

ESTUDIO DE SISTEMA DE CALEFACCION ALTERNATIVO PARA ESTUFAS DE  
CURADO DE TABACO POR BULTO (*BULK CURING*)

Claudia Raquel Andrés  
Alejandra Elizabeth Portal

Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería e Informática – Universidad Católica de Salta

Año 2008

**ESTUDIO DE SISTEMA DE CALEFACCION ALTERNATIVO PARA ESTUFAS DE  
CURADO DE TABACO POR BULTO (*BULK CURING*)**

**TITULO: INGENIERO INDUSTRIAL**

Profesor Guía: Ing. Eugenio Martínez



**Comisión de Trabajo Final**

**Presidente: Ing. Ricardo Massafra**

**I Miembro: Ing. Manuel Zambrano**

**II Miembro: Ing. Jorge Perosa**

**Fecha de Exposición:**

Mi más sincero agradecimiento a Dios, por enviarme personas que constantemente me acompañan en el camino del saber, la honestidad, el crecimiento continuo y la disciplina.

Dedico el presente trabajo a todas ellas y espero le sea provechoso a todo aquel interesado en el desarrollo agroindustrial de nuestra región.

A la memoria de Víctor ANDRES, mi abuelo y padrino.

*Claudia Raquel*

Agradezco principalmente a mi familia por el apoyo incondicional y los valores que me enseñaron para vivir el día a día, a Dios por haberme puesto en el camino amigos con los cuales compartí esta importante etapa y finalmente a los profesores y a cada una de las personas que fueron instrumento de mi formación profesional.

Dedico este trabajo a todos ellos, por quienes hoy, cumplo una de mis grandes metas.

*Alejandra Elizabeth Portal*

## INDICE

Abstract .....	5
Perfil del proyecto .....	6
Introducción .....	8
Estado de la cuestión .....	9
El tabaco .....	9
Proceso productivo.....	11
Estufas – curado .....	12
Producción mundial, nacional y provincial .....	16
Definición del problema .....	22
Consumo de energía en el proceso de curado.....	22
Diseño de los intercambiadores de calor .....	23
Solución propuesta .....	25
Alternativa en la generación de calor .....	25
Instalación de calefacción.....	26
Estudio técnico .....	29
Cálculos de materiales y construcción .....	29
Análisis térmico .....	29
Diseño mecánico .....	38
Diseño de construcción.....	40
Estudio de mercado .....	43
Estudio económico-financiero .....	48
Inversión necesaria.....	48
Costos operativos .....	50
Estimación del ahorro.....	53
Parámetros de evaluación .....	55
Estudio de impacto ambiental .....	57
Resultados experimentales.....	60
Conclusiones y futuras líneas de investigación.....	61
Bibliografía .....	63
Anexos .....	64

## **ABSTRACT**

En el desarrollo del presente trabajo, se estudia un sistema de calefacción alternativo para la alimentación de estufas destinadas al curado de tabaco por bulto.

El mismo, hace hincapié en la utilización, conversión y conservación de los recursos energéticos, minimizando los costos de operación y el impacto ambiental.

## PERFIL DEL PROYECTO

Habiendo apreciado la actual necesidad de los productores tabacaleros en la minimización de los costos incurridos para este cultivo y tomando en cuenta que de todas las áreas que utilizan energía en la producción de tabaco, más del 90% se emplea en el proceso de curado, se convierte esta etapa en la más relevante para analizar ahorros energéticos.

Este proyecto surge como solución ante esa necesidad, es decir, su principal objetivo es minimizar los costos del proceso de secado.

Se plantea así, un sistema de calefacción centralizado como alternativa de la generación de calor individual, existente en la mayoría de las estufas de tipo *Bulk Curing* de las provincias tabacaleras de nuestro país.

Teniendo en cuenta que son diez estufas la cantidad mínima con la que cuentan las fincas tabacaleras en la actualidad, sean de pequeños o de grandes productores; el estudio de este proyecto se realiza basándose en un conjunto de esa magnitud.

Sabiendo que el proceso de curado de tabaco consta de cinco etapas a saber:

- Amarillamiento
- Fijación de color
- Secado de lámina
- Secado de vena
- Humectación

Cada una de éstas, con distintas demandas calóricas, se analiza individualmente a los fines de calcular el calor necesario en las mismas. Se obtiene así que la energía requerida para un secado es de 6.362.544,05 Kcal.

Suponiendo la carga de las estufas cada 24 horas y sabiendo que la duración promedio del secado es de siete días, esta condición, haría que nuestra capacidad ociosa resulte muy importante, ya que se tendrían constantemente 3 estufas sin utilizar. Considerando que el precio de cada estufa en el mercado ronda entre los 15.000 y 20.000 dólares, la falta de aprovechamiento de las mismas resulta muy costosa.

Se plantea entonces, el caso de llenar dos estufas por día hasta completar la base de cálculo planteada, repitiendo la operatoria luego de 12 horas de terminado el primer curado. Esta situación hace que las dimensiones de la fuente de calor sean mayores.

De bibliografía se obtuvo que las pérdidas de calor en las estufas rondan el 20% y deduciendo que el 10 % se perdería durante el transporte del aceite; el calor mínimo que debiera suministrar la fuente, bajo estas condiciones, sería de 585.413,23 Kcal/hr.

El sistema de calefacción que se propone, consta de una única fuente de calor con capacidad para abastecer la demanda de las diez estufas tomadas como base. Dicha fuente sería una caldera de aceite térmico, esta elección presenta las ventajas ante las calderas de agua o de vapor, de una mejor transferencia térmica ya que es un fluido específico para este fin, no desarrolla presión a las temperaturas de operación consideradas ni presenta problemas de incrustación o la necesidad de tratamientos previos. Además, el tamaño, robustez y dimensiones de los accesorios son menores, reduciendo el espacio físico necesario para su emplazamiento y los costos de instalación.

De acuerdo a la demanda calórica calculada, se utilizaría una caldera de aceite térmico de 600.000 Kcal/hr de capacidad.

El aceite que se utilizaría es Cauquén 9 cuyas características figuran en el anexo. Este fluido sería transportado a través de cañerías, hasta las unidades terminales ubicadas en la parte posterior de cada estufa, mediante la utilización de una bomba.

Las unidades terminales serían radiadores de aceite térmico, cuyas capacidades oscilarían las 155.000 Kcal/hr, pico de necesidad energética calculada por estufa.

A los fines de regular la temperatura interna de cada estufa, se conectaría el termostato a una válvula solenoide, que permitiría o no el paso de aceite al radiador según

correspondiera. Otras dos válvulas, de tipo manual estarían conectadas a las entradas y salidas de las unidades terminales.

El aire sería recirculado dentro de la estufa gracias a al ventilador ubicado sobre el radiador que lo forzaría a pasar por él, como se utilizaría el ventilador actual, los costos de energía eléctrica permanecerían constantes.

Las cañerías, de acero IRAM 2502 de 2" las principales (alimentación y retorno) y de 1" las de distribución individual, serían recubiertas por aislante térmico a los fines de evitar pérdidas energéticas y su consecuente costo; además de este ahorro económico, se minimizaría la contaminación por calentamiento que ocasionaría el proyecto.

La bomba que se utilizaría tiene capacidad de transportar 12 m<sup>3</sup>/hr; y ante cualquier eventualidad en su funcionamiento, se pondría en marcha otra bomba, de iguales características, conectada en by pass con ésta.

La implementación del sistema de calefacción propuesto rondaría los \$ 192.000 estimados para una batería de diez estufas; que serían recuperados en 4 temporadas sólo con el ahorro que generaría; que no sólo significan menores costos de insumos aplicados al proceso de curado de tabaco (gas natural), sino también, la minimización de emisiones resultantes de la combustión necesaria para el secado.

A niveles operativos, queda claro que un sistema centralizado de calefacción, optimiza el aprovechamiento de energía calórica y disminuye los costos de funcionamiento y mantenimiento debido a su mayor rendimiento térmico y construcción robusta.

Otro punto importante del proyecto es que no desplaza mano de obra.

