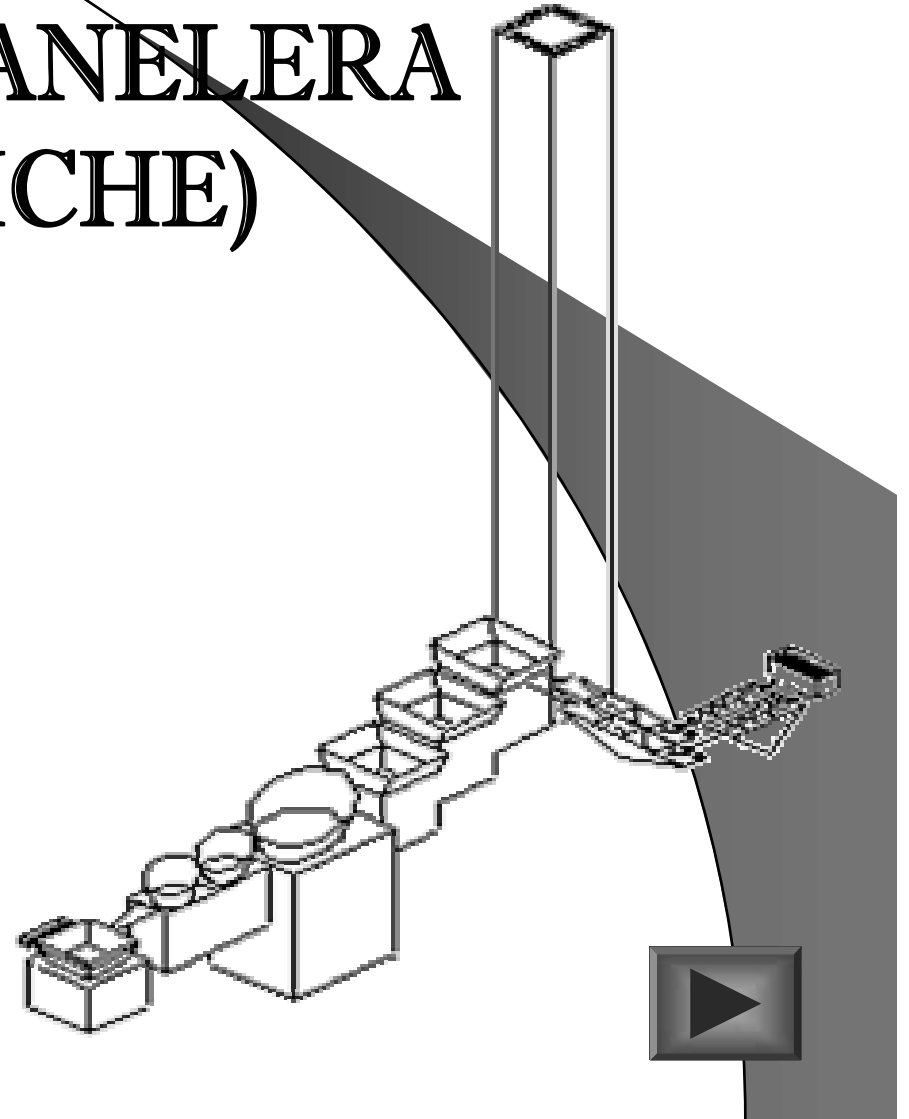


# DISEÑO DE UNA PLANTA PANELERA (TRAPICHE)

*ELABORADO POR:*

- **FIGUEROA P. ISMAEL M.**
- **MONCDA Z. DARYURI K.**



# ***CONTENIDO***

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

PROCESO ACTUAL DE ELABORACIÓN DE LA PANELA

ETAPAS TECNOLÓGICAS QUE INTEGRAN EL PROCESO

DISEÑO DE LA PLANTA

ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO

FLUJO DE CALOR

MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

# ***INTRODUCCIÓN***



## ***Panela o Papelón:***

- Es un producto Natural
- Se elabora en un horno u hornilla panelera.
- Evaporación abierta.
- Su consumo es mínimo.

## ***Limitaciones en la elaboración de la Panela:***

- ❏ Baja extracción de jugo.
- ❏ Inadecuada limpieza de los jugos.
- ❏ Baja eficiencia térmica de las hornillas.
- ❏ Escasa higiene en el proceso.
- ❏ Falta de capacitación del personal.



# ***INTRODUCCIÓN***

***Se desea diseñar una planta que:***

- ❖ Cumpla con las condiciones de higiene en cuanto a la elaboración del producto.**
- ❖ Se pueda obtener un producto de calidad, mediante el control de temperaturas.**
- ❖ Permita la posible exportación del producto.**
- ❖ Supere la limitaciones expuestas anteriormente a través del diseño, selección y dimensionamiento de los equipos.**



# ***PROBLEMA***

## **☛ Uso de los combustibles tradicionales (caucho, leña, bagazo)**

- No existe un control adecuado en el proceso, obteniéndose un producto de baja calidad.
- Presentan problemas de contaminación ambiental.

## **☛ No se cumple con las condiciones de asepsia necesarias para obtener un producto final higiénico.**



# ***OBJETIVOS***

**Aplicar tecnología madura a la industria panelera venezolana.**

## ***OBJETIVO GENERAL:***

Diseñar una planta panelera que se adapte a las condiciones físicas y ambientales de la población del Socorro en el Estado Guárico.



## ***OBJETIVOS ESPECÍFICOS:***

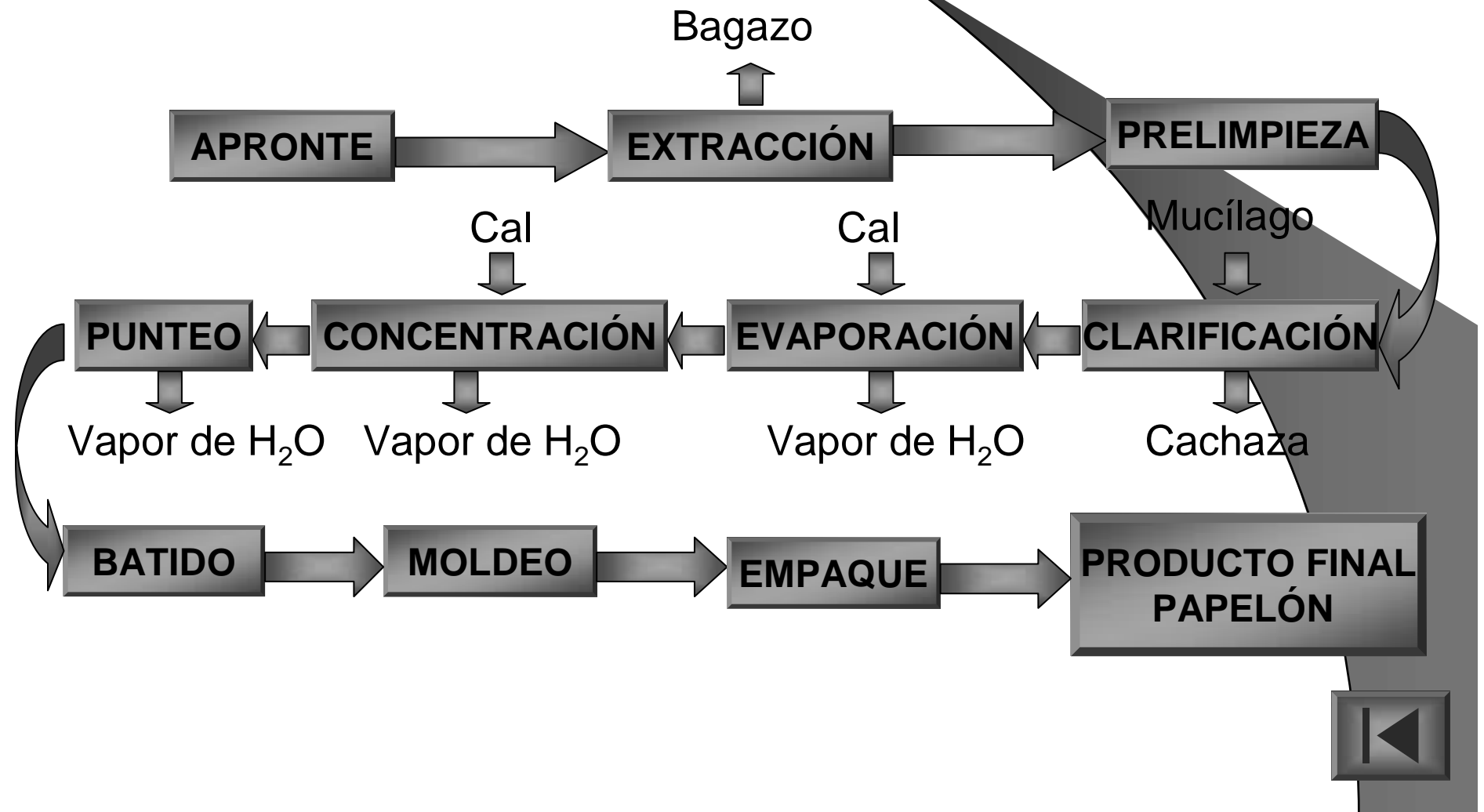
- Definir la capacidad de producción.
- Seleccionar el molino.
- Dimensionar los equipos (prelimpiadores, pailas, tuberías, etc.).
- Estudiar el proceso de producción desde el punto de vista de la transferencia de calor.
- Seleccionar los quemadores.
- Dimensionar chimenea y ducto de gases.
- Seleccionar los materiales de construcción de las pailas, tuberías, ducto, chimenea, etc.
- Establecer la distribución de la planta.







# ETAPAS TECNOLÓGICAS QUE CONFORMAN EL PROCESO



# ***APRONTE***

*Acción de recolección de la caña cortada, su transporte desde el sitio de cultivo hasta el trapiche y su almacenamiento en el depósito del trapiche, previo a la extracción de los jugos.*



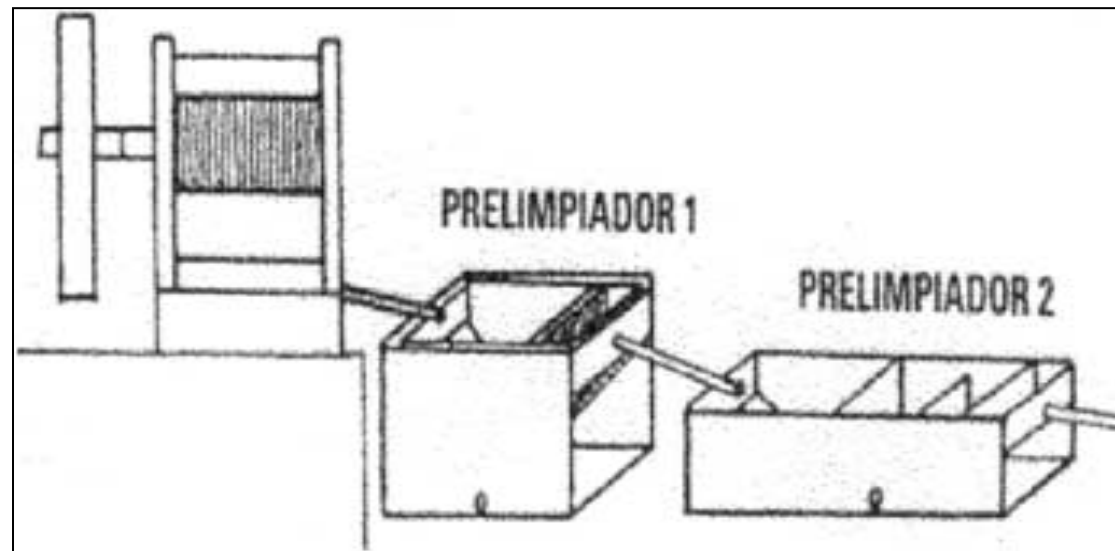
# ***EXTRACCIÓN***

*También se conoce como Molienda. En esta etapa la caña es sometida a compresión entre los rodillos o mazas del molino, lo que propicia la salida del contenido del líquido de los tallos.*

