82	116.82	SEP
	MEXICALI	54.3	31.3	42.8	-7.0	13.6	3.3	27	32.48	115.5	JUL
BAJA CALIF. SU.	LA PAZ	43.4	30.7	37.1	1.9	16.4	9.2	56	24.17	118.42	JUL
	PUERTO CORTES	39.0	26.2	32.6	1.0	16.7	8.9	81	24.43	111.87	SEP
CAMPECHE	CAMPECHE	44.0	31.1	37.8	8.0	21.3	13.7	71	19.86	90.48	MAY
CHIAPAS	ARRIAGA	41.2	33.4	37.3	0.6	16.7	9.7	83	16.23	93.90	ABR
	COMITAN	33.7	24.6	29.3	1.2	12.2	6.7	74	16.25	92.13	ABR
	SAN C. DE LAS CASAS	31.4	21.7	26.6	-6.1	7.6	0.9	78	16.75	92.63	ABR
	TAPACHULA	39.1	32.9	36.0	10.0	18.7	14.4	67	14.92	92.27	ABR
CHIHUAHUA	TUXTLA GUTIERREZ	45.0	32.5	38.8	1.5	13.8	7.7	71	16.75	93.12	ABR
	CHIHUAHUA	47.0	25.6	38.4	-12.8	10.7	-1.1	37	28.65	106.07	JUN
	NVO. CASAS GRANDE	41.0	25.1	33.1	-12.8	8.3	-2.3	46	30.42	107.93	JUN
	TEMOSACHIC	42.0	24.2	33.1	-18.0	2.1	-8.0	57	26.95	107.85	JUN
COAHUILA	MONCLOVA	45.5	29.0	37.3	-8.2	15.3	3.6	56	28.88	181.43	JUN
	PIEDRAS NEGRAS	44.1	26.4	36.3	-13.6	15.5	1.0	60	26.68	100.57	JUL
	SALTILLO	39.0	24.4	31.7	-14.0	11.8	-1.1	59	25.42	100.98	JUN
	TORREON	47.0	30.9	39.0	-18.5	11.1	0.3	48	25.53	103.45	JUN
COLIMA	COLIMA	39.8	32.3	36.1	7.8	18.3	13.1	59	19.23	103.73	MAY
	ISLA SOCORRO	36.1	29.0	32.6	5.0	20.8	12.9	80	16.72	118.95	JUL
	MANZANILLO	38.2	30.7	34.5	12.5	22.5	17.6	75	19.05	104.33	AGO
D.F.	MEXICO	33.0	23.4	26.2	-4.4	9.6	2.6	47	19.40	99.20	ABR
DURANGO	CIUDAD LERDO	40.4	28.8	34.6	-18.5	12.6	1.1	42	25.53	103.52	JUN
	DURANGO	36.4	24.5	31.5	-18.0	18.4	0.2	49	24.03	104.67	JUN
GUANAJUATO	GUANAJUATO	35.0	24.4	29.7	-2.0	11.8	4.8	43	21.82	101.25	MAY
	LEON (PREPARATORIA)	38.6	27.1	32.8	-2.5	12.0	4.8	55	21.12	101.68	MAY
GUERRERO	ACAPULCO DE JUARE	40.5	31.8	36.2	15.5	23.4	19.5	79	16.83	99.93	AGO
	CHILPANCINGO	38.0	28.0	32.3	2.0	15.7	8.9	73	17.55	99.50	ABR
HIDALGO	PACHUCA	34.1	20.2	27.2	-6.0	8.7	1.4	52	28.13	96.73	ABR
	TULANCINGO	35.4	23.0	29.2	-13.8	5.8	-4.0	63	20.06	96.37	ABR
JALISCO	COLOTLAN	39.8	26.5	34.2	-5.6	9.8	2.0	39	22.12	103.27	MAY
	GUADALAJARA	39.0	27.0	33.0	-5.5	11.8	3.2	43	20.66	103.38	MAY
	HUEJUCAR	65.0	28.3	40.7	-7.0	10.4	1.7	48	22.37	183.22	MAY
	LAGO DE MORENO	36.5	28.2	31.4	-8.3	18.3	2.0	51	21.35	101.82	MAY
MEXICO	CHIAPINGO, TEXCOCO	34.3	24.3	29.3	-11.5	5.9	-2.8	55	19.48	96.88	ABR
	TOLUCA	28.8	18.7	23.8	-10.0	5.9	-2.1	55	19.30	99.67	ABR
MICHOACAN	MORELIA	39.8	24.0	31.9	-1.8	11.2	4.7	53	19.70	101.20	MAY
NAYARIT	TEPIC	38.2	26.5	33.4	0.2	13.3	8.8	78	21.52	104.90	MAY
NUEVO LEON	MONTERREY	43.5	27.7	35.6	-6.0	16.8	5.3	62	25.68	100.30	JUL
OAXACA	OAXACA DE JUAREZ	39.8	29.1	34.5	-2.1	12.5	5.2	42	17.87	96.72	ABR
	SALINA CRUZ	40.2	33.0	38.8	11.8	22.4	17.1	67	16.17	95.16	MAY