Teniendo en cuenta todos los costos operativos, tanto del personal como de los insumos y gastos, se verifica un ahorro de \$ 51.388,46 por temporada. Cabe aclarar que el proyecto también prevé la solicitud de un crédito que financie la inversión; es decir \$192.000 a una tasa actual del Banco de la Nación Argentina del 10% pagaderos en cinco cuotas iguales y anuales de \$50.649,12 prorrateadas en los cuatro meses que dura en promedio la temporada de secado.

Una ventaja más del sistema de calefacción propuesto es el hecho de que resulta más amigable con el medio ambiente; se disminuyen las emisiones de gases de combustión, se reduce la contaminación por calentamiento y se minimiza la utilización de combustibles no renovables.

En cuanto al mercado potencial del proyecto, nuestra provincia cuenta en la actualidad con un total de 2.983 estufas de tipo *Bulk Curing* registradas y sabiendo que la tendencia es la conversión de las estufas convencionales en estufas de secado por bulto, mientras resulte posible; se puede estimar que el proyecto tendría un mercado potencial de 298 sistemas de calefacción alternativa en Salta.

El hecho de que este proyecto pueda contribuir al desarrollo sustentable, económico y social de nuestra provincia y se pueda extender a las demás regiones tabacaleras del país, significa un gran avance no sólo en materia de investigación y recopilación de datos, sino también, un puntapié para futuras investigaciones del tema.

## INTRODUCCIÓN

Salta es una provincia tabacalera. Actualmente, cuenta con una superficie destinada a la agricultura de 15.548.880 hectáreas, de este total, 123.003 ha corresponden a la producción de cultivos industriales, destinadas el 32% de éstas a la elaboración de tabaco.

Según datos del Ministerio de Producción de la provincia, durante el año 2006, la producción de tabaco rondó los 38 millones de kg. (el equivalente a 49 millones de dólares) representando el 6,4% de las exportaciones salteñas durante el mencionado año.

Estos números y la apertura de las puertas del gobierno Chino al tabaco argentino, dan cuenta que sin lugar a dudas, la producción tabacalera es central para la provincia, no sólo en términos económicos sino también sociales, debido a que cerca de 100.000 salteños están relacionados directa o indirectamente con esta industria.

Si hablamos en términos económicos, la producción de tabaco puede considerarse un complejo sistema de consumo de energía intensivo, pero con grandes oportunidades de reducir costos a través del mejor aprovechamiento de la misma.

Los recursos energéticos destinados a esta agro-industria se consumen en la utilización de tractores, vehículos para el transporte del tabaco y en el proceso de curado o secado, durante la industrialización de la hoja de tabaco (despalillado y limpieza), fabricación de cigarrillos, logística de distribución y venta. Si se toman en cuenta todas las áreas que utilizan energía en la producción del tabaco, se concluye que más del 90% se emplea en el proceso de curado<sup>1</sup>; convirtiéndose esta etapa en la más relevante para analizar ahorros energéticos.

¿Cómo puede reducirse el consumo de energía manteniendo o incrementando incluso, la calidad del tabaco curado? ¿Cómo optimizar el tiempo del proceso? Éstas son algunas de las preguntas más frecuentes que se hacen los productores. En el desarrollo del presente trabajo se ofrece un sistema de calefacción alternativo para estufas de curado de tabaco por bulto (*Bulk Curing*), que estando en buenas condiciones de mantenimiento, podría llegar a significar un ahorro estimado del 64% en el costo del combustible utilizado para el secado.

---

<sup>1</sup> Mechanization and curing. Energy conservation. Christenbury, Gooden. 2001

## ESTADO DE LA CUESTIÓN

### El Tabaco

Esta planta, de origen americano, pertenece a las solanáceas, familia que comprende aproximadamente 70 géneros y cerca de 2.000 especies.

*Nicotiana Tabacum*, como es su nombre científico, es considerada como un producto anfiploide proveniente del cruzamiento de *Nicotiana Otophora* y *Nicotiana Sylvestris*<sup>2</sup> o bien entre *Nicotiana Sylvestris* y *Nicotiana Tomentosiformis*<sup>3</sup>.

El tabaco normalmente crece como planta anual, aunque en climas moderados puede mantenerse mayor tiempo por medio de brotaciones axiales. Es una planta de tallo delgado y algo leñoso, erecto y de pocas ramificaciones. Desarrolla alturas de 0,80 m a 3 m y con largos de entrenudos variables según los tipos y variedades.

El sistema radicular está medianamente desarrollado, extendiéndose hasta 0,50 m de profundidad. Es de tipo ramificado, pero en plantas jóvenes se distingue perfectamente la raíz principal.

La forma de las hojas varía según el tipo considerado, pudiendo ser elípticas, lanceoladas, acorazonadas u ovaladas. Generalmente son sésiles con pecíolo alado y muchas veces decurrente. Las hojas están asentadas en cada nudo a lo largo del tallo en una espiral ascendente y en general, el ángulo de inclinación con el tallo es más abierto en las hojas inferiores.

Las distintas posiciones foliares reciben los nombres de bajas, medianas, superiores y coronas según muestra el gráfico<sup>4</sup>.



#### • Bajas (*Primings*)

El grupo de estas hojas está compuesto por aquellas procedentes de la parte inferior del tallo. Son las hojas más cercanas al suelo y alcanzan la madurez en forma prematura, por

<sup>2</sup> Goodspeed, 1954

<sup>3</sup> Gerstel, 1961

<sup>4</sup> Hoja de tabaco <http://www.tabacojujuy.com.ar/articulo22.aspx>

lo que son las primeras hojas en cosecharse. En nuestro país, este grupo no es reconocido dentro de las normas del patrón tipo.

• Bajeras (*Lugs*)

Son aquellas hojas procedentes de la parte inferior del tallo, pero que se encuentran encima de las otras bajeras (*Primings*). Son de mayor tamaño que las anteriores.

• Medianas (*Cutters*)

Estas hojas están ubicadas en la parte media del tallo, encima de las bajeras. Son de cuerpo fino y de un tamaño mayor a estas últimas.

• Superiores (*Leaf*)

El grupo formado por las hojas superiores está constituido por aquellas que crecen arriba de las medianas. Estas hojas son de mayor cuerpo y por lo general no presentan roturas ni daños en la lámina.

• Coronas (*Tips*)

Crece en la parte superior de la planta. Son más angostas que las medianas y con menos elasticidad que el resto de los grupos citados anteriormente.

Todo el conjunto de tallo, hojas y ramificaciones está cubierto con pelos glandulares que le confieren una consistencia resinosa.

La flor está unida a las ramificaciones por un pedicelo de 10 a 20 mm de largo. El cáliz floral es campanulado de 12 a 20 mm de longitud, con dientes triangulares más cortos o iguales que el cáliz. La corola es rosada, rojiza o blanca con un tubo cilíndrico, blanquecino en su parte inferior, de 10 a 15 mm de largo. El limbo es lobulado o pentagonal. Los estambres, en número de 5, están insertados en la base de la garganta de la corola, llegando sus anteras a la boca o a sobresalir de ella.

El ovario bilocular está asentado sobre una especie de disco grueso donde se observa la presencia de nectarios. El estilo se extiende a lo largo del tubo de la corola hasta su boca, terminando en un estigma bulboso que presenta una suave ranura que lo divide en dos partes.

El fruto es una cápsula elíptica u ovoide de 15 a 20 mm de longitud. Cada uno puede llegar a contener algo más de 3.000 semillas muy pequeñas, de color castaño oscuro y de forma arrionada. Una idea del peso y tamaño de las mismas, lo da el hecho de que en un gramo entran de 8.000 a 10.000 semillas.

El tabaco puede ser utilizado con distintas finalidades, ya sea en la producción de cigarrillos, cigarros, tabaco para pipa o tabaco para mascar. De acuerdo a esa utilización han cambiado las características originales de *Nicotiana Tabacum* y se han producido, en base al mejoramiento genético, los distintos tipos que se conocen en la actualidad.

La primera distinción entre ellos puede hacerse basándose en el color de la hoja y sistema de secado, en tabacos claros y oscuros.

Dentro de los tabacos denominados claros están comprendidos los tipos llamados Virginia, Burley, Oriental y en Argentina, el Criollo Salteño. Entre ellos se presentan grandes diferencias fenotípicas y genéticas y grandes variaciones de respuesta frente a diversas condiciones de clima, suelo y agua, siendo además muy diferente el sistema empleado para su secado.