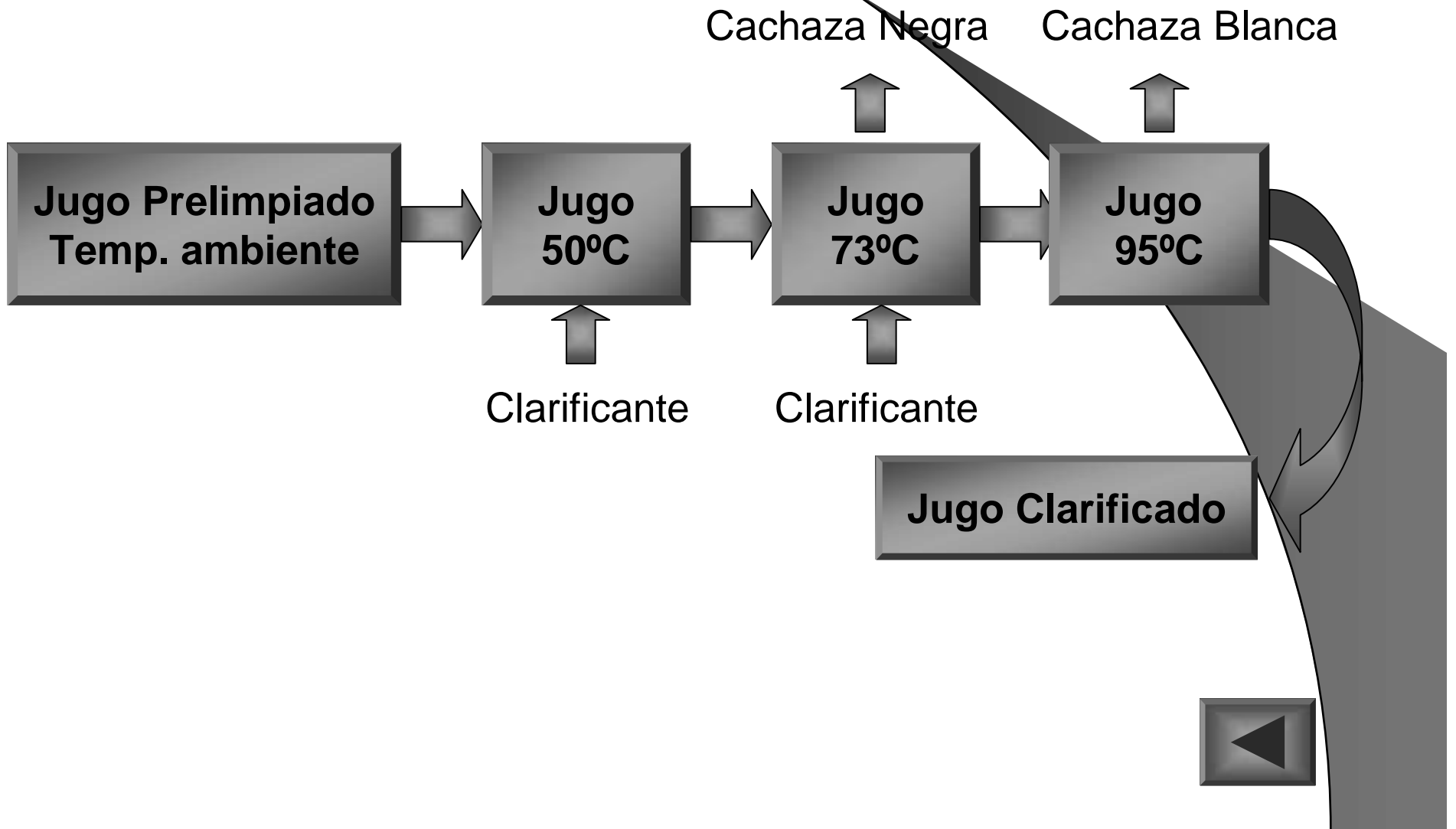


# PRELIMPIEZA

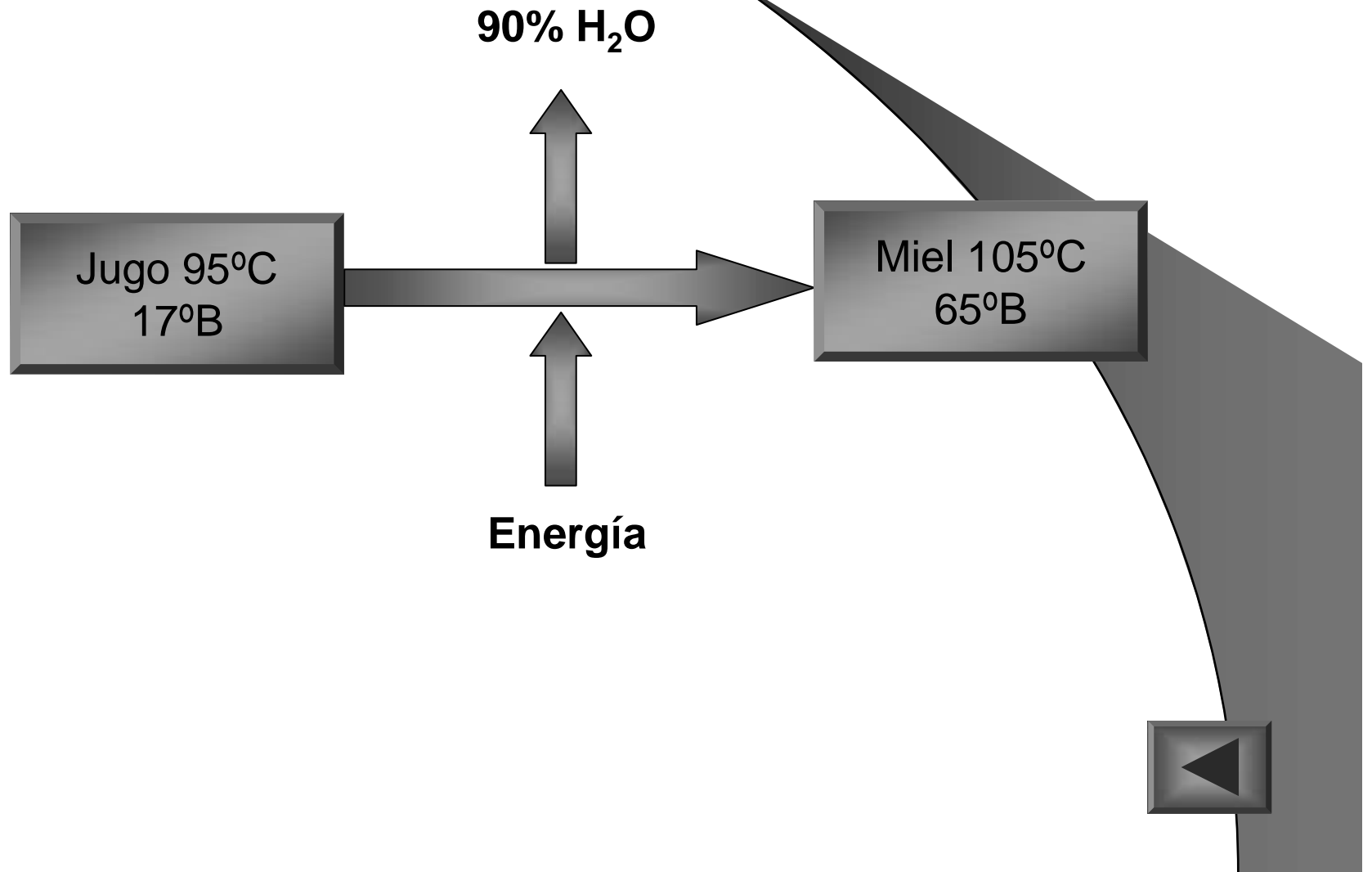
*Es la eliminación por medios físicos de las impurezas que contiene el jugo crudo, mediante prelimpiadores. La función de estos prelimpiadores es la de separar las impurezas por diferencia de densidad. Al separar las impurezas en frío se evita que las sustancias precursoras del color se liberen en el jugo, lo que afectaría la calidad del producto.*



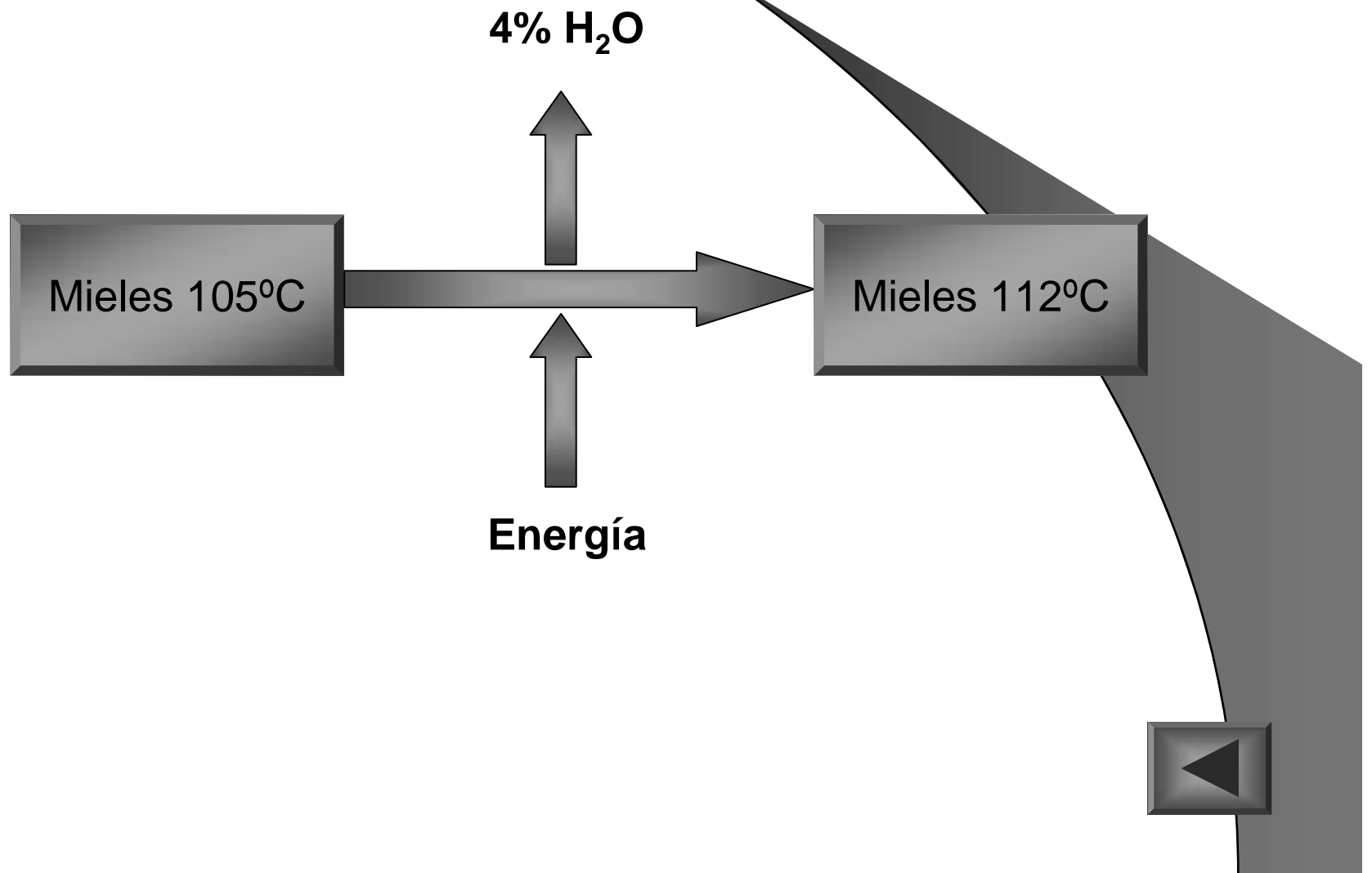
# CLARIFICACIÓN



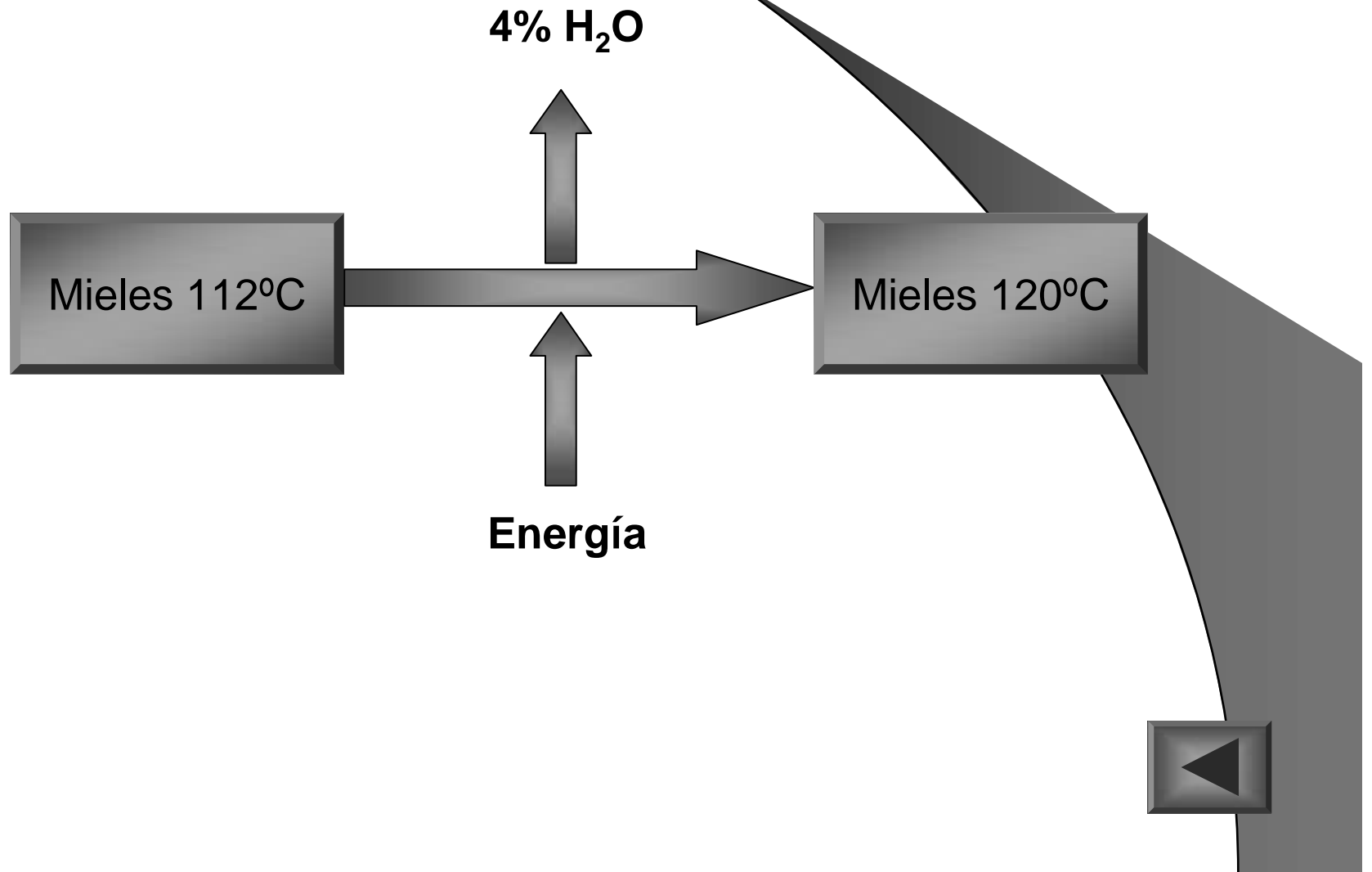
# ***EVAPORACIÓN***



# ***CONCENTRACIÓN***



# ***PUNTEO***





# **BATIDO**

*Una vez que las mieles son retiradas de la hornilla, comienza el batido de las mismas, con el propósito de cambiarles la estructura y textura y hacerles perder su capacidad de adherencia.*



# **MOLDEO**

*Se realiza en mesones donde son colocados los moldes que dan forma sólida al producto.*



# ***CONSIDERACIONES DE DISEÑO***

- ❖ Necesidad de contara con un proceso continuo, en el que no exista permanencia prolongada del jugo en los recipientes.
- ❖ Proceso en el que se tengan en cuenta los rangos y gradientes de temperatura, para garantizar la calidad del producto.
- ❖ Proceso en el que exista el menor contacto entre el fluido y el operario.
- ❖ La planta será diseñada según las condiciones físicas y ambientales de la localidad del Socorro en el Estado Guárico.
- ❖ Dicha localidad cuenta con los servicios básicos de luz y agua, pero no llega gas por tuberías.
- ❖ La planta será operada por pequeños grupos familiares de la zona.