C-1

Continúa...



## APENDICE C (Normativo)

Continuación

CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y CONDICIONES DE DISEÑO  
DE ALGUNAS CIUDADES DE MEXICO

Estado:	Ciudad:	Temperatura						Humedad Relativa de diseño %	Latitud °N	Longitud °W	Mes más caluroso
		Máxima Extrema Anual °C	Promed. Máxima Anual °C	(1)		(2)					
				Diseño Máxima °C	Mínima Extrema Anual °C	Promed. Mínima Anual °C	Diseño Mínima °C				
PUEBLA	PUEBLA	37.8	24.0	30.9	-5.0	9.8	2.4	50	19.03	98.20	ABR
QUERETARO	QUERETARO	38.9	26.5	31.7	-2.8	10.9	4.1	47	20.60	100.38	MAY
QUINTANA ROO	CHETUMAL, PAYO OB.	39.0	30.7	34.9	7.8	21.2	14.5	87	18.50	88.30	MAY
	CCZUMEL	39.2	31.0	35.1	9.2	22.0	15.8	80	20.52	86.95	MAY
SAN LUIS P.	RIO VERDE	45.1	28.8	38.9	-5.0	14.5	4.8	64	21.93	99.98	MAY
	SAN LUIS POTOSI	36.1	25.5	30.8	-6.5	10.3	1.9	51	22.15	100.98	MAY
SINALOA	CULIACAN	43.0	32.8	37.9	1.8	18.2	9.9	62	24.80	107.40	JUN
	MAZATLAN	39.6	27.7	33.7	4.5	20.5	12.5	78	23.22	106.42	AGO
SONORA	CD. OBRER. CAJEME	44.5	30.9	37.7	-4.2	15.2	5.5	71	27.48	109.93	JUL
	GUAYMAS	42.0	30.0	36.0	2.5	20.4	11.5	64	27.92	110.00	JUL
	HERMOSILLO	47.5	32.2	39.9	-1.2	16.6	7.8	34	29.07	110.97	JUN
TAMAULIPAS	SDTO LA MARINA	48.3	31.4	39.9	-7.7	15.6	4.1	75	23.48	96.22	AGO
	TAMPICO	42.7	27.9	35.3	0.0	19.4	9.7	79	22.23	97.85	AGO
TLAXCALA	TLAXCALA XICHTENC	33.0	22.2	27.8	-2.0	9.2	3.6	50	19.32	98.23	ABR
VERACRUZ	COATZACOALCOS	41.9	29.2	35.8	0.6	21.3	11.0	73	18.13	94.42	MAY
	HEROICA CORDOBA	41.0	28.2	33.8	0.0	14.5	7.3	75	18.90	96.93	MAY
	JALAPA ENRIQUEZ	35.0	23.0	28.0	2.0	14.2	8.1	72	19.53	96.92	MAY
	ORIZABA	38.5	24.6	31.5	-2.0	13.6	5.8	71	18.85	97.10	MAY
	TUXPAN RGUEZ CANO	39.8	26.2	33.9	4.0	19.7	11.9	83	20.95	87.40	MAY
	VERACRUZ	39.5	28.4	34.0	8.7	22.0	15.4	78	19.20	96.13	AGO
YUCATAN	MERIDA	44.1	31.7	37.9	5.0	20.5	12.8	65	20.93	89.63	MAY
	PROGRESO	39.2	28.4	33.6	9.2	22.9	16.1	75	21.28	88.65	MAY
	VALLADOLID	40.5	31.8	36.2	3.6	18.8	11.2	70	20.68	88.22	MAY
ZACATECAS	LA BUFA ZACATECAS	28.8	17.5	23.2	-9.2	9.7	0.3	40	22.78	102.58	MAY