Dentro de los tabacos oscuros se agrupan también tipos diferenciales por su utilización particular y por su sistema de curado.

En el siguiente cuadro puede observarse una clasificación de tabacos según los métodos empleados para su curado<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Ing. Agr. Darío Fernández De Ulivarri. 1990. Manual 1 INTA. Capítulo 9.

<b>Clasificación del tabaco según método de curado</b>			
<b>Método de curado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Usos</b>
Al aire caliente	Virginia	Claro	Cigarrillos, pipa
Al aire	Burley	Claro	Cigarrillos, pipa
	Maryland	Claro	Cigarrillos
	Criollo Misionero	Oscuro	Cigarrillos
	Amarelinho	Claro	Cigarrillos
	Negros para cigarrillos	Oscuro	Cigarrillos
Al sol	Criollo Salteño	Claro	Cigarrillos
	Criollo Correntino	Oscuro	Cigarrillos
	Oriental	Claro	Cigarrillos, pipa
	Criollo Misionero	Oscuro	Cigarrillos
	Virginia	Claro	Cigarrillos, pipa
Al fuego	Kentucky	Oscuro	Cigarrillos, pipa

### Proceso productivo

El proceso productivo del tabaco abarca desde el análisis del suelo hasta el despalillado y limpieza en las empresas acopiadoras. Las distintas etapas que tienen lugar en el desarrollo del mismo se detallan a continuación.

#### • Análisis de suelo

Es el primer paso del proceso de producción de tabaco. Esta etapa se realiza al inicio de cada nueva campaña, extrayendo una muestra de suelo y enviándola a laboratorio para su análisis.

#### • Preparación de suelo

Con los resultados de laboratorio y la interpretación de los mismos, puede conocerse el tipo de fertilización y las dosis adecuadas que se deben emplear al suelo.

#### • Elección de la variedad a sembrar

Finalizada la preparación del suelo, la próxima etapa es la elección de la variedad a sembrar. Ésta, dependerá de los rendimientos, calidad del tabaco, uniformidad en la floración, anclaje del sistema radicular y contenidos óptimos de nicotina. En la selección de la variedad también influye la historia del campo, su fertilidad, el riego con el que cuenta, las precipitaciones de la zona y la fecha de siembra de los almácigos. Las semillas más utilizadas en el Valle de Lerma, provincia de Salta, son k3-94, k3-26 y k3-46, tres variedades del tipo virginia, que se encuentran perfectamente adaptadas a la región permitiendo obtener buen peso y calidad.

#### • Preparación de los almácigos

El cultivo de esta planta comienza con la preparación de los almácigos<sup>6</sup> que, en nuestra provincia, se realiza en los meses de invierno. Como ya se mencionó, en un gramo entran de 8.000 a 10.000 semillas, es por ello que para esparcirlas se las distribuye diluidas en agua con una regadera. Al alcanzar un determinado tamaño los plantines son sometidos a un

<sup>6</sup> Ver fotografías en Anexo Almácigos de tabaco virginia.

tratamiento de poda horizontal llamado desmoche, lo que le permite a la planta adquirir una arquitectura adecuada y a la vez evita que sufra de estrés hídrico durante el trasplante.

• **Trasplante**

Se realiza a los tres meses de la siembra y puede ser mecánico o manual. Debe regarse una vez finalizado este paso. Se calcula que la distancia entre plantas debiera oscilar los 30 – 40 cm, permitiendo que entren aproximadamente 20.000 plantas por hectárea.

• **Desflore y Desbrote**

A los seis meses de la siembra, el tabaco entra en floración. La flor es sacada a mano, de manera que la mayor parte de la reserva permanezca en las hojas, obteniéndose un peso superior. Cuando se cortan los racimos florales, las plantas tienden a largar una brotación secundaria en las yemas auxiliares superiores; la eliminación de estos nuevos brotes se llama desbrote. El desbrote puede realizarse manualmente o mediante la utilización de productos químicos.

• **Cosecha**

Pasados siete meses desde la siembra, se considera que la planta está en plena floración y se toma como comienzo de cosecha. Este paso se lleva a cabo en forma manual arrancando hoja por hoja. Se sacan dos o tres hojas por planta, empezando por las que están ubicadas en la parte inferior y continuando en forma ascendente.

• **Curado ( Secado o Estufado)**

Con este paso comienza el proceso industrial del cultivo, revelando y preservando la calidad potencial del tabaco, su sabor y aroma.

Debido a la importancia de este proceso para el presente trabajo, se detallan las etapas del curado y los equipos utilizados para el mismo en el apartado siguiente.

• **Clasificación y enfardado**

Se realiza por clase, color y posición foliar. Mediante cajones y/o prensas se preparan fardos que no superan los 50 kg de peso y el 16% de humedad.

• **Acopio**

A mediados de diciembre las acopiadoras compran y acumulan la producción, realizando luego el despallado y limpieza del tabaco.

• **Despallado y Limpieza**

El tabaco curado es vendido a las empresas acopiadoras donde se llevan a cabo el despallado y la limpieza del mismo.

## Estufas – Curado

Uno de los primeros sistemas empleados para el secado de tabaco, fue el de curado por medio de calor, poniendo en contacto con el tabaco una masa de aire caliente cuya temperatura varía según el momento del secado.

A continuación se detallan los equipos usados en sistemas de curado al aire caliente, para tabacos de tipo Virginia. La generación de calor empleada en este proceso presenta oportunidades de mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, por ello la importancia de citarlos.

El curado o secado se realiza en secadores discontinuos llamados estufas de las cuales en la actualidad existen dos tipos:

• Estufas Convencionales

Son construcciones cuyas medidas oscilan alrededor de 5 x 6 m de base y 6,5 m de altura, con capacidad para 800 a 1.000 cañas, el equivalente a 3.200 – 4.000 kg de tabaco verde. Se construyen de adobe o de ladrillo con techo de fibrocemento, zinc o teja. Llevan una abertura en el techo denominada sombrero y varias pequeñas en la parte basal denominadas ventiladores.

El calor parte de una hornalla, donde se utiliza leña o carbón como combustible, aunque también pueden utilizarse combustibles líquidos. Desde esta hornalla, salen hacia el interior de la estufa, tubos metálicos de 0,30 m de diámetro que irradian el calor producido por los gases de combustión, calentando el aire que está en contacto con la hoja de tabaco.

La utilización del gas con quemadores internos hace innecesarios los caños o tubos de calefacción, reemplazándolos por 11, 12 o 16 quemadores para estufas de 5 x 5, 5 x 6 o 6 x 6 respectivamente. Cada quemador está protegido por un pequeño sombrero para prevenir la posible combustión de la hoja seca desprendida de las cañas. La distribución del gas a los quemadores se hace por cañerías galvanizadas.

En las estufas tradicionales, de circulación del aire por convección natural, se están introduciendo modificaciones tendientes a efectuar un movimiento forzado del aire mediante un ventilador interno, colocado en el extremo de un conducto de diámetro similar al ventilador, que toma el aire del tramo cercano al techo y lo lanza a la parte inferior de la estufa, en forma continua durante el proceso de estufado.

Estas modificaciones contribuyen a uniformar la temperatura en todo el volumen de la estufa, a acelerar el proceso de secado de lámina y nervaduras y por consiguiente, a disminuir costos.



Estufas Convencionales (vista posterior)

•• Estufas para curado en bulto (*Bulk Curing*)

Estas estufas son construcciones de mampostería, placas de hormigón o de chapa metálica, pudiendo ser estas últimas fijas o transportables. Existen modelos de dos o tres secciones de secado, denominadas túneles, con tres tramos de carga de bastidores, rindiendo de 800 a 1.200 kg de tabaco seco.

Los bastidores o peines pueden cargar 45 – 50 kg de hojas de tabaco verde. Constan de una barra metálica de sección en U, encima de la cual se colocan las hojas y otra barra con pinches que encajan en la sección anterior pinchando todas las hojas.

En la parte posterior de las estufas van instalados los dispositivos generadores de calor, un quemador alimentado a combustible líquido o a gas natural. El aire caliente circula

forzado por un ventilador movido por un motor eléctrico de 5 a 7 HP. Esta corriente es también utilizada con el quemador apagado, para humectar y acondicionar el tabaco una vez curado y seco, introduciendo en la estufa picos pulverizadores de muy bajo caudal.