# **BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS**

*El método de diseño a utilizar en la búsqueda de las posibles soluciones del problema planteado será “**El Método del Análisis Morfológico**”, el cual consiste en seleccionar los parámetros más importantes de dicho problema, para luego conseguir la mayor cantidad de alternativas para cada parámetro.*



# ***PARÁMETROS A CONSIDERAR***

- HIGIENE.**
- MANTENIMIENTO.**
- COSTOS.**
- ADAPTABILIDAD.**
- CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO.**
- FACILIDAD DE BATIDO.**
- FACILIDAD DE LIMPIEZA.**
- CAPACIDAD DE LIMPIEZA.**
- PÉRDIDAS.**
- SEGURIDAD DEL PROCESO.**
- CONTINUIDAD DEL PROCESO.**
- ESPACIO OCUPADO.**

***Cada uno de estos parámetros serán evaluados según la siguiente escala:***

***Excelente: 5***

***Muy Bueno: 4***

***Bueno: 3***

***Aceptable: 2***

***Deficiente: 1***



# ***BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LAS PAILAS***

- Las pailas son el implemento a través del cual se realizará el calentamiento del jugo y las mieles, es decir, serán usadas en las etapas de Clarificación, Evaporación, Concentración y Punteo.
- El número de pailas a utilizar debe ser el menor posible, y su geometría debe proporcionar que el espacio ocupado sea mínimo.



# **BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LAS PAILAS**

El número de pailas a utilizar depende principalmente de las etapas tecnológicas, por lo que se establece lo siguiente:

- **CLARIFICACIÓN:** se utilizarán tres (3) pailas, una para cada sub-etapa, lo que permitirá contener la cantidad de jugo inicial de una forma continua sin utilizar una paila de grandes dimensiones.
- **EVAPORACIÓN:** una (1) paila, contendrá parte del jugo proveniente de las pailas clarificadoras.
- **CONCENTRACIÓN:** una (1) paila, basta para contener las mieles provenientes de la paila evaporadora.
- **PUNTEO:** una (1) paila, basta para contener las mieles provenientes de la paila concentradora.



# **BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LAS PAILAS**

✿ La geometría de las pailas dependerá principalmente de las características físicas del fluido a contener y de la facilidad de limpieza de las mismas, por lo tanto se debe tener en cuenta lo siguiente:

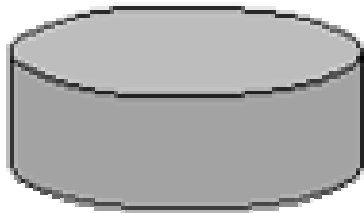
- En la etapa de clarificación encontramos ***jugó crudo***.
- En las etapas de evaporación, concentración y punteo el jugó pasa a ser ***miel***.



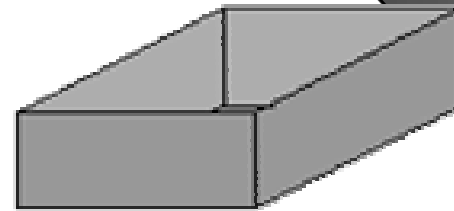


# ***ALTERNATIVAS PRPUESTAS PARA EL DISEÑO DE LAS PAILAS***

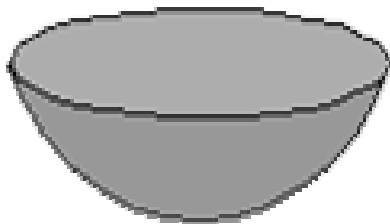
DISEÑO 1



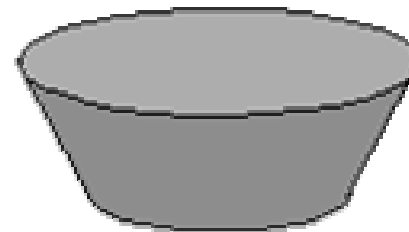
DISEÑO 2



DISEÑO 3



DISEÑO 4



# ***EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL DISEÑO DE LAS PAILAS PARA JUGO CRUDO***

<b>FACTORES</b>	<b>%</b>	<b>Diseño 1</b>	<b>Diseño 2</b>	<b>Diseño 3</b>	<b>Diseño 4</b>
Adaptabilidad	20	3	5	2	4
Mantenimiento	25	3	4	5	4
Higiene	30	3	5	4	4
Costo	25	4	5	4	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>3,25</b>	<b>4,75</b>	<b>3,85</b>	<b>3,75</b>

## ***Matriz de Selección de las Pailas para el Jugo Crudo***

En la etapa de clarificación serán utilizadas tres (3) pailas planas de geometría cuadrada, las cuales presentan como principales ventajas: el poder realizar la limpieza de los jugos de una forma más cómoda y completa, tiene la capacidad de contener mayor cantidad de jugo sin ocupar gran espacio y, su fabricación es menos costosa.



# ***EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL DISEÑO DE LAS PAILAS PARA LAS MIELES***

<b>FACTORES</b>	<b>%</b>	<b>Diseño 1</b>	<b>Diseño 2</b>	<b>Diseño 3</b>	<b>Diseño 4</b>
Adaptabilidad	30	2	3	5	3
Mantenimiento	25	2	3	5	3
Higiene	20	3	5	4	5
Costo	25	4	5	4	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>2,7</b>	<b>3,9</b>	<b>4,55</b>	<b>3,4</b>

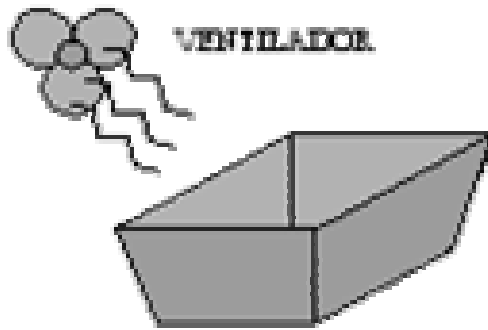
## ***Matriz de Selección de las Pailas para las Mieles***

Por lo tanto, para las etapas de evaporación, concentración y punteo, serán utilizadas pailas de geometría semiesférica, las cuales permitirán realizar la limpieza de las mismas de una forma más fácil y evitarán que queden adheridos residuos de las mieles a las pailas.

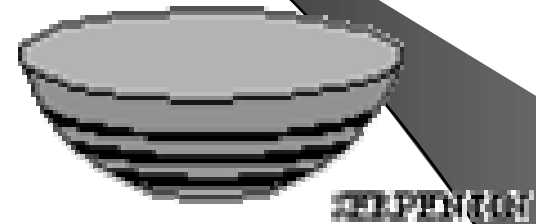


# **BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LA BATEA**

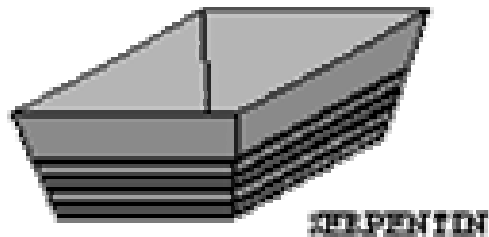
DISEÑO 1



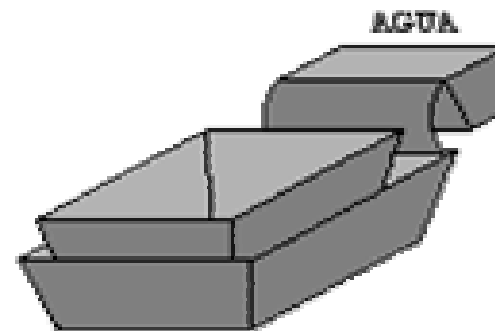
DISEÑO 2



DISEÑO 3



DISEÑO 4



# **EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL DISEÑO DE LA BATEA**

<b>FACTORES</b>	<b>%</b>	<b>Diseño 1</b>	<b>Diseño 2</b>	<b>Diseño 3</b>	<b>Diseño 4</b>
Capacidad de enfriamiento	30	2	3	3	5
Adaptabilidad	20	3	4	3	3
Facilidad de batido	15	3	3	4	5
Higiene	10	2	5	3	3
Mantenimiento	10	3	4	3	4
Costo	15	3	4	3	2
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>2,6</b>	<b>3,65</b>	<b>3,15</b>	<b>3,85</b>

## ***Matriz de Selección para la Batea***

**Será utilizada una batea plana, cuyo sistema de enfriamiento permitirá que sea retirado el calor presente en las mieles, de una forma más rápida, al tener el agua contacto directo con la superficie de la batea, lo que se traduce en una reducción en el tiempo de batido, una disminución del esfuerzo físico realizado por el operario y una mejora en la calidad del producto final.**



# ***BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DEL UTENSILIO DESCACHAZADOR***

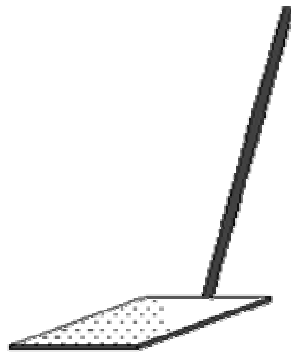
DISEÑO 1



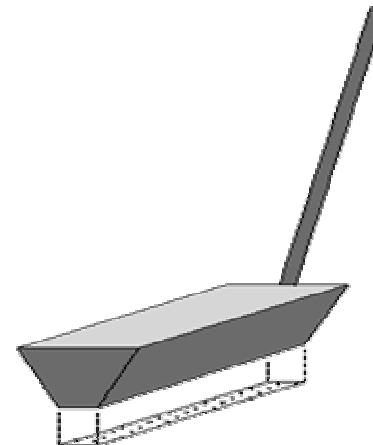
DISEÑO 2



DISEÑO 3



DISEÑO 4



# **EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL DISEÑO DEL UTENSILIO DESCACHAZADOR**

<b>FACTORES</b>	<b>%</b>	<b>Diseño 1</b>	<b>Diseño 2</b>	<b>Diseño 3</b>	<b>Diseño 4</b>
Costo	15	5	4	3	2
Higiene	20	4	3	2	4
Facilidad de limpieza	10	3	3	4	5
Capacidad de limpieza	30	4	4	2	5
Pérdidas	25	2	3	5	4
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>3,55</b>	<b>3,45</b>	<b>3,10</b>	<b>4,10</b>

## ***Matriz de Selección para el Utensilio Descachazador***

La limpieza de los jugos en la etapa de clarificación se realizará con un utensilio cuyo diseño permitirá retirar la cachaza presente en el jugo de una forma rápida y con la menor pérdida de jugo posible.



# **BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TRASLADO DEL JUGO Y LAS MIELES**

El sistema de traslado depende de las características físicas de la sustancia.

✿ **Jugo Crudo:** sustancia cuya densidad es similar a la del agua.

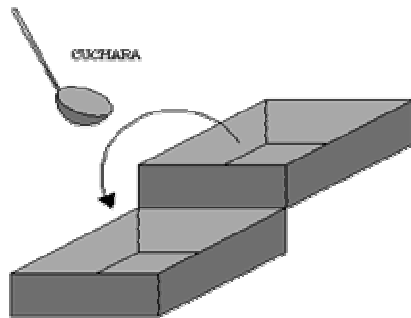
✿ **Mieles:** sustancia con una elevada densidad, es un fluido viscoso.