(1) La temperatura de diseño máxima está determinada en base al promedio de la máxima extrema anual y la promedio máxima anual.

(2) La temperatura de diseño mínima está determinada en base al promedio de la mínima extrema anual y la promedio mínima anual.

(3) La humedad relativa de diseño está determinada como la humedad relativa promedio mensual durante el mes más caluroso.

Fuente: Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional.

Nota: Para otras ciudades no listadas en la tabla, deberá recurrirse a la consulta de las Normales Meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SARH) o bien a los Servicios Meteorológicos de la localidad.



**NORMA OFICIAL MEXICANA  
EFICIENCIA ENERGETICA**

**NOM-008-ENER-1995**

***Eficiencia Energética Integral en Edificios No Residenciales***

**APENDICE E (Normativo)**

**FORMATOS DE CALCULO**



CALCULO DE LA RESISTENCIA TERMICA (VALOR R)						VPE-3
VALORES DE CONDUCTANCIA SUPERFICIAL (fi, fe) *						
DATOS						
Coeficiente de radiación						
		$hr = 5.7 \times E$		(para temperaturas superficiales de 20°C)		
		$hr = 4.6 \times E$		(para temperaturas superficiales de 0°C)		
Coeficiente convección superficies exteriores			Coeficiente de convección superficies interiores			
$hce = 5.8 + 4.1v$			Techo $hcl = 1.5$ verano			
			$hcl = 4.5$ invierno			
Conductancia superficial interior			Muro $hcl = 3.0$			
$fi = hcl + hr$						
Conductancia superficial exterior			Velocidad del viento			
$fe = hce + hr$			$v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s			

No.	Concepto	ε **	hr	hcl	hce	fi	fe
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

- \* Esta forma permite calcular los valores de la conductancia superficial interior (fi) y exterior (fe) para techos y muros, los cuales pueden resultar diferentes en función de las características de emitancia de la superficie al exterior.
- \*\* Ver valores de emitancia de superficies al exterior en la Tabla E.1 de este Apéndice