El calor generado por el quemador calienta una cámara metálica denominada intercambiador de calor, que permite aislar al producto que se está secando de los gases de combustión; por este intercambiador, circula el aire adquiriendo la temperatura adecuada según el momento de curado; luego sale forzado por la parte inferior de la estufa y pasa por entre las hojas de tabaco colocadas en los bastidores, recirculando o siendo expulsado al exterior dependiendo de la etapa en que se encuentre el proceso.



Estufas *Bulk Curing* (vista frontal)



Estufas *Bulk Curing* (vista posterior lateral)

El curado del tabaco Virginia implica dos procesos principales; en primer lugar, crear las condiciones de temperatura y humedad necesarias para que se produzcan en la hoja los cambios químicos y biológicos deseados; y en segundo lugar, secar la hoja para la conservación de su calidad.

Estos dos procesos se pueden dividir a su vez, en cinco etapas diferenciadas, durante las cuales el tabaco va transformándose y perdiendo sus características de hoja fresca:

#### • Amarillamiento

Es la primera etapa del curado de tabaco y debe ser considerada como una prolongación de la maduración. En ella se registran los principales cambios bioquímicos y la hoja va perdiendo su humedad inicial que es de aproximadamente el 85 % de su peso total. El color verde de la clorofila va desapareciendo por oxidación y aparece la pigmentación amarilla (xantofila); los almidones se transforman por hidrólisis, en azúcares más sencillos (glucosa, fructuosa).

Para que estos procesos se produzcan en forma normal y los tejidos celulares sigan viviendo, durante cierto tiempo deben darse las condiciones ambientales propicias. Estas condiciones están relacionadas con un alto porcentaje de humedad relativa (aprox. 85%) y temperaturas moderadas comprendidas entre 32 y 42 °C, con una óptima de 36 a 38 °C.

Para mantener el porcentaje de humedad deseado se cierran los ventiladores, puertas y sombrero. En tiempo de sequía, cuando se verifica un menor porcentaje de humedad en las hojas, se riega el piso de la estufa; por el contrario, cuando se cargan hojas mojadas, conviene mantener abierto el sombrero durante 8 a 10 horas.

Cuando se inicia el curado, la temperatura dentro de la estufa debe ser superior en 2,5 a 4,5 °C a la temperatura exterior. La temperatura irá progresando a razón de 0,5 °C por hora hasta llegar a 36 °C, donde se mantendrá durante el término de 10 a 15 horas, para luego subirla hasta 38°C, conservando esas condiciones hasta que el 90 % del tabaco cargado haya tomado una coloración amarillenta.

El tiempo que toma el amarillamiento se encuentra íntimamente relacionado con la variedad, la maduración alcanzada y el vigor o desarrollo foliar, variando entre 30 a 48 horas.

#### • Fijación del color

No existe una separación definida entre esta etapa y la anterior ya que a medida que se concluye una, comienza la otra, proceso que se registra entre 40 y 52 °C.

Esta etapa se fundamenta en la elevación gradual de la temperatura y en la eliminación de gran parte de la humedad interna que se consigue con la apertura progresiva de la ventilación. En esta etapa la temperatura se eleva a razón de 1 °C por hora hasta llegar a 52 °C.

En un comienzo, los ventiletes y sombrero se abrirán en un cuarto de su superficie para abrirlos hasta la mitad cuando la temperatura llegue a 44 °C. Entre 44 y 48 °C la hoja ya ha tomado un color amarillo vivo y la punta y bordes de la lámina han comenzado a curvarse.

La temperatura se mantendrá a 52 °C hasta eliminar el exceso de humedad, ya que la misma puede manchar la hoja. Por consiguiente, la humedad relativa debe descender a menos del 40 %, lo que equivale a que a esa temperatura, el termómetro húmedo marque 38 °C.

#### • Secado de lámina

El secado de la lámina se inicia a medida que disminuye el porcentaje de humedad, es decir que comienza desde que se carga la hoja en la estufa. Cuando no hay exceso de humedad, al llegar a 52 °C la temperatura debe seguir aumentando a razón de 2 °C por hora hasta llegar a 65 °C, donde se mantiene hasta que toda la lámina haya secado, lo que se cumple en aproximadamente 25 – 30 horas. Durante esta etapa los ventiladores y sombreros deben permanecer completamente abiertos.

#### • Secado de nervadura central

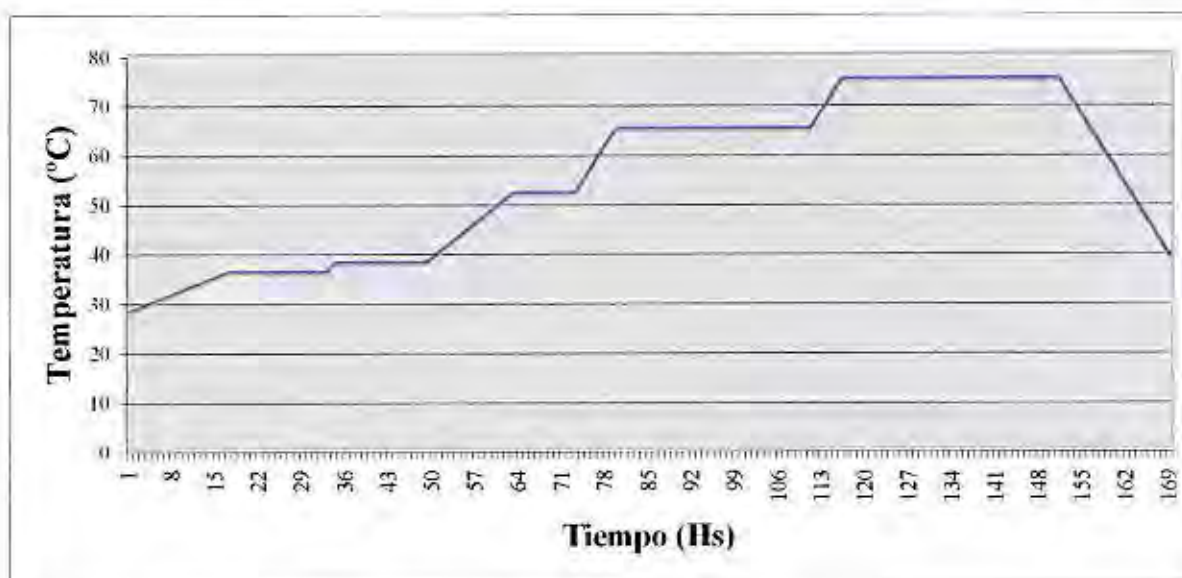
Una vez seca la lámina en 65 °C, la temperatura se incrementa a razón de 2 °C por hora hasta llegar a 75 °C, donde es mantenida hasta que la nervadura central esté seca. Esto se comprueba al apretar entre los dedos la parte más gruesa de la nervadura: si ésta se quiebra es que el proceso ha concluido. Generalmente la última parte en secar nervadura se registra en ambos lados de la puerta de entrada y en el último tramo de la estufa cercano al techo.

Durante las primeras horas del secado debe continuarse con parte del sombrero abierto para eliminar la humedad que desprende la nervadura. Después de 6 – 8 horas debe cerrarse completamente.

#### • Humectación

Este paso tiene el objeto de evitar que las hojas se quiebren durante su manipulación. El período de humectación demora de acuerdo al tipo de tabaco; las hojas bajas demoran menos, pero normalmente oscila entre las 6 y 12 horas. Como las estufas *Bulk Curing* no humedecen parejo, luego de descargar los dos tramos inferiores deben cerrarse las puertas y dejar humectar 20 minutos el tramo superior antes de descargarlo.

A continuación puede observarse el diagrama de secado de tabaco Virginia explicado anteriormente.