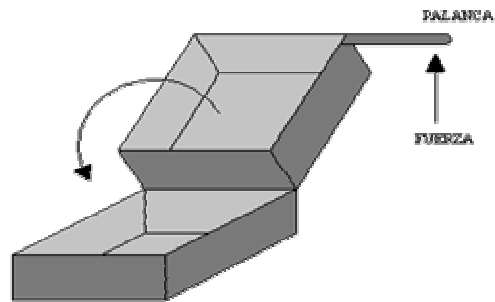


# ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TRASLADO DEL JUGO Y LAS MIELES

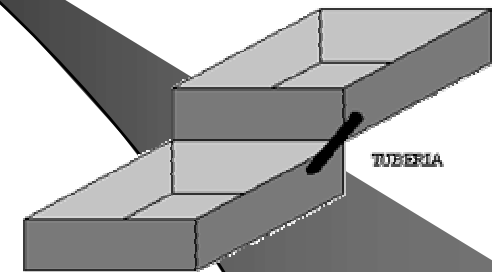
DISEÑO 1



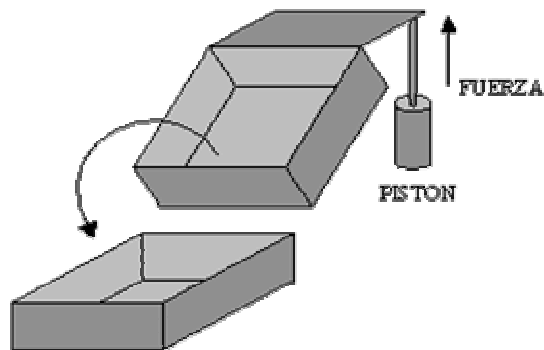
DISEÑO 2



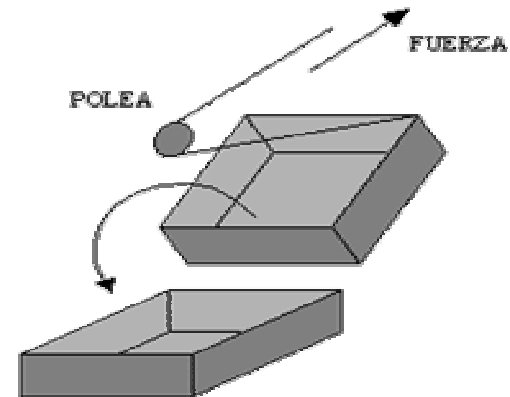
DISEÑO 3



DISEÑO 4



DISEÑO 5



# **EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE TRASLADO DEL JUGO CRUDO**

<b>FACTORES</b>	<b>%</b>	<b>Diseño 1</b>	<b>Diseño 2</b>	<b>Diseño 3</b>	<b>Diseño 4</b>	<b>Diseño 5</b>
Seguridad del Proceso	20	2	3	5	4	4
Continuidad del Proceso	20	1	2	5	4	3
Costo	15	5	4	5	1	2
Mantenimiento	10	5	5	4	3	3
Higiene	5	3	5	4	5	5
Adaptabilidad	20	4	3	5	3	3
Pérdidas	10	2	3	5	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>3,00</b>	<b>3,25</b>	<b>4,85</b>	<b>3,20</b>	<b>3,15</b>

## ***Matriz de Selección para el Sistema de Traslado del Jugo.***

Mientras que la sustancia a trasladar entre las pailas sea jugo, la forma más rápida, continua, segura y económica de hacerlo, es mediante tuberías.



# **EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE TRASLADO DE LAS MIELES**

<b>FACTORES</b>	<b>%</b>	<b>Diseño 1</b>	<b>Diseño 2</b>	<b>Diseño 3</b>	<b>Diseño 4</b>	<b>Diseño 5</b>
Seguridad del Proceso	15	4	3	5	3	3
Continuidad del Proceso	15	3	4	5	4	4
Costo	15	5	5	4	1	2
Mantenimiento	20	5	5	2	3	3
Higiene	5	3	5	4	5	5
Adaptabilidad	20	5	3	1	3	3
Pérdidas	10	4	3	1	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>4,35</b>	<b>3,95</b>	<b>3,00</b>	<b>2,95</b>	<b>3,10</b>

## ***Matriz de Selección para el Sistema de Traslado de las Mieles.***

**El traslado de las mieles entre las pailas será por cucharadas, ya que es el sistema que mejor se adapta a las características físicas de la sustancia, la más fácil de mantener y aunque hay riesgo de quemaduras por el contacto con las mieles, el operario no estará en ningún momento expuesto al calor generado por las llamas de los quemadores.**



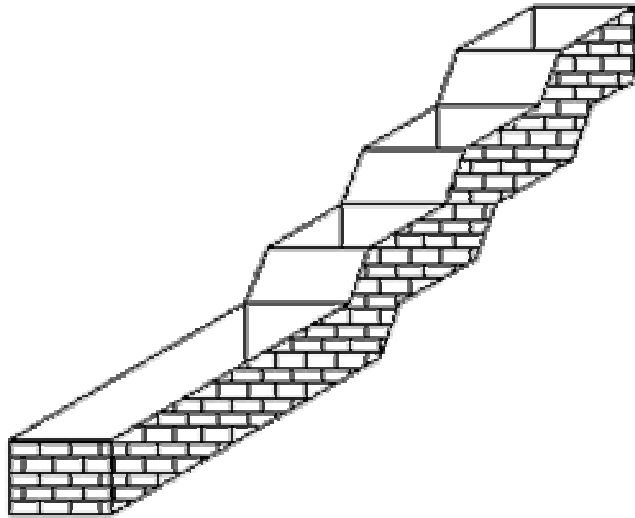
# ***BÚSQUEDA DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DEL DUCTO***

- El ducto es la estructura sobre la cual estarán dispuestas las pailas y estará conformado por paredes laterales para evitar la transferencia de calor hacia el ambiente.
- Dentro del mismo se encontrarán los quemadores, encargados del calentamiento del jugo y las mieles.
- En la etapa de clarificación, el ducto debe presentar un pequeño desnivel para que el jugo fluya por gravedad.
- Mientras que en las etapas siguientes (evaporación, concentración y punteo) debe presentarse de manera horizontal, para evitar ocupar más espacio del necesario y lograr de esta manera que la construcción del mismo sea más sencilla.

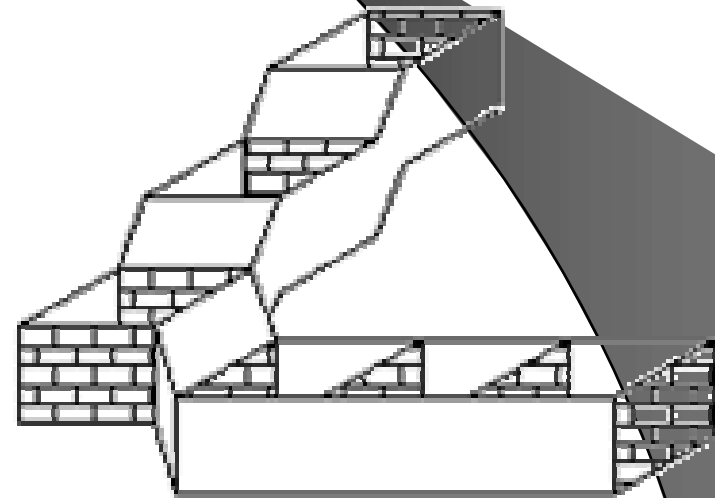


# ***ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL DISEÑO DEL DUCTO***

DISEÑO 1



DISEÑO 2



## ***EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL DISEÑO DEL DUCTO***

<b>FACTORES</b>	<b>%</b>	<b>Diseño 1</b>	<b>Diseño 2</b>
Costo de Materiales	25	5	2
Costo de Construcción	25	5	1
Espacio ocupado	20	3	5
Continuidad del Proceso	15	5	4
Mantenimiento	15	5	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>4,6</b>	<b>2,8</b>

### ***Matriz de Selección para el Ducto***

El ducto a implementar, según los resultados de la matriz morfológica, corresponde al Diseño 1, ya que aunque el mismo ocupa un mayor espacio, es significativamente menos costoso en cuanto a materiales y construcción, que el Diseño 2.

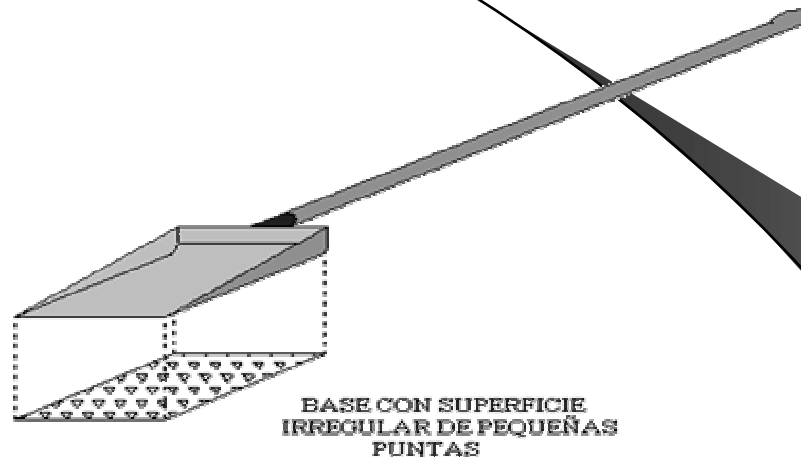


# ***DISEÑO DEL UTENSILIO PARA EL BATIDO DE LAS MIELES***

- El batido de las mieles será realizado en forma manual, por lo que el implemento debe ser fácil y cómodo de usar para el operario.
- Mediante el batido de las mieles también se obtiene el papelón en polvo y granulado. El operario debe realizar un mayor esfuerzo para poder lograr obtener el producto bajo esta presentación, por lo tanto se debe pensar en diseñar un utensilio que reduzca el esfuerzo realizado por el operario.



# ***DISEÑO PROPUESTO DEL UTENSILIO PARA EL BATIDO DE LAS MIELES***



Presenta como principal ventaja que: la base irregular de pequeñas puntas permite que pueda obtenerse el papelón pulverizado de una forma más fácil, además con el mismo utensilio se pueden trasladar las mieles batidas para su moldeo, por presentarse en forma de pala. Pero tiene una desventaja en cuanto a mantenimiento se refiere, ya que la base irregular ocasiona que queden adheridos residuos de mieles a la misma, resultando más difícil la limpieza del utensilio.





# ***SELECCIÓN DEL MOLINO***

▣ ***CAPACIDAD DE MOLIENDA:*** 1.200 - 1.300 kg/h caña.

▣ ***CAPACIDAD DE EXTRACCIÓN:*** 60%

▣ ***FUENTE DE ENERGÍA:*** Motor de combustión interna Diesel.

▣ ***POTENCIA REQUERIDA:*** 16 HP

▣ ***EFICIENCIA DEL MOLINO:*** 75%



# ***CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA***

La capacidad de la planta se refiere a la cantidad de producto final obtenida en un tiempo establecido. Es así como se definirá la capacidad de producción en: kilogramos de producto terminado por hora (*kg/h*).

La capacidad de producción de la planta se establece según el Balance de Masa

Dependerá también del Tiempo de Residencia del Jugo en las pailas.



# ***CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN***

Según el Balance de Masa y el Tiempo Estimado de Residencia de los jugos y las mieles en las pailas, la capacidad de producción de la planta será aproximadamente de:

103kg/h



# ***BALANCE DE MASA***

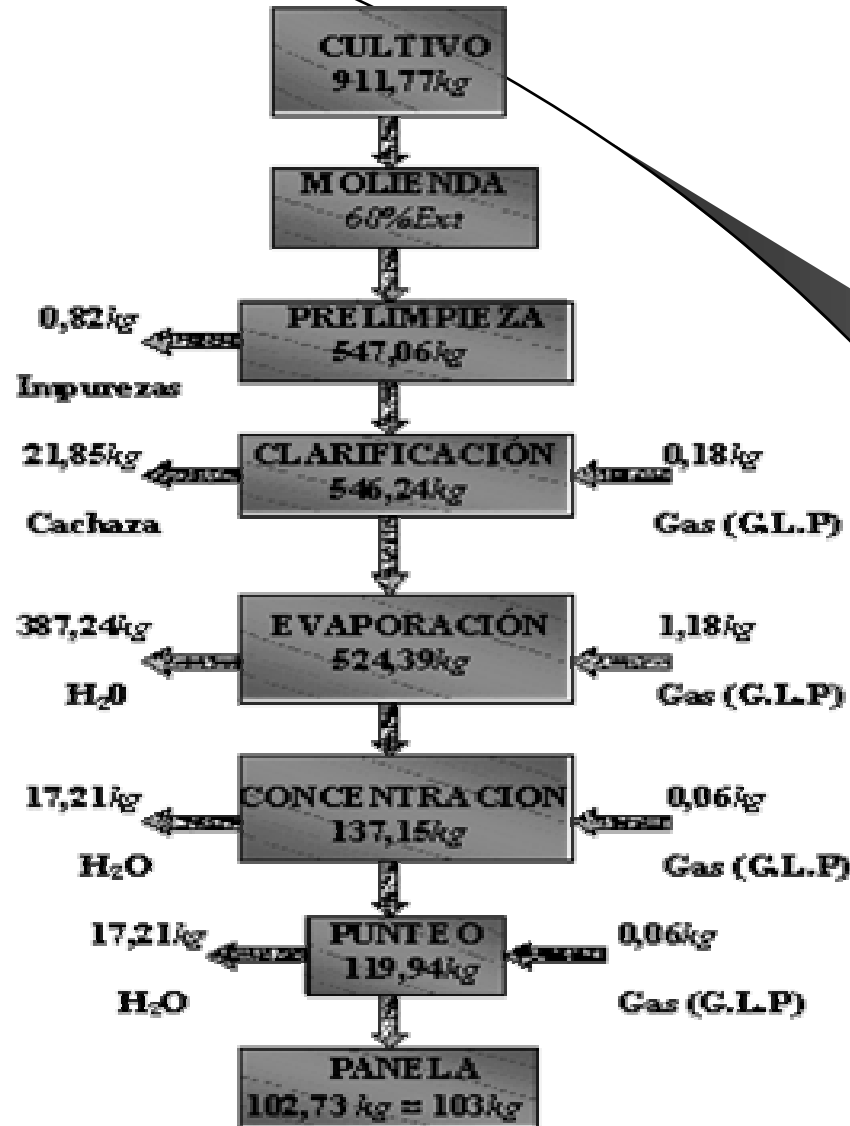
El Balance de Masa depende de:

- La masa de caña a moler.
- El porcentaje de extracción del molino = 60%
- Los grados Brix del jugo y de la panela ( $^{\circ}\text{Bj}=17$ ,  $^{\circ}\text{Bp}=93$ ).
- La masa de panela que se estima obtener = 100kg/h.
- Las pérdidas por limpieza del jugo y por evaporación de agua que ocurren durante el proceso.