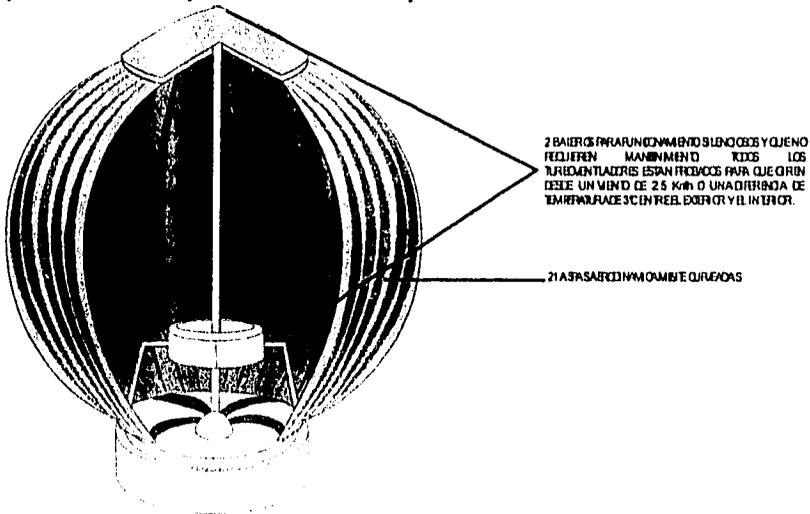


## ANEXO 2

### TURBOVENTILADORES

El turboventilador, modelo B14 en acabado metálico, fabricado totalmente en aluminio anodizado (349-450). Con dos baleros de acero inoxidable (200-302) autolubricados permanentemente, sellados y soldados ultrasónicamente. Garganta de 38.1 cm, 21 aspas aerodinámicamente diseñadas con 42 deflectores contra la entrada de lluvia. Incluye cuello ajustable, base y tornillos en aluminio anodizado.

La ventaja que tienen los Turboventiladores sobre cualquier otro producto similar, es que funcionan continuamente debido a su ligereza (1.2 kg) y a su sistema de paleros sellados ultrasónicamente y de autolubricado permanente de alta tecnología, que les permite girar con sólo una diferencia de temperatura de 3°C entre el interior y el exterior y una velocidad de tan sólo 2.5 km/hr. Lo anterior les permite entrar en operación mucho antes que los extractores de otras marcas.



El diseño aerodinámico de cada una de las 21 aspas le permite optimizar su funcionamiento en diámetro de garganta de 13" (33 cm) y 15" (38.1 cm) [diámetro de corona 18", 45.8] alcanzando una velocidad de hasta más de 1,500 RPM, superando así en eficiencia de capacidad de extracción de aire a los extractores atmosféricos de 24" y 30" de otras marcas que son construidas en lámina galvanizada o negra y, que pasan entre 40 y 60 kg. Este sistema incrementa notablemente el flujo de aire hacia el exterior, gracias a la mínima fricción que genera el sistema y a su capacidad de succión por fuerza centrífuga de alta velocidad.

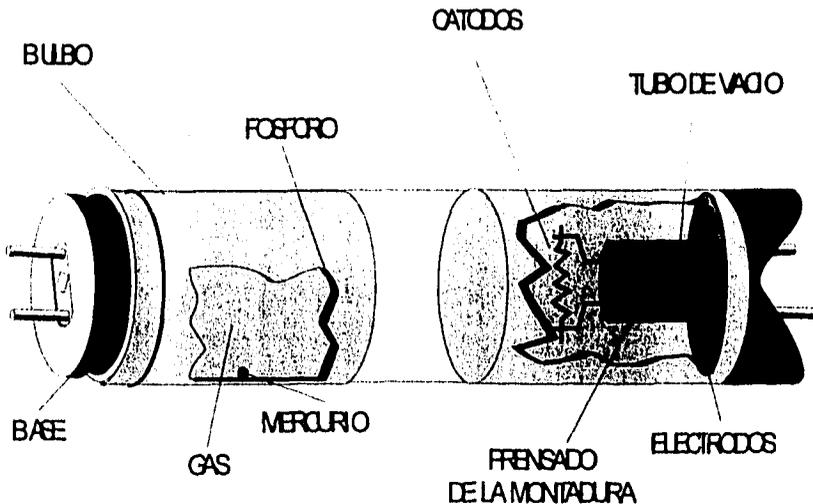
El diseño avanzado de su cuello le permite adaptarse a cualquier inclinación de techo, disminuyendo los costos de instalación. Todo el sistema (Turbina, cuello y base) esta fabricado a prueba de filtraciones de agua.