La marcha clásica del proceso del curado debe ser modificada según sean las condiciones en las cuales llega el tabaco a la estufa. Dentro de esas condiciones se mencionan el tabaco sobremaduro, con crecimiento vigoroso, mojado, producido en tiempo seco, manchado por hongos y tabaco inmaduro<sup>7</sup>. Además de estas situaciones, durante el proceso de curado pueden producirse una serie de defectos en la hoja que disminuyen su calidad, pudiendo citar el moteado verdoso o marrón, tabaco gris, pálido, con manchas rojizas, marronamiento a ambos lados de la nervadura central, tabaco verdoso, castaño, cuero de sapo, *spponged* y podredumbre de la estufa<sup>8</sup>.

### Producción mundial, nacional y provincial

El tabaco es el cultivo no alimenticio más cultivado en el mundo y contribuye significativamente en la economía global.

El consumo promedio de este cultivo se describe en el siguiente cuadro.

	Consumo (Tn/año) <sup>9</sup>				
	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003
Total Mundial	6.435.029	5.134.733	6.433.790	6.594.090	6.631.054
República Popular China	2.410.545	1.235.471	2.601.350	2.772.904	2.897.554
India	478.350	474.275	471.947	481.130	488.130
Estados Unidos	572.700	498.909	483.909	463.190	463.200
Rusia	265.700	301.480	308.510	309.300	293.100
Alemania	170.035	175.304	177.791	180.000	162.000
Indonesia	153.585	170.540	166.125	155.140	155.140

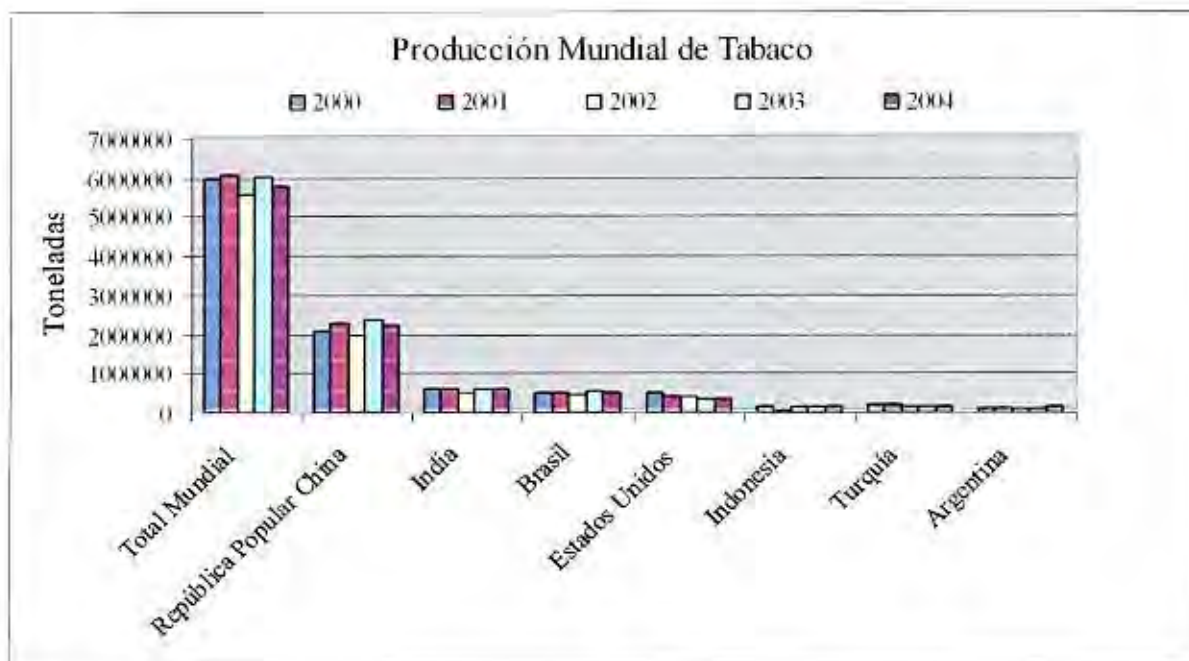
En los siguientes cuadros se muestra la producción mundial de este cultivo.

<sup>7</sup> Ver Anexo "Situaciones Especiales"

<sup>8</sup> Ver Anexo "Defectos del curado en tabaco Virginia"

<sup>9</sup> Fuente: USDA. Fondo especial del tabaco.

Producción Mundial de Tabaco <sup>10</sup> (Tn/año)					
	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004
Total Mundial	5.974.272	6.097.244	5.581.872	6.047.926	5.785.000
República Popular China	2.098.905	2.295.000	1.997.183	2.365.988	2.224.481
India	587.600	599.400	530.000	592.000	595.000
Brasil	498.400	493.100	442.345	551.250	515.720
Estados Unidos	527.720	408.200	400.273	362.700	363.166
Indonesia	133.350	37.408	146.100	144.700	144.700
Turquía	207.830	207.911	172.027	133.812	142.190
<b>Argentina</b>	<b>104.000</b>	<b>91.000</b>	<b>121.000</b>	<b>107.000</b>	<b>129.000</b>



Debido a que el presente trabajo enfoca el sistema de curado por aire caliente utilizado para secar tabacos de tipo Virginia, se cita a continuación la producción mundial de esa variedad.

<sup>10</sup> Fuente: USDA. Fondo especial del tabaco.

<b>Producción Mundial (Millones de Kg/año)</b>					
<b>Tabaco Virginia<sup>11</sup></b>					
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Brasil	425	408	513	480	654
USA	256	247	259	230	229
India	177	60	183	213	215
EU	126	129	137	140	146
<b>Argentina</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>71</b>	<b>69</b>	<b>80</b>
Zimbabwe	237	203	166	82	58
Canada	52	55	52	44	44
Bangladesh	30	31	40	40	44
Philippinas	37	36	37	39	24
Sud-Africa	23	25	25	27	28
Tanzania	19	26	23	30	39
Thailandia	25	25	22	24	24
Uganda	10	12	19	18	21
Malawi	11	8	11	14	19
Otros	17	18	18	21	25
Sub-Total	1.510	1.338	1.576	1.471	1.650
Rep. Pop. China	1.800	1.800	1.733	1.800	1.800
<b>Total Mundial</b>	<b>3.310</b>	<b>3.138</b>	<b>3.309</b>	<b>3.271</b>	<b>3.450</b>

Los tipos de tabaco que se cultivan actualmente en Argentina son: Criollo correntino y Criollo misionero (tabacos negros), Criollo salteño (tabaco claro), Virginia y Burley (tabacos exóticos claros); siendo estos últimos los más relevantes con aproximadamente el 90% de la producción total.

Las provincias argentinas que producen este cultivo son:

☛ Jujuy

Actualmente se plantan 19.000 hectáreas de tabaco, la producción varía entre las 38.000 y 40.000 toneladas anuales.

☛ Salta

Los principales departamentos de producción de tabaco Virginia son Rosario de Lerma, Gral. Güemes, Cerrillos y Chicoana.

☛ Tucumán

La zona tabacalera incluye los departamentos Río Chico, J.B. Alberdi, La Cocha y Graneros. Durante muchos años fue la provincia de mayor producción de tabaco tipo Burley, posición que fue ocupada posteriormente por la provincia de Misiones.

☛ Catamarca

La actividad se ubica con exclusividad en el Departamento Santa Rosa

<sup>11</sup> Fuente: USDA. Fondo especial del tabaco.

• Chaco

Las zonas de producción de tabaco son Gral. San Martín, 1º de Mayo, Libertad, Donovan, 25 de Mayo, Presidencia de la Plaza, Quitilipi, Comandante Fernández, Sgto. Cabral.

• Corrientes

Esta provincia es la productora más importante de tabaco Criollo Correntino de nuestro país. Los departamentos incluidos en el área tabacalera son Lavalle y Goya.

• Misiones

Los principales departamentos tabacaleros son Leandro N. Alem, Oberá, 25 de Mayo, Caiguas, Guaraní, San Pedro, y Gral. M. Belgrano

Las provincias de Jujuy, Salta y Misiones producen aproximadamente el 80% del tabaco nacional. La producción en el NOA representa el 71% del tabaco argentino y el 99% del tipo Virginia.<sup>12</sup> Se puede apreciar la participación de este cultivo en las economías de dichas provincias, tanto desde el punto de vista de la producción y exportación como por su relevancia en el empleo.