= 547,06 kg

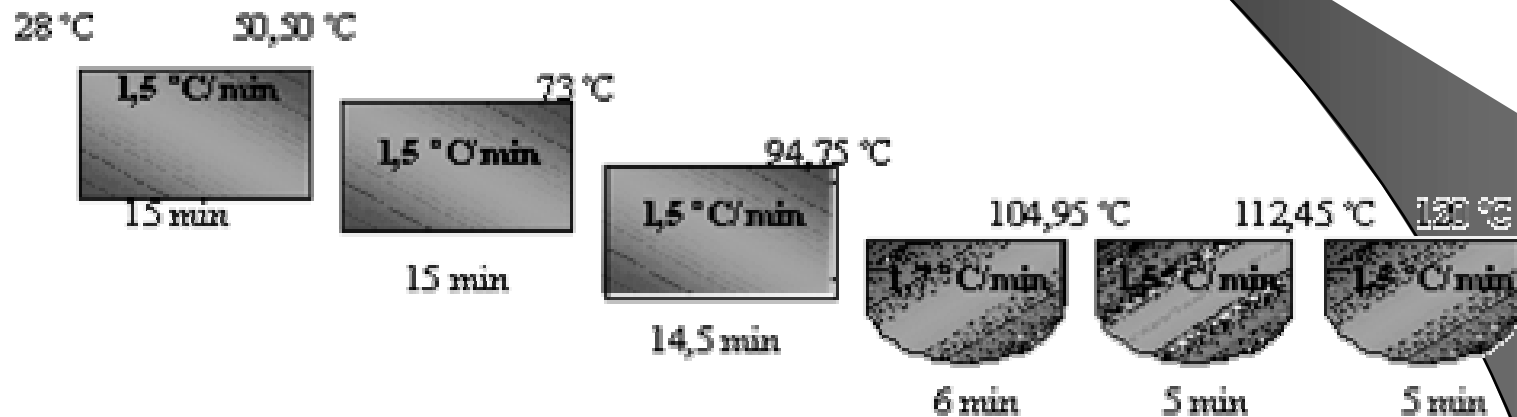


# BALANCE DE MASA



# TIEMPO DE RESIDENCIA DE LOS JUGOS Y LAS MIELES EN LAS PAILAS

El tiempo de residencia de los jugos y las mieles en las pailas depende del gradiente y del diferencial de temperatura que se requiere en cada etapa del proceso.



El tiempo total de residencia de los jugos y las mieles en el tren de pailas es aproximadamente de:

1 hora



# ***CANTIDAD DE MATERIA PRIMA***

La cantidad de materia prima necesaria para satisfacer la capacidad de la planta depende de la masa de jugo y del porcentaje de extracción del molino, y se determina mediante la siguiente ecuación:

*mc*: masa de caña a moler.

*mj*: masa de jugo = 547,06kg

*%Ext.*: porcentaje de extracción del molino = 60%

$$***mc = 911,77 kg***$$

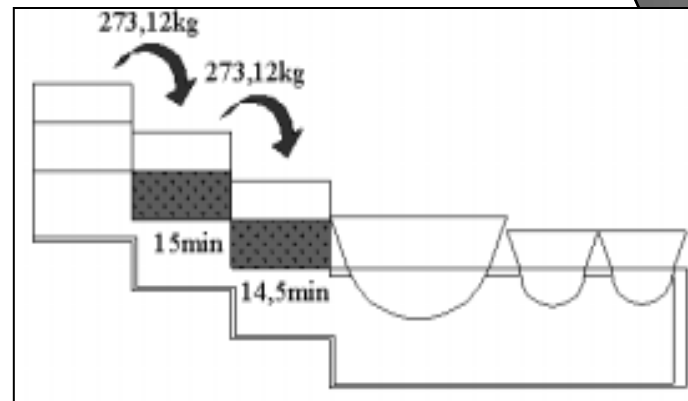
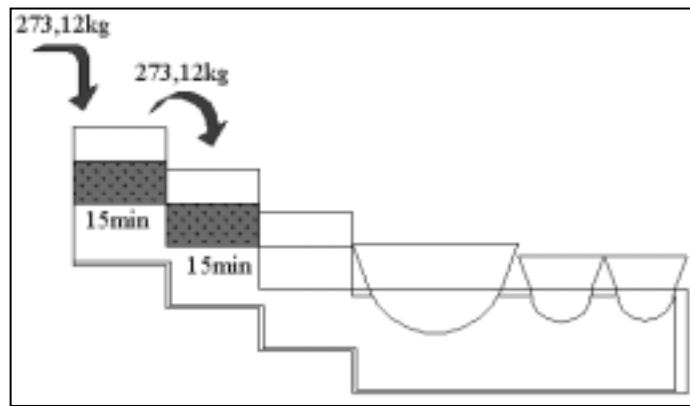
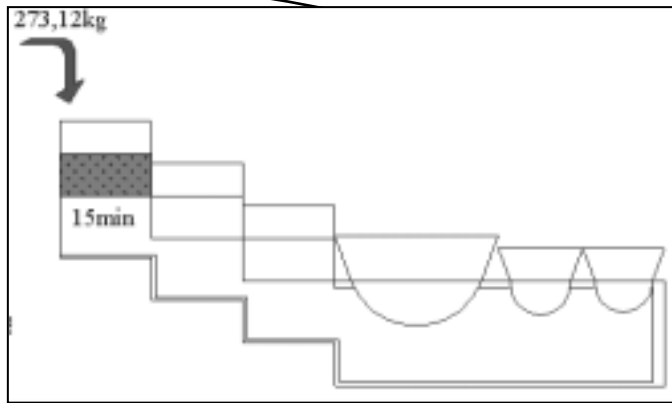


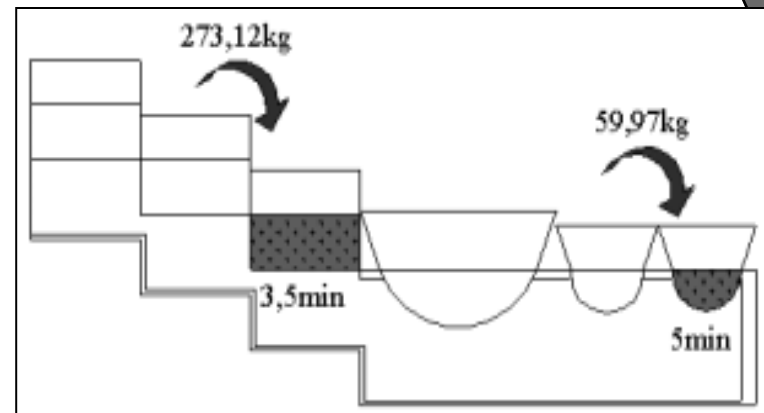
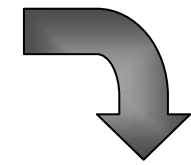
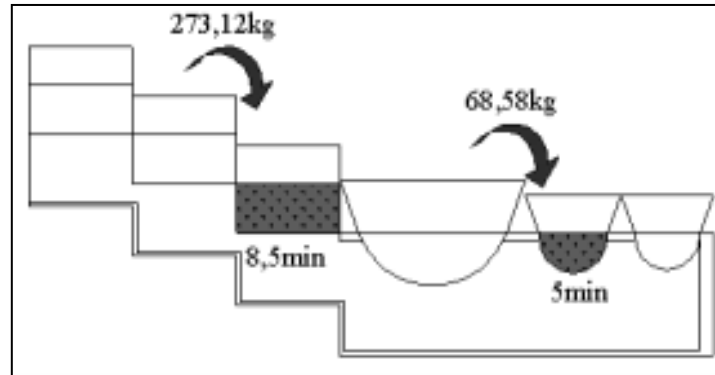
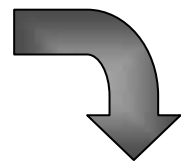
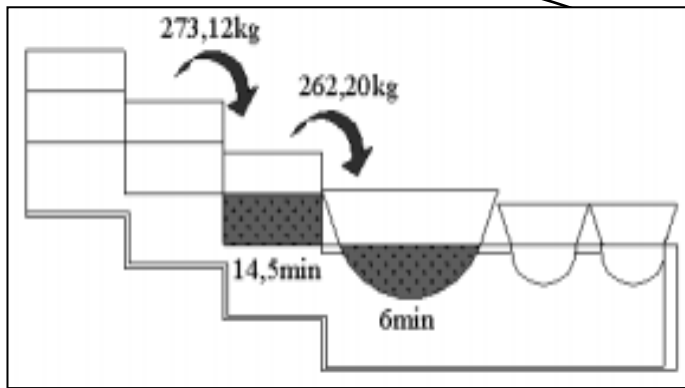
# ***CONSIDERACIONES NECESARIAS PARA LAS ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO***

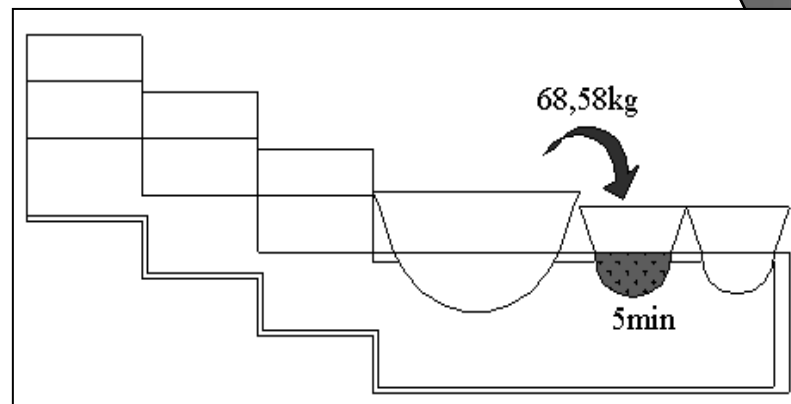
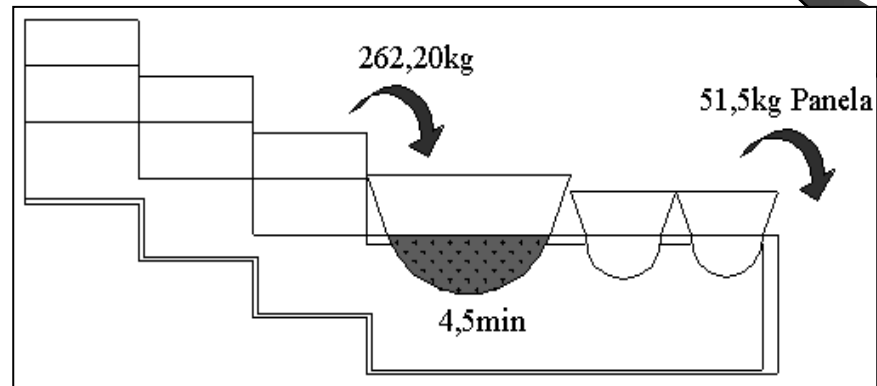
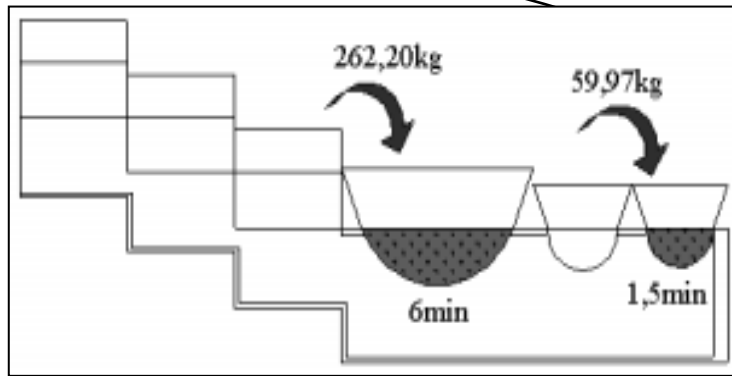
La masa de jugo crudo inicial que entra a la etapa de clarificación fue dividida en dos, para evitar grandes dimensiones de pailas y disminuir el tiempo de llenado de las mismas. Debido a esto, ocurre que para obtener 100kg de panela, se requiere de más de 1h de proceso en la hornilla, siendo el tiempo requerido igual 1,24h.