### ANEXO 3

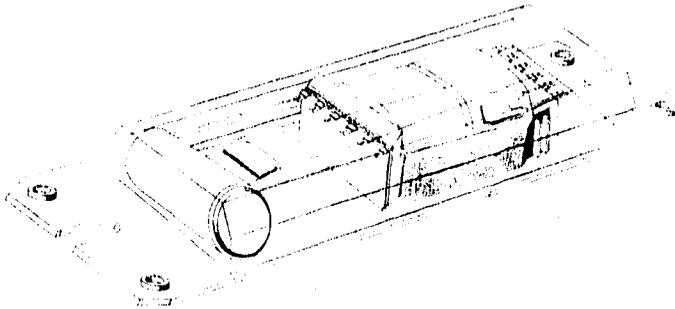
#### LAMPARA FLUORESCENTE

Las lámparas fluorescentes son dispositivos de descarga eléctrica que utilizan un arco de mercurio a baja presión para generar energía ultravioleta (más un poco de energía visible). Esta energía ultravioleta es absorbida por un recubrimiento de fósforo en la pared interior del bulbo y convertida por éste en longitudes de onda visible. Estas longitudes de onda de la luz generada están determinadas por la composición del fósforo. En adición a la pequeña cantidad de vapor de mercurio, el tubo fluorescente contiene una atmósfera compuesta por un gas inerte, usualmente argón, kriptón, neón o una mezcla de dos o más de estos gases. La presión de los gases contenidos en la lámpara es muy baja, por lo general de 2 a 3 torrícels. La presión atmosférica es de 760 torrícels.



## ANEXO 4

### BALASTRO AHORRADOR



#### DEFINICIÓN

Es un dispositivo que por medio de inductancias o resistencias, independientes o en combinación, limita la corriente de las lámparas al valor requerido para su correcta operación correcta, suministrando la tensión y corriente de arranque.

#### DESCRIPCIÓN

Los balastos ahorradores de energía tienen las mismas dimensiones que los balastos comunes y sus conexiones eléctricas son las mismas, lo que los hace intercambiables, además presentan las siguientes ventajas:

- No disminuyen el flujo luminoso
- Son más versátiles
- Consumen menos energía
- Menor temperatura de operación
- Una mayor vida
- Menores costos de operación

#### APLICACIÓN

Los nuevos balastos ofrecen un gran ahorro en el consumo de energía (hasta un 30%) cuando sustituyen a los balastos normales (para dos lámparas). son la mejor opción en la modernización, ampliación, o nuevas construcciones. Sus aplicaciones se extienden a cualquier instalación actual de lámparas fluorescentes donde se requiera ahorrar energía sin disminuir los niveles de iluminación, tales como: tiendas, hoteles, oficinas, escuelas, hospitales, etc.

La mejor opción para ahorrar energía en sistemas de iluminación fluorescente es instalar balastos ahorradores en combinación con lámparas ahorradoras de energía.



## ANEXO 5

### Tarifas de energía eléctrica

#### Definición

Las tarifas de energía eléctrica son las disposiciones específicas, que contienen las cuotas y condiciones que rigen para los suministros de energía eléctrica agrupados en cada clase de servicio.

#### Descripción

Las tarifas se identifican oficialmente por su número y/o letra(s). Para la contratación y demás propósitos internos, las tarifas se denominan invariablemente de acuerdo con su identificación, solamente en los casos en que sea preciso completar la denominación, adelante de su identificación se escribirá el título de la respectiva tarifa, tal como a continuación se detallan.