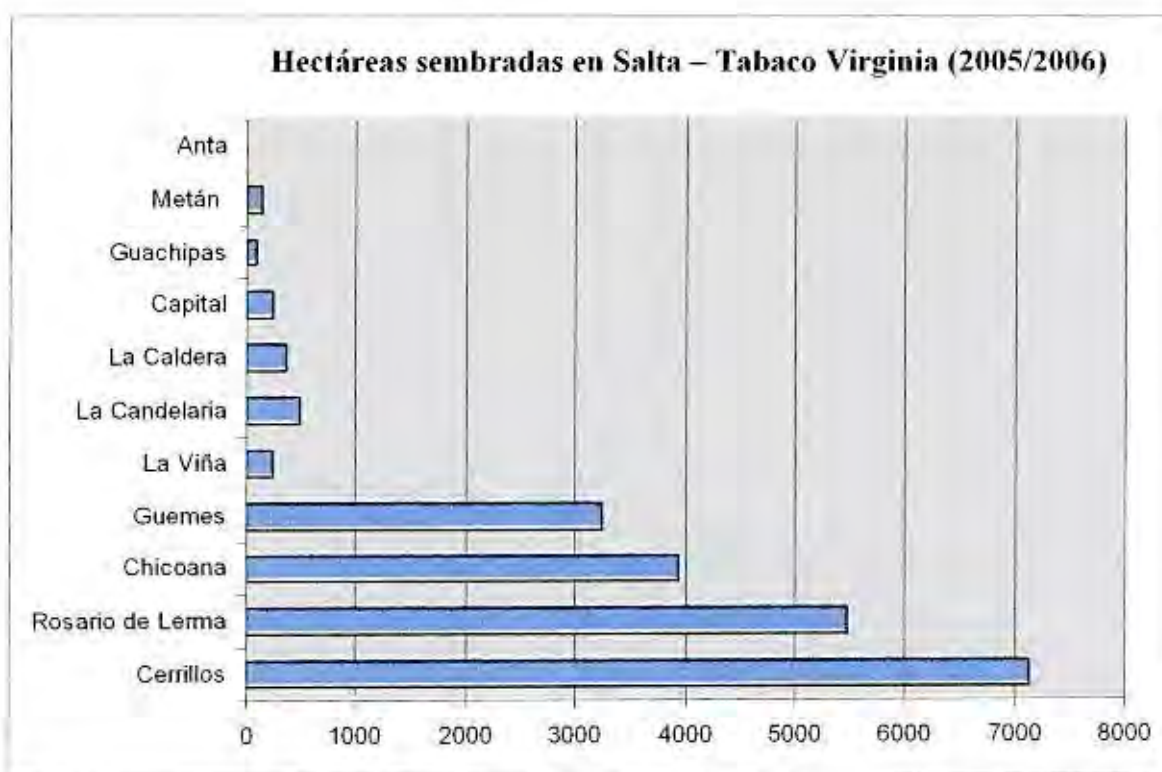
En cuanto a la producción provincial de tabaco tipo Virginia, se detallan en el siguiente cuadro los departamentos donde se cultiva, las hectáreas promedio sembradas y los kilogramos obtenidos durante la campaña 2.005 / 2.006.

<b>Producción Salteña por departamentos Tabaco Virginia Campaña 2005/2006<sup>13</sup></b>		
<b>Departamento</b>	<b>Kilogramos</b>	<b>Hectáreas</b>
Cerrillos	15.113.538	7.126,15
Rosario de Lerma	8.677.218	5.472,63
Chicoana	8.225.958	3.930,65
Güemes	5.960.309	3.247,34
La Viña	444.782	244,33
La Candelaria	970.126	479,82
La Caldera	659.002	362,58
Capital	482.098	237,63
Guachipas	181.344	83,79
Metán	320.635	140,46
Anta	219	
<b>TOTAL</b>	<b>41.035.229</b>	<b>21.325,38</b>

Para su mejor visualización, se muestran en el siguiente gráfico las hectáreas sembradas por departamentos.

<sup>12</sup> El tabaco en Argentina <http://www.tabacojujuy.com.ar/anisole40.aspx> Página vigente al 23/03/06

<sup>13</sup> Registro de productores. Fondo especial del tabaco. 2007



Alrededor del 65 % del tabaco argentino se procesa en Salta. Esto se puede visualizar en los siguientes cuadros donde figuran los nombres de las compañías acopiadoras, la cantidad de kilogramos acopiados y la procedencia del tabaco, tanto en la provincia de Salta como en la de Jujuy.

<b>Tabaco Acopiado en Salta<sup>14</sup></b>				
<b>Compañía</b>	<b>Kilogramos</b>	<b>Origen Jujuy</b>	<b>Origen Tucumán</b>	<b>Origen Salta</b>
Cooperativa	15.272.535	92.031		15.180.504
Alliance One	10.863.317			10.863.317
Massalin	9.616.268			9.616.268
Pascuzzi	2.364.215	621.222	1.742.993	
Cia.Salteña de Tab.	1.769.045			1.769.045
<b>TOTAL</b>	<b>39.885.380</b>	<b>713.253</b>	<b>1.742.993</b>	<b>37.429.134</b>

<sup>14</sup> XLI Fiesta provincial del tabaco. Suplemento especial. Diario El Tribuno de Salta. 1 de Agosto de 2006. Página 9

<b>Tabaco Acopiado en Jujuy<sup>15</sup></b>				
<b>Compañía</b>	<b>Kilogramos</b>	<b>Origen Jujuy</b>	<b>Origen Tucumán</b>	<b>Origen Salta</b>
Cooperativa	27.272.324	25.653.578		1.618.746
Alliance One	5.585.698	5.446.175		139.523
Massalín	6.659.048	6.500.445	108.008	50.595
Montecarlo	183.511	177.053		6.458
Sudamérica Tabacos	877.498	861.154		16.344
<b>TOTAL</b>	<b>40.578.079</b>	<b>38.638.405</b>	<b>108.008</b>	<b>1.831.666</b>

De los números citados anteriormente, puede entenderse la importancia de este cultivo para nuestra provincia y el país, ya que resulta ser una fuente significativa de aporte al fisco y constituye el motor impulsor de la economía de los municipios, generando proyectos de desarrollos que trascienden la actividad tabacalera.

<sup>15</sup> XLI Fiesta provincial del tabaco. Suplemento especial. Diario El Tribuno de Salta, 1 de Agosto de 2006. Página 9

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### Consumo de energía en el proceso de curado

Se comprobó que tanto en el periodo de almacenamiento del tabaco como en el proceso de curado del mismo, se produce una sustancia denominada nitrosamina. El mecanismo de formación de nitrosaminas es la nitrosación de los componentes del tabaco.

A dicho compuesto, se lo señala como una de las principales sustancias causantes de distintas enfermedades que se asocian con el hábito de fumar. La nitrosación, realizada en forma natural por los microorganismos determina la presencia de nitrosaminas, tanto en tabaco tipo Burley como en el Virginia. Las mismas se incrementan considerablemente en los procesos de secado artificial, más cuando se emplean en tal procedimiento, estufas de fuego directo.

En el tabaco Virginia secado en estufa de combustión directa, existe un mecanismo de formación de nitrosaminas que adquiere mayor importancia respecto al proceso realizado en forma natural por los microorganismos, que provoca mayores concentraciones de ellas. Esto se debe a los diversos gases, productos de los quemadores de combustión directa, principalmente óxido nítrico (NOx), que entran en contacto con los componentes de las hojas (nicotina, normicotina, anabasina, etc) dando lugar a elevados niveles de nitrosaminas<sup>16</sup>. Por consiguiente, la mayor cantidad de nitrosaminas y su posterior concentración en hoja, se produce durante el proceso de curado del tabaco en las estufas llamadas de “combustión (o llama) directa”.

Una manera de reducir los niveles de nitrosaminas es instalar en las estufas de secado un dispositivo para la salida de humo, de tal modo que el tabaco reciba aire caliente exento de gases. Este efecto puede lograrse incorporando tecnologías accesorias a los sistemas de curado utilizados actualmente (quemadores a gas natural). Estos sistemas denominados intercambiadores de calor, permiten aislar al producto que se está secando de los gases de combustión, evitando su contaminación y generando así un sistema de combustión indirecta.