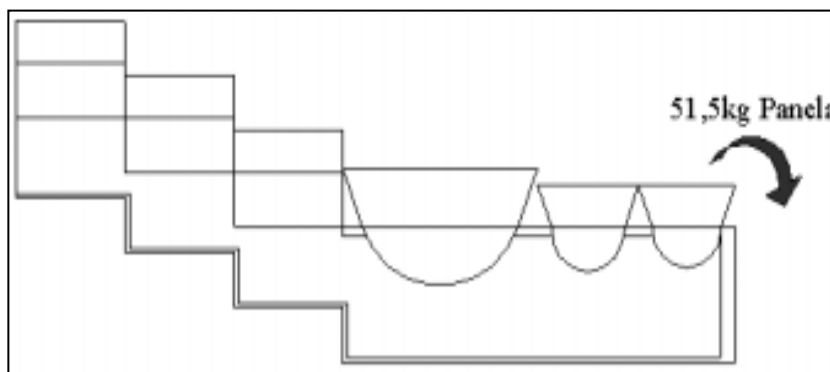
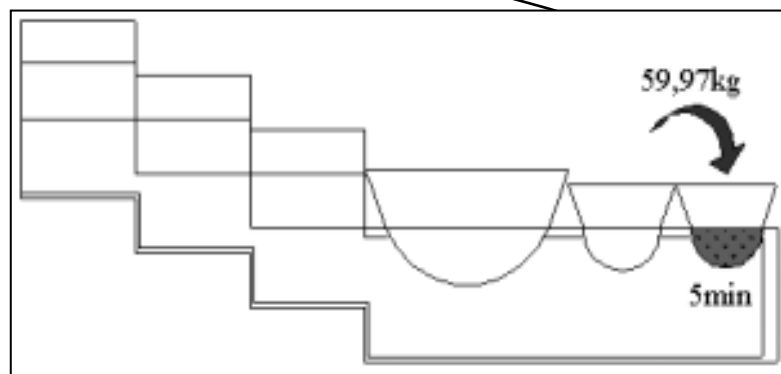










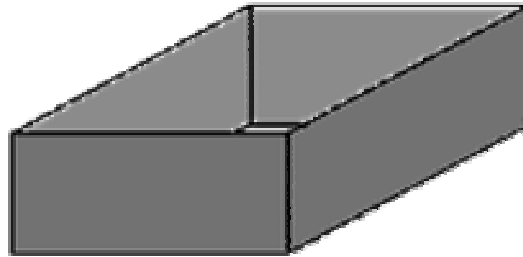


SE OBTENDRÁN  
APROXIMADAMENTE:  
*103kgpanela en 1,24h*

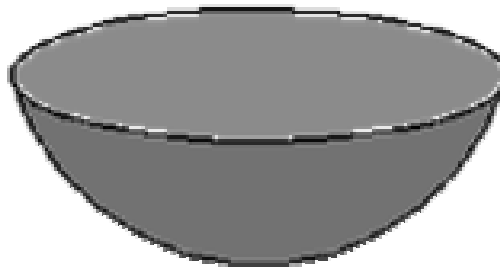


# ***PAILAS***

✿ En la etapa de Clarificación serán utilizadas tres (3) pailas planas de geometría cuadrada.

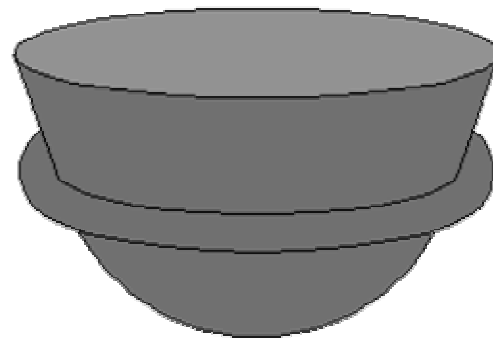
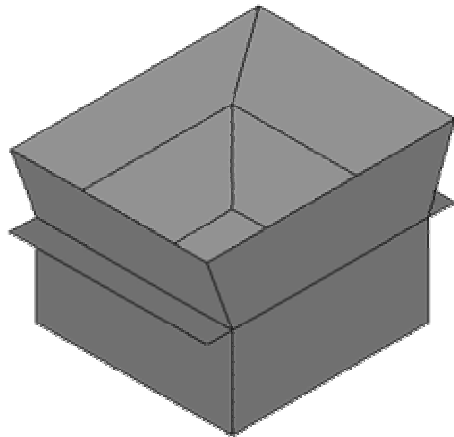


✿ En la etapa de Evaporación, Concentración y Punteo, serán utilizadas pailas semiesféricas.



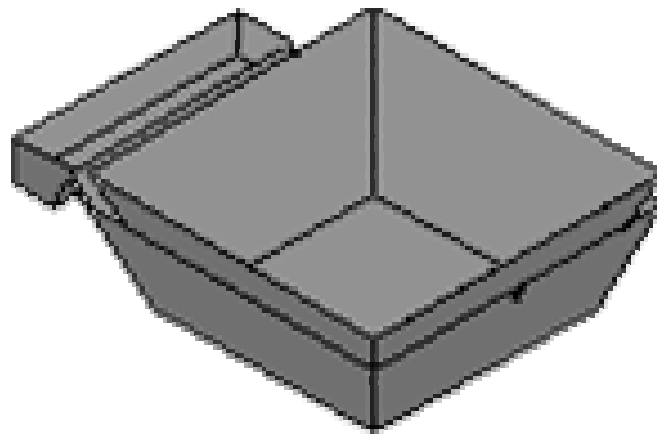
# ***PAILAS***

- ❖ Deben colocarse falcas, las cuales son cercos que se colocan como suplemento a las pailas, con la finalidad de brindar seguridad al operario, al lograr mantener con su aplicación, una distancia prudencial entre el mismo y el fluido caliente.
- ❖ Las pailas deben presentar rebordes que servirán como apoyo de las mismas sobre el ducto.



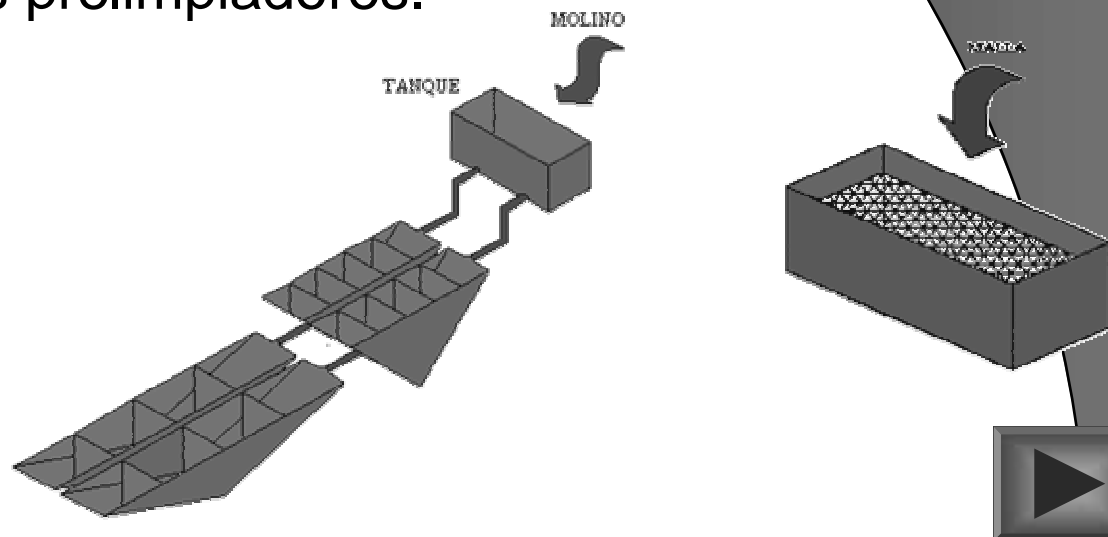
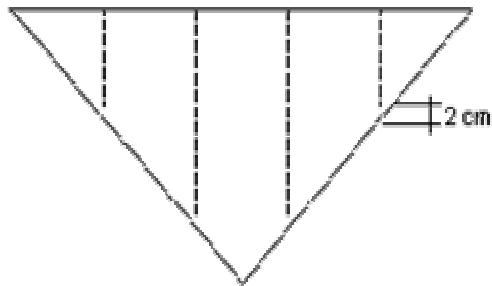
# **BATEA**

- ❖ La batea presenta una geometría de pirámide truncada.
- ❖ Se colocará dentro de una batea de igual geometría, llamada sobre batea, la cual tiene como función contener el agua encargada del enfriamiento de las mieles en la etapa de batido.
- ❖ La sobre batea llevará anexo en su parte posterior, un pequeño depósito, el cual será el encargado de contener el agua que luego pasará por desbordamiento a la misma.



# PRELIMPIADORES

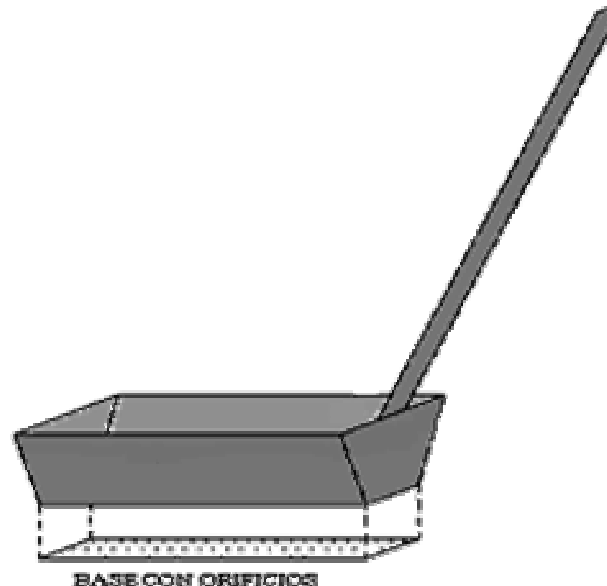
- ❖ El sistema de prelimpieza contempla dos prelimpiadores.
- ❖ Los prelimpiadores tienen láminas deflectoras.
- ❖ Adicionalmente serán incorporados dos prelimpiadores de igual tamaño y geometría que los primeros, los cuales permitirán contar con un proceso continuo.
- ❖ Deberá ser colocado un tanque a la salida del molino para distribuir el jugo a los prelimpiadores.





# ***UTENSILIO DESCACHAZADOR***

- El utensilio descachazador permite realizar la limpieza del jugo de forma rápida, debido a que su geometría se adapta fácilmente a la geometría de las pailas planas.
- Además se tendrán menos pérdidas de jugo por limpieza, ya que los agujeros presentes en su base permitirán que el jugo vuelva a las pailas y retendrán la cachaza retirada.



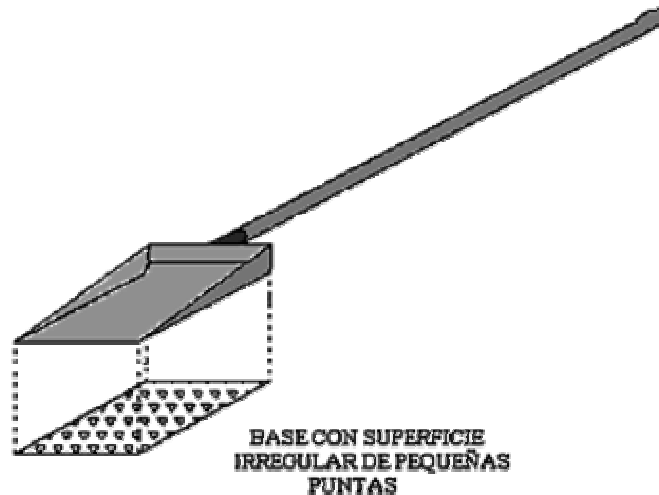
# ***CUCHARA PARA EL TRASLADO DE LAS MIELES***

- ▣ La cuchara para el traslado de las mieles permite trasladar toda la miel presente en la paila en el menor tiempo posible
- ▣ Permite la comodidad y facilidad del traslado de las mieles por parte del operario.



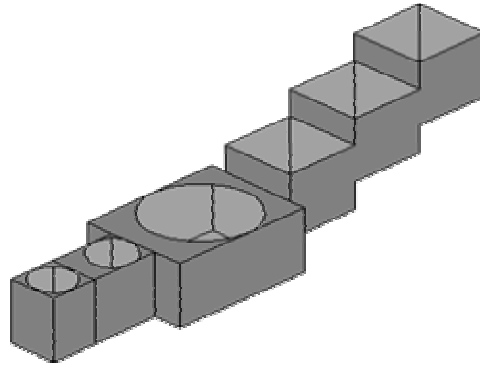
# ***UTENSILIO PARA EL BATIDO DE LAS MIELES***

- El utensilio para el batido de las mieles permite que el operario esté cómodo a la hora de realizar la operación.
- Permite obtener papelón en polvo de una forma más fácil.
- Facilita el traslado de las mieles batidas para su posterior moldeo.

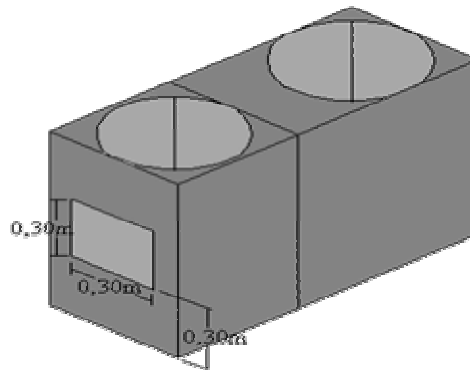


# ***DUCTO***

Las dimensiones del ducto dependen de las dimensiones de las pailas y su altura se establece según la altura promedio de los operarios.

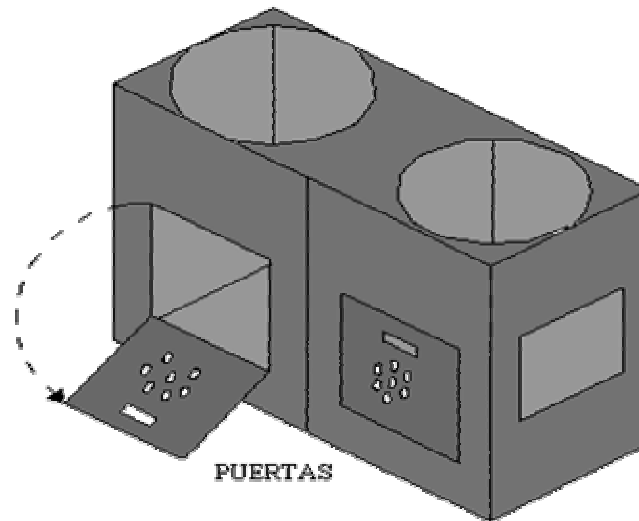


Se debe suministrar una entrada de aire en el ducto para que pueda ocurrir el proceso de combustión.