IDENTIFICACIÓN	TÍTULO
1	Servicio doméstico
1-A	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 25°C
1-B	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 28°C
1-C	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30°C
1-D	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31°C
1-E	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32°C
2	Servicio general en baja tensión hasta 25 kW de demanda
3	Servicio general en baja tensión para más de 25 kW de demanda
5	Servicio para alumbrado público (aplicable en zonas conurbanas del



	Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara)
5-A	Servicio para alumbrado público (aplicable a todo el país excepto las zonas descritas en la tarifa anterior)
6	Servicio para bombeo de agua potable o negras de servicio público
7	Servicio temporal
9	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola
O-M	Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor de 1,000 kW
H-M	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 1,000 kW o más
H-S	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión
H-T	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión
H-SL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión, para larga utilización
H-TL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión, para larga utilización
HS-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en alta tensión, nivel subtransmisión
HS-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en alta tensión, nivel subtransmisión
HS-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en alta tensión, nivel subtransmisión
HT-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en alta tensión, nivel transmisión
HT-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en alta tensión, nivel transmisión
HT-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en alta tensión, nivel transmisión
I-15	Tarifa para servicio interrumpible aplicable a usuarios de tarifas H-S, H-T, H-SL y H-TL por quince minutos
I-30	Tarifa para servicio interrumpible aplicable a usuarios de tarifas H-S, H-T, H-SL y H-TL por treinta minutos



## Clasificación

De acuerdo a su aplicación, las tarifas se clasifican en:

a) **Específicas:** las tarifas específicas son aquellas que se aplican a los suministros de energía eléctrica utilizados para los propósitos que las mismas señalan; a este grupo corresponden las siguientes: 1, 1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 5, 5-A, 6 y 9.

b) **Usos generales:** las tarifas para usos generales, son aquellas aplicables a cualquier servicio eléctrico, exceptuando los específicos antes señalados, salvo el caso de la tarifa 6 cuyo uso puede aplicarse la tarifa de uso general que corresponda a las condiciones de suministro. Este grupo comprende las siguientes: 2, 3, 7, O-M, H-M, H-S, H-T, H-SL, H-TL, I-15, I-30.

De acuerdo a su estructura, las tarifas se clasifican en:

1.- Sólo cargos por consumos y cargos fijos  
Tarifas 1, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 2, 5, 5-A, 6 y 7.

2.- Cargos por consumo y demanda máxima  
Ordinarias: 2, 7 y O-M  
Horarias: H-M, H-S, H-SL, H-T, H-TL, I-15 e I-30.

Para la aplicación e interpretación de las tarifas se considera que:

- a) Baja tensión: Servicio que se suministra a tensión menor o igual a 1.0 kV.
- b) Media tensión: Servicio que se suministra a tensión mayor de 1.0 kW y menor de 35 kV.
- c) Alta tensión a nivel subtransmisión es el servicio que se suministra a niveles de tensión mayores a 35 kV y menores a 220 kV.
- d) Alta tensión a nivel transmisión es el que se suministra a niveles de tensión iguales o mayores a 220 kV.



## ANEXO 6

### ETAPAS DE LOS CERDOS

#### ETAPA

##### PRODUCCIÓN DESTETE

Iniciación Período: 42 días

Consumo de alimento 30-34 Kg

Peso inicial 5-7 Kg

Edad inicial 21 a 28 días (duración del destete 42 días)

Edad final 70 días

Peso final 20-24 Kg

Peso ganado 15-17 Kg

Costo alimento 75 %

Medicamento 3 %

Mano de Obra 7 %

Financiamiento 15 %

#### ETAPA

##### PRODUCCIÓN EN CRECIMIENTO

Pre-engorda Período 42 días

Consumo de alimento 68 Kg

88 Kg Pre-engorda

#### ETAPA

##### INICIACIÓN- CRECIMIENTO 16 %

Alimento 17%

- proteína (lisina 20%, treonina 2.5%)

Edad inicial 70 días

Peso inicial 20-24 Kg

Edad final 112 días

Peso final 45-49 Kg

Peso ganado en la etapa 25-35 kg

Costo alimento 75 %

Medicamento 3 %

Mano de Obra 7 %

Financiamiento 15 %



**ETAPA**

**PRODUCCIÓN EN DESARROLLO**

periodo 28 días                      consumo de alimento 77 a 90 kg. desarrollo 14 %