Más del 90% de la energía utilizada en la producción de tabaco corresponde a la etapa de curado<sup>17</sup>. El mayor consumo de energía en esta etapa es de gas natural, utilizado para la generación de calor mediante su combustión. En menor proporción, se utiliza corriente eléctrica destinada al funcionamiento del motor de los ventiladores. El consumo de combustible para transporte resulta irrelevante en cantidad con respecto a las formas de energía ya nombradas.

De acuerdo a estudios realizados por el Ingeniero Carlos Martearena<sup>18</sup>, las mayores pérdidas de energía calórica en las estufas, se dan en el calentamiento de paredes, piso y techo, que rondan el 20% y las calorías que escapan por la chimenea, que significan el 27,66%. Si tenemos en cuenta estos valores, se verifica que el hecho de que el sistema de calefacción utilizado para el secado de tabaco sea individual y no centralizado, presenta muchas pérdidas de calor, pero también representa su consecuente oportunidad de mejor aprovechamiento.

En el cuadro siguiente se muestran los consumos, en pesos, correspondientes de gas natural y energía eléctrica registrados en los procesos de curado de tabaco Virginia de la campaña 2005 – 2006 en el Centro de Investigación de la Universidad Católica de Salta, sito en la localidad de Cerrillos de nuestra provincia.

<sup>16</sup> PROYECTO TABACO Su Compromiso Ambiental y Responsabilidad Social Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación República Argentina

<sup>17</sup> Mechanization and curing. Energy conservation. Christenbury, Gooden. 2001

<sup>18</sup> Capítulo 9.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Consumo de gas	4.788,31	21.286,37	34.085,39	30.891,93
Consumo eléctrico	2.930,11	10.076,87	11.667,64	20.065,34

En total se efectuaron 352 estufadas según:

- Diciembre 2005: 31 estufadas
- Enero 2006: 112 estufadas
- Febrero 2006: 107 estufadas
- Marzo 2006: 98 estufadas
- Abril 2006: 4 estufadas, computadas en el cuadro como mes de marzo.

Cabe resaltar que el sistema de calefacción utilizado actualmente es de tipo individual o local, donde en la parte posterior de cada estufa, se encuentra un quemador a gas natural y el correspondiente intercambiador de calor; es decir, que las calorías se hallan en el mismo lugar donde son aprovechadas.

La energía calórica de los intercambiadores, es forzada hacia el interior de la estufa mediante la utilización de ventiladores eléctricos ubicados encima o debajo de los mismos.

En el siguiente párrafo se estudia con mayor detalle el diseño de estos intercambiadores, a fin de poder obtener una mayor comprensión del sistema de calefacción utilizado en la mayoría de las estufas de secado de tabaco por bulto de nuestro país.

## Diseño de los intercambiadores de calor

Un intercambiador de calor es un dispositivo cuyo efecto es transferir calor de un fluido a otro.

Para la elección del mismo se consideran aspectos como tipo de fluido, densidad, viscosidad, contenido en sólidos, límite de temperaturas, conductividad térmica, etc.

Los intercambiadores utilizados en el proceso de secado de tabaco por bulto, son cámaras metálicas, por donde circula el aire adquiriendo la temperatura adecuada, que resulta suministrada por los gases de combustión liberados del quemador.

Quemador e intercambiador de calor están unidos formando una sola estructura, como se puede visualizar en las siguientes fotos.



Vista inferior de un intercambiador de calor



Vista superior de un intercambiador de calor

Los intercambiadores de calor para estufas *Bulk Curing* que se comercializan actualmente, están hechos de acero al carbón, aleaciones de acero al carbón y aluminio (uno de los aceros más resistentes a la oxidación) o de una combinación de materiales, existiendo potenciales beneficios asociados a cada uno.

El acero inoxidable es más resistente a la oxidación y a la corrosión que el acero al carbón, es por ello que resulta menos probable que se oxide o que se incendie durante la vida útil de la estufa. De todas maneras, el coeficiente de transferencia de calor del acero inoxidable es sólo el 25% del correspondiente al acero al carbón, considerando un mismo ancho. Para compensar este bajo coeficiente, el intercambiador de calor de acero inoxidable debe ser construido de paredes más delgadas y/o tener más superficie de contacto que el intercambiador hecho de acero al carbón. Por otra parte, este último puede ser dos veces más delgado que uno de acero inoxidable del mismo diseño y aún conservar mejores características en cuanto a transferencia de calor.

Sistemas de transferencia de calor como el utilizado en estufas *Bulk Curing*, experimentan varios ciclos de calentamiento y enfriamiento durante el proceso de curado, que suscitan su expansión y contracción. Estos fenómenos se visualizan doblemente en aceros inoxidables que en aceros al carbón.

El ciclo térmico fue la principal causa de falla en intercambiadores de acero inoxidable durante la campaña del año 2000, no así, en los fabricados de acero al carbón que no registraron quebrajes. Este hecho resulta relevante debido a que las grietas ocasionadas por diferencias térmicas, en este tipo de intercambiadores, permiten el escape de los gases de combustión que al entrar en contacto con las hojas de tabaco, las contaminan.

## SOLUCIÓN PROPUESTA

### Alternativa en la generación de calor

En un proyecto de ingeniería de equipamiento térmico son importantes no sólo las características de eficiencia térmica, sino también las referentes a la economía del sistema, por tanto, se trata de conjugarlas adecuadamente.

El papel de los intercambiadores de calor adquiere una gran importancia ante la necesidad de ahorrar energía y disponer de equipos óptimos, no sólo en función de su análisis térmico y del rendimiento económico de la instalación, sino también en función de otros factores como el aprovechamiento energético del sistema, la disponibilidad y cantidad de energía y de materias primas necesarias, condiciones que favorecen a la minimización del impacto ambiental.

Desde el momento en que un intercambiador de calor se instala y se pone en funcionamiento dentro de un proceso de transferencia térmica, como es el del curado de tabaco, se precisa un determinado gradiente de temperatura para que se pueda efectuar la transmisión del calor. La magnitud de este gradiente se puede reducir utilizando un intercambiador mayor, pero esto a su vez implica un mayor costo, tanto de tipo económico, como energético.

Si bien resulta muy importante el papel de los intercambiadores de calor, para una mejora significativa se debe tener en cuenta todo el sistema de calefacción.

En base a las premisas antes mencionadas, se propone la instalación de un circuito cerrado de calefacción, donde se plantea suministrar la energía necesaria para llevar a cabo el proceso de curado en hasta 10 estufas en forma simultánea, observando la etapa del proceso en la que se encuentra cada una, sabiendo además, que se cargan hasta dos estufas por día.

El hecho de que se cambie radicalmente la forma de calefacción utilizada actualmente, de sistemas individuales por sistemas centralizados, se debe a un análisis comparativo entre las ventajas e inconvenientes de estos dos tipos de calefacción, citado a continuación.

- En general, la calefacción central presenta mejores condiciones de funcionamiento, debido a que el calentamiento se produce en forma pareja y con una mejor regulación general.
- Ocupa menor espacio total que los equipos semi centralizados.
- No se necesitan cañerías de gas para distribución individual de combustibles a cada estufa.
- La suma total muestra que la instalación central es mucha más económica en cuanto a costo de instalación.
- Mejor rendimiento calórico debido a que las pérdidas por los generadores de calor son menores.
- Mayor duración, ya que por su tamaño los equipos son de construcción más robusta.
- Menores costos de funcionamiento y mantenimiento.
- La calefacción individual tiene la ventaja que puede funcionar de acuerdo al requerimiento de cada estufa y puede ser regulada en función de su uso particular. Esta desventaja que presenta el sistema centralizado con respecto a la calefacción individual, se salva mediante el uso de válvulas solenoides a la entrada de cada radiador.
- No se asegura los costos de funcionamiento reales por cada estufa, pero se puede tener una estimación prorrateando los totales en las horas de funcionamiento de cada una.

Si además de estas ventajas tenemos en cuenta que en las estufas utilizadas actualmente se estima una pérdida de calor en chimenea, cercana al 27.66 %<sup>19</sup>; tenemos que el

<sup>19</sup> Ing. Martearena. Capítulo 9. Manual del tabacalero. INTA

ahorro energético del proyecto estaría rondando mínimamente en un 15 – 20 % del consumo actual.