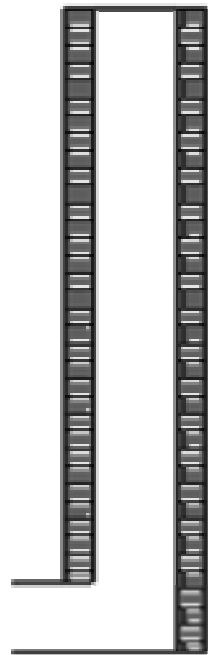
# ***DUCTO***

✚ El ducto debe disponer de puertas que permitan realizar la inspección y mantenimiento de los quemadores, y que a su vez sirvan como desahogo para evitar la acumulación de gases dentro del ducto.



# CHIMENEA

El tiro de la chimenea debe lograra vencer la resistencia debido a las pérdidas por presión dentro de la hornilla, garantizando de esta forma el paso de los gases a través del ducto. Del tiro dependerá también la altura de la chimenea.



***Tiro generado***

***$P = 12,22\text{mmH}_2\text{O}$***

***Altura de la Chimenea***

***$HCH = 10,20\text{m}$***



# ***MATERIALES SELECCIONADOS***

✿ ***ACERO INOXIDABLE AISI 304:*** debe ser utilizado para la construcción de todos los implementos con los que estará en contacto el jugo y las miles.

✿ ***LADRILLOS REFRACTARIOS SÍLICO ALUMINOSOS:*** estos ladrillos serán usados para levantar las paredes del ducto y cubrir el suelo dentro del mismo, para así lograr la menor ocurrencia de pérdidas por transferencia de calor.

✿ ***CONCRETO REFRACTARIO ASILANTE:*** las paredes del ducto construidas en ladrillos refractarios, deben ser recubiertas con este material aislante para reducir al máximo la transferencia de calor.



# ***FLUJO DE CALOR***

Se aplicó la primera ley de la termodinámica tomando las siguientes consideraciones:

- Flujo incompresible ( $\rho = \text{ctte}$ )
- Sistema abierto (presión atmosférica)
- Estado Uniforme.





# ***FLUJO DE CALOR***

 **FLUJO DE CALOR REQUERIDO**

 **FLUJO DE CALOR SUMINISTRADO**

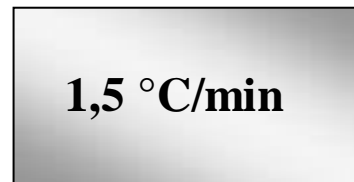
# ***FLUJO DE CALOR REQUERIDO EN LA CLARIFICACIÓN***

28 °C



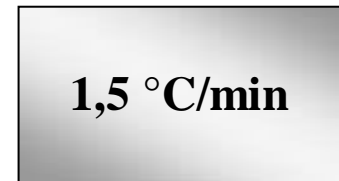
15 min

50 °C



15 min

73 °C



14,5 min

95 °C



# ***FLUJO DE CALOR REQUERIDO EN LA CLARIFICACIÓN***

$$\dot{q}_r = \frac{m_j}{t} * C_{p_j} * \Delta T$$

- $\dot{q}_r$  : calor requerido ( $kw$ )
- $m_j$ : masa de jugo =  $273,12kg$
- $C_{p_j}$ : calor específico del jugo ( $kJ/kgK$ )
- $\Delta T$ : diferencial de temperatura ( $K$ )
- $t$ : tiempo de residencia del jugo en la paila ( $s$ )



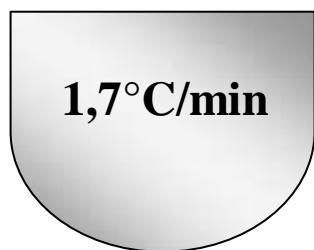
# ***FLUJO DE CALOR REQUERIDO EN LA CLARIFICACIÓN***

<b>Flujo de calor requerido</b>	<b>(Kw)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>q_{rclarif_1}</math></li></ul>	25,67
<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>q_{rclarif_2}</math></li></ul>	25,67
<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>q_{rclarif_3}</math></li></ul>	25,67



# ***FLUJO DE CALOR REQUERIDO EN LA EVAPORACIÓN, CONCENTRACIÓN Y PUNTEO.***

95 °C



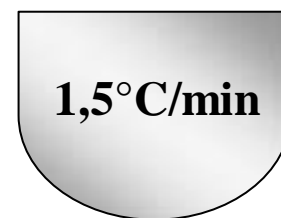
6 min.

105 °C



5 min.

112,5 °C



5 min.

120 °C



# **FLUJO DE CALOR REQUERIDO EN LA EVAPORACIÓN, CONCENTRACIÓN Y PUNTEO.**

$$q_r = \frac{m_m * C_{p_m} * \Delta T + \Delta H_v * \%mH_2O}{t}$$

•  
 $q_r$  : calor requerido (*kw*)

$m_m$  : masa de miel (*kg*)

$C_{p_m}$  : calor específico de las mieles (*kJ/kgK*)

$\Delta T$  : diferencial de temperatura (*K*)

$\Delta H_v$  : calor latente de evaporación del agua = *2.208kJ/kg*

$\%mH_2O$  : porcentaje de masa de agua a evaporar (*kg*)

$t$  : tiempo de residencia de las mieles en las pailas (*s*)



# ***FLUJO DE CALOR REQUERIDO EN LA EVAPORACIÓN, CONCENTRACIÓN Y PUNTEO.***

<b>Etapas</b>	<b><math>\dot{q}_r</math></b>	<b>(kw)</b>
Evaporación	$\dot{q}_{revap}$	1.215,53
Concentración	$\dot{q}_{rconct}$	69,80
Punteo	$\dot{q}_{rpunt}$	69,00



# ***FLUJO DE CALOR SUMINISTRADO***

Es el flujo de calor que deben suministrar los quemadores, y esta dado por la siguiente ecuación:

$$\dot{q}_s = \frac{\dot{q}_r}{P\acute{e}rdidas} + 0,25 \frac{\dot{q}_r}{P\acute{e}rdidas}$$

$\dot{q}_s$  : calor suministrado (*kw*)

$\dot{q}_r$  : calor requerido (*kw*)

*P\acute{e}rdidas*: 50%





# ***FLUJO DE CALOR SUMINISTRADO***

<b>Etapas</b>	<b><math>\dot{q}_s</math> (kw)</b>	<b><math>\dot{q}_s</math> (BTU/s)</b>
Clarificación 1	64,18	60,83
Clarificación 2	64,18	60,83
Clarificación 3	64,18	60,83
Evaporación	3.038,83	2.880,26
Concentración	174,50	165,39
Punteo	172,50	163,50



# ***SELECCIÓN DE LOS QUEMADORES***

La selección de los quemadores depende del flujo de calor suministrado en **BTU/h.** en cada etapa del proceso.

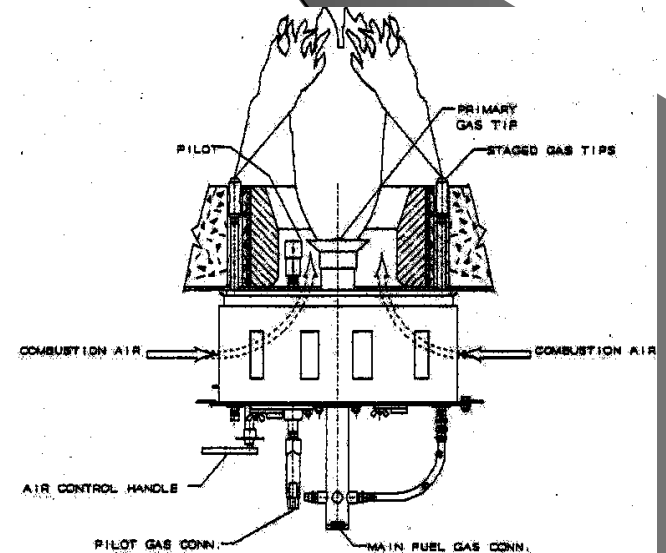
<b>Etapas</b>	<b>BTU/h</b>
Clarificación 1	218.988
Clarificación 2	218.988
Clarificación 3	219.988
Evaporación	10.368.822
Concentración	595.404
Punteo	588.600



# ***SELECCIÓN DE LOS QUEMADORES***

Especificaciones de los quemadores seleccionados:

- ✓ Quemadores Zeeco, inc. Serie GSF.
- ✓ Emisión de Nox: baja
- ✓ Turdown: 10:1
- ✓ Combustibles: propano líquido o gaseoso, gas natural



# ***SELECCIÓN DE LOS QUEMADORES***

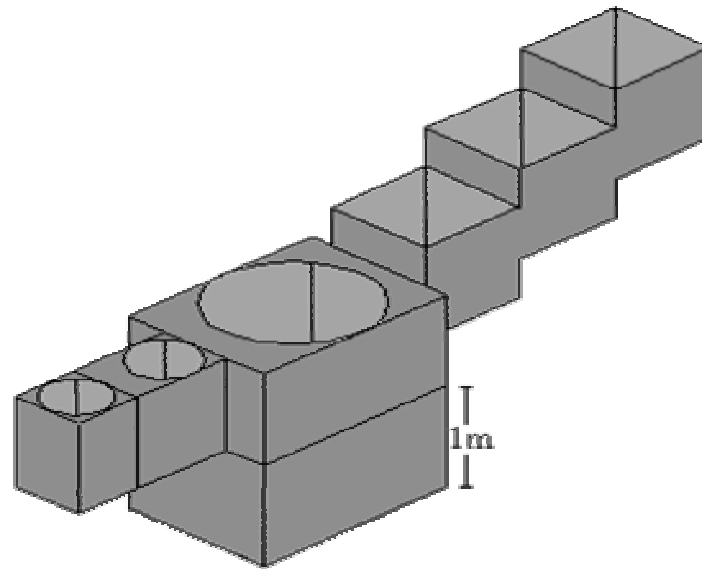
Se seleccionaron los siguientes quemadores:

- Cinco (5) quemadores talla 4 (1,2MMBTU/h c/u a su máxima capacidad con una caída de presión de aire de 0,2 “H<sub>2</sub>O)
- Un (1) quemador talla 14 (11MMBTU/h a su máxima capacidad, con una caída de presión de aire de 0,2 “H<sub>2</sub>O)



# ***SELECCIÓN DE LOS QUEMADORES***

Debido al gran tamaño del quemador en la etapa de evaporación y la longitud de llama del mismo, se realizará una excavación aumentando las paredes del ducto.



# ***FLUJO VOLUMÉTRICO DEL COMBUSTIBLE***

Calor suministrado en cada una de las etapas

<b>Etapas</b>	<b>t (s)</b>	<b>BTU</b>
Clarificación 1	900	54.747
Clarificación 2	900	54.747
Clarificación 3	870	52.922
Evaporación	360	1.036.894
Concentración	300	49.617
Punteo	300	49.050



# ***FLUJO VOLUMÉTRICO DEL COMBUSTIBLE***

El flujo volumétrico de combustible a utilizar en cada etapa del proceso esta dado por la siguiente ecuación:

$$\dot{V}_g = \frac{\dot{q}_s}{VCN}$$

$\dot{V}_g$  : flujo volumétrico de gas ( $m^3/s$ )

$VCN$ : poder calorífico =  $91.000 BTU/m^3$

$\dot{q}_s$  : calor suministrado ( $BTU$ )



# ***FLUJO VOLUMÉTRICO DEL COMBUSTIBLE***

<b>Etapa</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup> para 100kg/h</b>
Clarificación 1	0,60	1,20
Clarificación 2	0,60	1,20
Clarificación 3	0,58	1,16
Evaporación	11,41	22,82
Concentración	0,55	1,10
Punteo	0,54	1,18





# ***FLUJO VOLUMÉTRICO DEL COMBUSTIBLE***

El flujo volumétrico de combustible necesario para producir 100 kilogramos de panela en una hora es:

<b>Combustible</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Litros</b>
Gas Licuado de Petróleo (G.L.P.)	28,56	109,34



# ***MANTENIMIENTO DE LA PLANTA***

Es necesario realizar una inspección regular de las máquinas y un mantenimiento rutinario de los equipos que intervienen en el proceso de elaboración de la panela, para evitar paradas innecesarias de la producción y conservar la higiene de la planta.