Edad inicial    113 días  
Peso inicial    45-52 kg  
Edad final      182 días  
Peso final      100 kg  
Peso ganando   35 kg  
Medicamento    3 %  
Mano de obra    7 %

**ETAPA**

**PRODUCCIÓN EN FINALIZACIÓN (SALE AL MERCADO)**

Periodo        35 días  
Consumo       144 kg  
Edad inicial   119 días

"PORCICULTURA MEXICANA MANUAL DE PRODUCCIÓN DE CERDOS"

Hecho por el M.V.Z. Emilio Campos Morales, fisiopatología y producción animal 1993.  
año V, N° 7, dic 93.



## ANEXO 7

### CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Cada kWh que se produce en una planta de generación eléctrica en el país, de acuerdo a datos proporcionados por CFE, emite lo siguiente:

En una Termoeléctrica de Petróíferos

- 0.68 - 0.80 kg de CO<sub>2</sub>
- 0.0017 - 0.0025 kg de NO<sub>x</sub>
- 0.0058 - 0.011 kg de SO<sub>2</sub>
- 3.6 litros de agua vaporada

En el sistema eléctrico Nacional

- 0.45857 kg de CO<sub>2</sub>
- 0.00093 kg de NO<sub>x</sub>
- 0.00834 kg de SO<sub>2</sub>
- 2.35836 litros de agua vaporada



## BIBLIOGRAFIA

---

Apuntes "Curso de Tarifas Eléctricas"

LyF

Noviembre 95'

Arquitectura Bioclimática

Izard, Jean-Louis

Barcelona: Gili

191 P

Arquitectura Solar Aspectos Pasivos, Bioclimatismo  
e iluminación natural

Guillermo Yañez,

192 P

Arquitectura Solar

Sabady, Perre Robert

112P

Arquitectura Solar

Szokolay

Barcelona

278 P

Arquitectura Solar Natural

Wright, David

México G:Gill

245 P

Bioclimática, Sistemas Pasivos de Bioclimatización

Dr. David Morillón G.

Universidad de Guadalajara



Diseño Bioclimático, su Aplicación en la  
Vivienda de Mexicali a través de Patrones  
Acuña, E.A. Cózares

El libro de la Energía Solar Pasiva  
Eduard Mazria  
México: G. Gili  
368 P

El Habitat Bioclimático  
Roger Camous/Donald Watson  
Edición G. Gili  
159 P

Manual de la Arquitectura Solar  
Ruth Laomba  
Trillas  
292 P

Tecnología y Arquitectura  
Edward Mazria  
México. G. Gili  
368 P

Viviendas unifamiliares asiladas  
Peters Paulhans  
Barcelona: G. Gili  
143 P

Porciraama año 9  
Vol IX No. 98  
1983 agosto

Porciraama año 10  
Vol. X No. 119  
1986 abril

Porciraama año VII  
No. 82



Síntesis porcina  
Vol. VII No. 8  
1988 agosto

Destete Precoz de Lechones  
Brent, G.  
Barcelona: AEPOS  
189 P

Indicadores Relevantes para la Producción Porcina  
Dr. Ramiro Ramírez Necoecheo/Dra. María de Lourdes Alonso Spilisbuy  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zoo, de la UNAM  
515 P

Producción Porcina  
SEP  
Enciclopedia  
55 P

El Cerdo su Cría y Explotación  
Escamilla Arce, Leopoldo  
México Continental  
356 P

Ganado Porcino I  
días Montilla Rafael  
Barcelona

La Cerda  
Smith, William J/Coaut  
México: Manual Moderno  
391 P

Reygadas A., Rafael, Tarifas eléctricas, México, CONAE

González P., Daniel, Diseño en Corel Draw, México, CONAE