# ***MANTENIMIENTO***

## **CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN LAS POSIBILIDADES TÉCNICO ECONÓMICAS DE REPARACIÓN**

<b>Equipos</b>	<b>MANTENIBLES</b>	<b>DESECHABLES</b>
Molino	✓	
Prelimpiadores	✓	
Pailas	✓	
Ducto	✓	
Batea	✓	
Chimenea	✓	
Tuberías	✓	
Quemadores	✓	
Motor	✓	

# ***MANTENIMIENTO***

## **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia de Mantenimiento</b>
Molino	Semanal
Prelimpiadores	Diario
Pailas	Diario
Quemadores	Mensual
Ducto	Anual
Batea	Diario
Chimenea	Anual
Tuberías	Diario
Motor	Mensual



# ***PRESUPUESTO DE LA PRODUCCIÓN***

 **COSTO DE MATERIALES E INSUMOS**

 **COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA**

 **COSTOS INDIRECTOS**

# ***MATERIALES E INSUMOS***

- ☛ Caña de azúcar
- ☛ Cal
- ☛ Aceite comestible
- ☛ Envoltura
- ☛ Etiquetas
- ☛ **COMBUSTIBLE**



***Cantidad de materia prima  
para 100kg de producto terminado.***

<b>Materia Prima</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Caña de azúcar	TM	0,91
Cal	Kg	0,5
Aceite comestible	Litros	0,25
Envoltura	Kg	0,42
Etiquetas		100



# ***Cantidad de combustible para 100kg/h de producto***

<b>Combustible</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Litros</b>
Gas Licuado de Petróleo (G.L.P.)	28,56	109,34





## ***Precios Materiales e Insumos***

<b>Materiales e Insumos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio (Bs.)</b>
Caña de azúcar	TM	30.000
Cal	Kg	300
Aceite comestible	Litros	2.800
Plástico termo encogible	Kg	1.050
Etiquetas	Unidad	20
Gas Licuado de Petróleo	Litros	132,01



# ***Cantidad de Mano de Obra Directa***

- Dos (2) obreros de patio de caña.
- Un (1) operador de molino
- Dos (2) operarios de proceso  
“Maestros Puntistas”
- Dos (2) obreros de moldeo y empaque

**TOTAL: siete (7) trabajadores**



## ***Salario Mensual Mano de Obra Directa***

<b>Concepto</b>	<b>Bolívares</b>
Salario Neto	190.000,00
Aportes Patronales (15,70% S.N.)	29.830,00
<b>TOTAL NÓMINA MENSUAL</b>	<b>219.830,00</b>



# ***COSTOS INDIRECTOS***

➤ **Mantenimiento:** se estima Bs. 400.000 por periodo de producción de 6 meses, lo que representa Bs. 416,66 por hora de producción.

➤ **Depreciación:**

Costo Maquinaria y Accesorios: Bs. 28.225.000

Vida útil Maquinaria y Accesorios: diez (10) años

Depreciación por año: Bs. 2.822.500

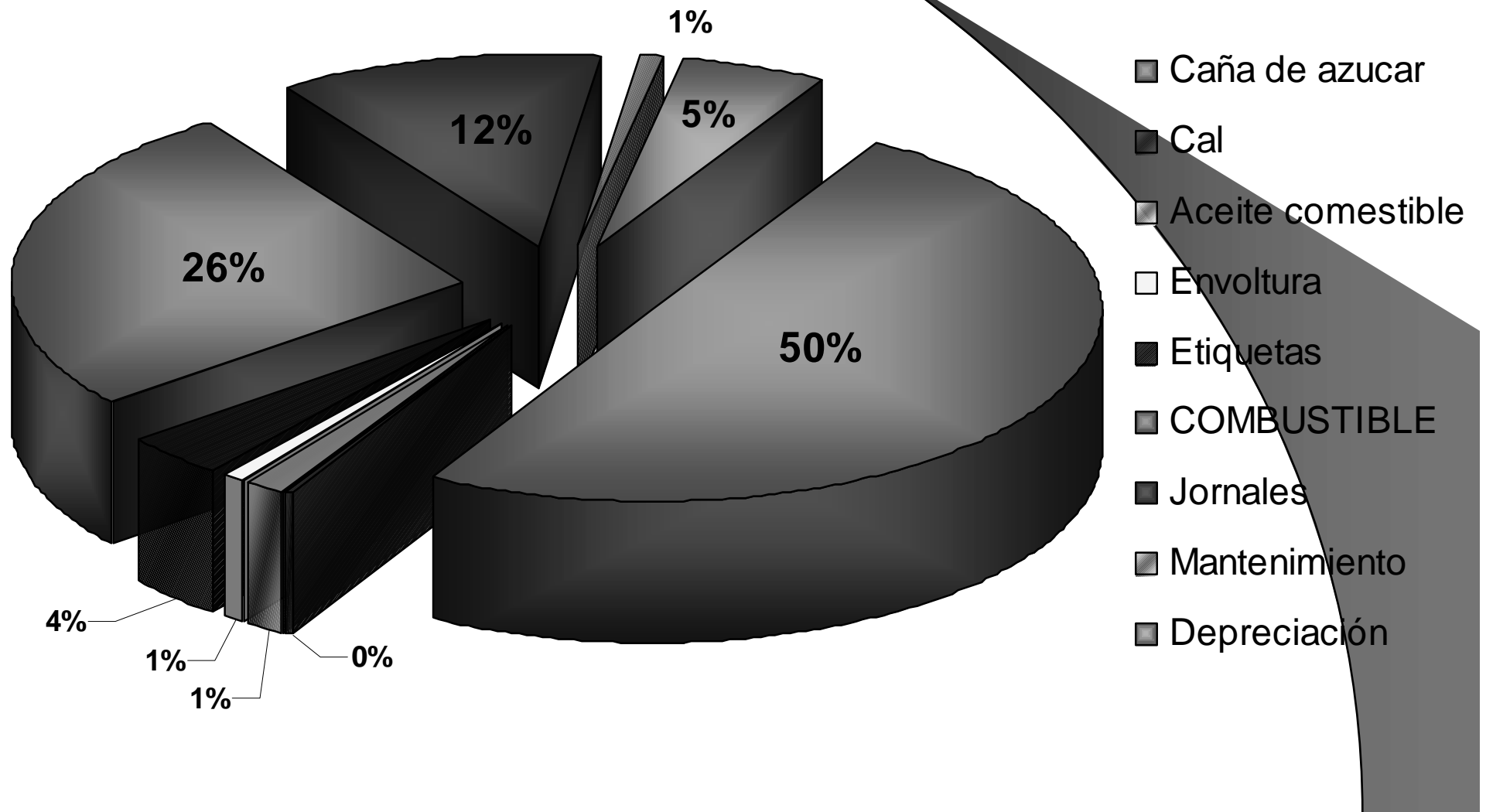
Depreciación por hora: Bs. 2.941,1



## ***PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN 100kg/h***

<b>Concepto</b>	<b>Costo (Bs.)</b>
Caña de azúcar	27.300
Cal	150
Aceite comestible	700
Envoltura	441
Etiquetas	2000
COMBUSTIBLE	14.434
Jornales	6.412
Mantenimiento	417
Depreciación	2.940
<b>TOTAL</b>	<b>54.793</b>

# ***PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN 100kg/h***

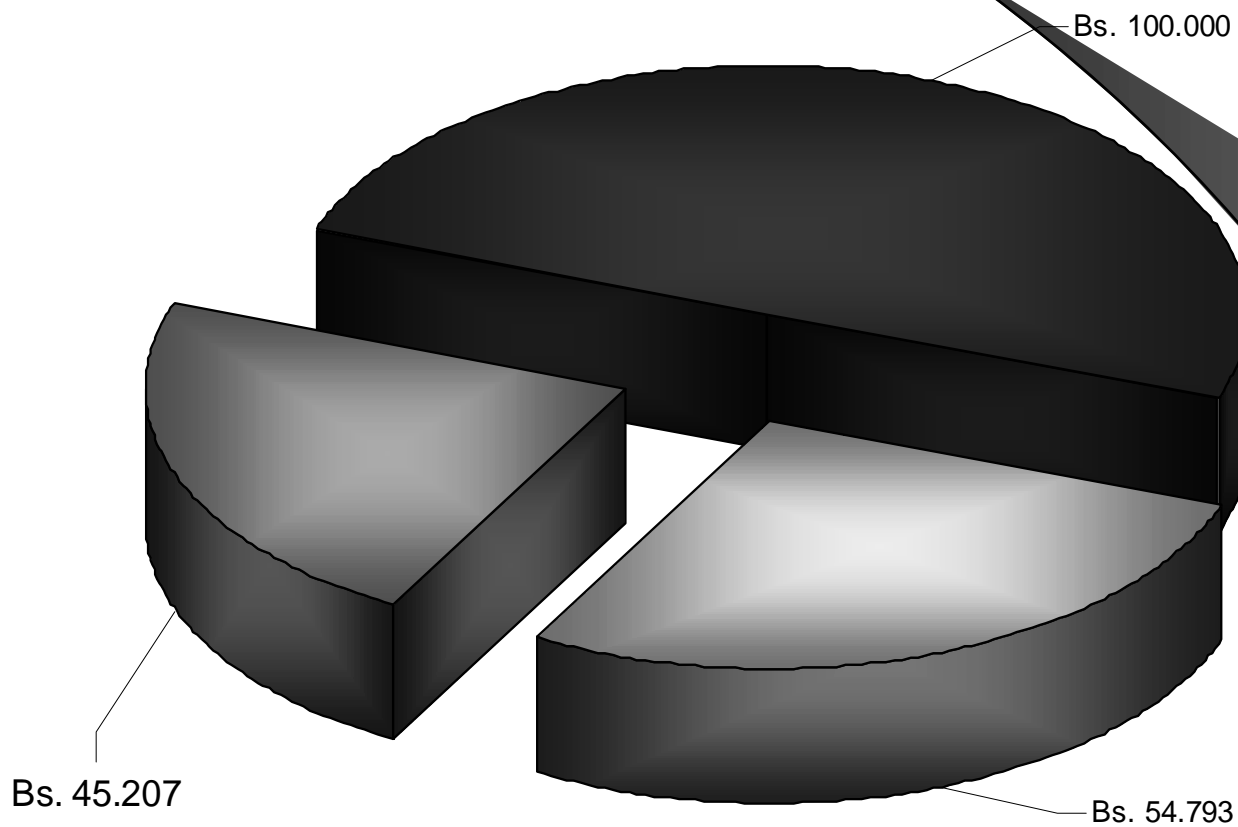


# ***ANÁLISIS DE LA UTILIDAD BRUTA (Producción 100kg/h)***

✓ Precio promedio de 1kg de panela: Bs. 1.000

<b>Concepto</b>	<b>Bolívares</b>
Venta de 100 kilogramos de panela	1000.000
Costo de la producción	54.793
<b>UTILIDAD BRUTA POR HORA</b>	<b>45.623</b>

# ***ANÁLISIS DE LA UTILIDAD BRUTA*** ***(Producción 100kg/h)***



■ Ganancia 100kg/h producto

■ Costo de la producción

■ UTILIDAD BRUTA



# ***ANÁLISIS DE LA UTILIDAD BRUTA (Producción 100kg/h)***

- El porcentaje de ganancia bruta por hora corresponde a un valor del 46% de la venta.
- La Amortización no fue incluida en el presupuesto. Se considera que no corresponde al proceso productivo y es mas bien aplicable al financiamiento.



# ***CONCLUSIONES***

✿ La aplicación de los diseños propuestos, conjuntamente con los equipos seleccionados y tomando en cuenta los parámetros del proceso, daría como resultado un producto higiénico y de calidad.

✿ Los sistemas de prelimpieza del jugo, la eficiencia de la etapa de clarificación y el adecuado mantenimiento de la planta permitirán la elaboración de un producto higiénico.

# ***CONCLUSIONES***

- El uso de quemadores permite tener un mayor control sobre los gradientes de temperatura que se manejan en el proceso y la cantidad de combustible necesaria en cada etapa.
- La construcción del ducto con materiales refractarios y aislantes disminuyen las pérdidas de calor en el proceso.

# ***CONCLUSIONES***

- El tiempo preciso de residencia de los jugos y la rápida disipación del calor en la etapa de batido, se traducen en la obtención de un producto de calidad.
- La adecuada selección de los equipos y la disposición de estos dentro de la planta, genera la ocurrencia de un proceso en el que existe el menor número de paradas del proceso productivo.

# ***CONCLUSIONES***

- El uso del Gas Licuado de Petróleo como combustible deja abierta la posibilidad de la automatización del proceso y la industrialización del mismo.
- El uso del Gas Licuado de Petróleo contribuye a la no contaminación ambiental.
- El Gas Licuado de Petróleo representa un 26% del total del presupuesto de producción.

# ***CONCLUSIONES***

- ❖ La planta diseñada es rentable, presentando una utilidad bruta del 46%.
- ❖ El porcentaje de rentabilidad podría aumentar si se pensara en utilizar un combustible más económico, por ejemplo, el Gas Natural, cuyo costo es aproximadamente 95% menor que el del G.L.P.



# ***RECOMENDACIONES***

- ❖ Realizar un estudio del comportamiento físico y químico del jugo de la caña de azúcar sometido a diferentes temperaturas.
- ❖ Evaluar un sistema de control flujo de gas-temperatura del jugo.
- ❖ Diseñar un molino con un porcentaje de extracción de hasta 72%.
- ❖ Diseñar un modelo mecánico para la limpieza del jugo en la etapa de clarificación.

# ***RECOMENDACIONES***

- ❖ Diseñar un modelo mecánico para realizar el batido de las mieles, reduciendo así el esfuerzo físico del operario.
- ❖ Automatización de los sistemas de moldeo y empaque.
- ❖ Elaborar estudios de mercado a nivel nacional e internacional, incentivando la comercialización del papelón, a través de políticas agresivas de publicidad y mercadeo.



# ***RECOMENDACIONES***

- Se sugiere un estudio mas exhaustivo del Gas Natural como combustible de planta.
- Evaluar otros sistemas de obtención de energía.
- Se sugiere la utilización del bagazo como sub-producto de planta.

A decorative graphic consisting of a thin black curved line that starts at the top left and curves downwards towards the right. A grey shaded area is formed by this curve and a vertical line on the right side, creating a wedge-like shape that tapers towards the top.

FIN DE LA  
PRESENTACIÓN