Se plantea entonces, un sistema de calefacción centralizado que consistiría en una caldera de aceite térmico generadora del calor, desde donde se lo distribuiría mediante cañerías que lo transportarían a las unidades terminales, ubicadas en la parte posterior de cada estufa, con la utilización de aceite circulado por bombas.

## Instalación de calefacción

La calefacción comprende:

- La generación de calor: mediante calderas, estufas y todo artefacto que convierta combustible en calor útil
- La distribución: por cañerías o conductos.
- La disipación de calor: mediante unidades terminales en los ambientes tales como radiadores, convectores, paneles radiantes, etc.

Como se mencionó en el párrafo anterior, el tipo de calefacción propuesto es centralizado, con lo que el fluido térmico recircularía continuamente por el circuito.

La fuente de suministro de energía sería una caldera de aceite térmico. Este elemento de la instalación de calefacción central, tiene por misión producir la cantidad de calor necesaria para satisfacer las necesidades calóricas de las 10 estufas tomadas como base, acorde a la etapa del proceso de curado en que se encuentre cada una.

Considerando que de la eficacia y rendimiento de la caldera depende la marcha de toda la instalación de calefacción, tiene fundamental importancia la elección apropiada y el mantenimiento regular para un funcionamiento correcto de todo el sistema.

La elección de una caldera depende en principio del balance térmico de la instalación pero intervienen las características de modelos, marcas y precios.

Debido a la disponibilidad de combustibles en las zonas tabacaleras, la caldera funcionaría a gas natural teniendo como segunda opción el funcionamiento con derivados de petróleo.

El fluido de transferencia térmica utilizado en el circuito sería aceite. Justifica su utilización el hecho de que al estar trabajando a temperaturas de 180 °C, este fluido no desarrolla presión, principal ventaja en comparación al uso de vapor saturado. Para las mismas temperaturas, la presión del vapor rondaría los 10,10 Kg/cm<sup>2</sup>, presión que requiere de un equipamiento más robusto, con su consecuente aumento en el costo de la inversión.

El aceite térmico posibilita el funcionamiento de sistemas cerrados de calefacción, presentando además, ventajas sobre el vapor de agua que se encuentran resumidas en el siguiente cuadro comparativo.

Vapor de Agua	Aceite
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo mínimo</li> <li>• Necesita tratamiento previo a su utilización.</li> <li>• Provoca, a altas temperaturas, incrustaciones debidas a las durezas que contiene.</li> <li>• Riesgo de explosión en calderas.</li> <li>• Necesidad de depuración de la caldera por los sedimentos que deposita.</li> <li>• No contaminante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo alto</li> <li>• Propiedades inalterables a medias y altas temperaturas durante largo tiempo</li> <li>• No desarrolla presión a las temperaturas estipuladas para el proceso.</li> <li>• No provoca incrustaciones ni sedimentos.</li> <li>• Permite su reutilización y reciclado</li> <li>• Es contaminante</li> </ul>

Para salvar la contaminación que pudiera generar el aceite, el sistema planteado se encontraría aislado por revestimientos en las cañerías y uniones. Además por cualquier contingencia que pudiera ocasionar derrames, bajo la caldera, la bomba y los radiadores se colocarían bateas de contención. Se descartan las emisiones de vapor de aceite en la caldera ya que no trabajaría con presión.

Se enuncian a continuación aceites, tanto de consumo doméstico como de utilización industrial, que podrían llegar a utilizarse en el proyecto y se encuentran disponibles en el mercado.

Uso Doméstico	Uso Industrial
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite de Soja</li> <li>• Aceite de girasol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal 40</li> <li>• Cauquén I</li> <li>• Cauquén 9</li> <li>• Turbina R</li> </ul>

Luego de realizar una comparación entre los mencionados aceites, se decide descartar los aceites de soja y girasol por su precio en el mercado y su bajo punto de ebullición.<sup>20</sup> El aceite Normal 40 presenta mejores condiciones de transferencia calórica pero se verifica presencia de sustancias en suspensión que podrían ocasionar problemas de depósito o incrustaciones en las instalaciones, condiciones que los aceites Cauquén I<sup>21</sup>, Cauquén 9<sup>22</sup> y Turbina R<sup>23</sup> mejoran; se concluye por tanto, estos tres últimos como aceites potenciales para el uso en el presente proyecto.

Las tuberías son conductos que tienen por finalidad unir las calderas con los radiadores y éstos, a su vez, nuevamente con las calderas, en los circuitos de retorno; son la parte de la instalación destinada a servir de enlace entre los lugares de producción y de aprovechamiento de energía calórica.

Las características de estos conductos deben ser tales que resistan ampliamente la presión y temperatura de trabajo, que sean fáciles de trabajar, presenten durabilidad y resulten relativamente económicos.

<sup>20</sup> Pruebas experimentales realizadas en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería e Informática de la Universidad Católica de Salta en donde se verificó presencia de burbujas en aceite de soja al alcanzar una temperatura de 73°C.

<sup>21</sup> Ver Anexo Aceites de transferencia térmica y Ficha de datos de seguridad Cauquén I.

<sup>22</sup> Ver Anexo Aceites de transferencia térmica y Ficha de datos de seguridad Cauquén 9.

<sup>23</sup> Ver Anexo Aceites de transferencia térmica y Fichas de datos de seguridad Turbina R.

Por razones de mejor aprovechamiento del calor, las tuberías que transportan el fluido caliente desde las calderas y hacia ella, deberían protegerse con aislaciones térmicas.

Se puede considerar que los factores que más se debieran tener en cuenta para el aislamiento de las tuberías son:

- La economía que se obtendría en los consumos de los combustibles, con su consecuente reducción de contaminación ambiental, lo que justifica una mayor inversión durante la instalación, con el empleo de buenos aislantes.
- Se reduce la contaminación por calentamiento, ya que no se estaría transfiriendo demasiado calor al medio ambiente.
- La seguridad de que aquellos radiadores más alejados recibirán el fluido a temperatura suficientemente elevada como para que esos elementos trabajen con la máxima eficiencia.
- Buscar las condiciones exactas para no aumentar excesivamente el aislamiento sin verificar rendimientos económicos.
- Elección de un aislante apropiado.
- Colocación correcta de ese aislante.

Las cañerías pueden unirse entre sí y con los accesorios, por sistemas de roscado o de soldado.

El intercambio de calor se llevaría a cabo mediante radiadores ubicados en la parte posterior de las estufas. Estos elementos tienen por finalidad, entregar a las estufas parte del calor que reciben de la caldera a través de las tuberías. Deben presentar una amplia superficie para permitir que por ella se transfieran las calorías que el ambiente necesita.

En la práctica, el calor pasa a través de las paredes del radiador por conducción y convección hacia el aire que lo rodea. La transmisión, depende de la superficie de contacto, la diferencia de temperatura entre el fluido transmisor y el aire del ambiente, de los coeficientes de conducción y convección y del espesor del material que forma el radiador.

Debido a la imposibilidad de manejar ciertas variables, se decide acomodar el valor de la superficie según las necesidades, razón por la cual se calculan las áreas de calefacción de esos radiadores en función de las calorías a entregar y de un coeficiente para cada tipo de radiador que depende de los otros factores como la conductibilidad, el espesor de las paredes del calefactor y las diferencias de temperatura.

## ESTUDIO TECNICO

### Cálculos de materiales y construcción

El diseño completo de un intercambiador de calor consta de tres etapas principales:

- **Análisis térmico:** esta etapa se concibe con el cálculo del área de transferencia de calor requerida, para proporcionar la energía necesaria a un fluido de caudal y temperatura previamente determinado. Se deben tener en cuenta los requerimientos calóricos de las distintas etapas del proceso de curado del tabaco y la simultaneidad de las estufas durante el mismo
- **Diseño mecánico preliminar:** involucra consideraciones de temperaturas y presiones de operación, las características corrosivas de uno o ambos fluidos, la expansión térmica relativa y la relación del intercambiador de calor con los equipos intervinientes en el sistema de calefacción
- **Diseño de construcción:** requiere la traducción de las características físicas y las dimensiones en unidades que puedan ser construidas a menores costos. Se enuncia en esta etapa los elementos componentes del sistema y sus características técnicas.

### Análisis térmico

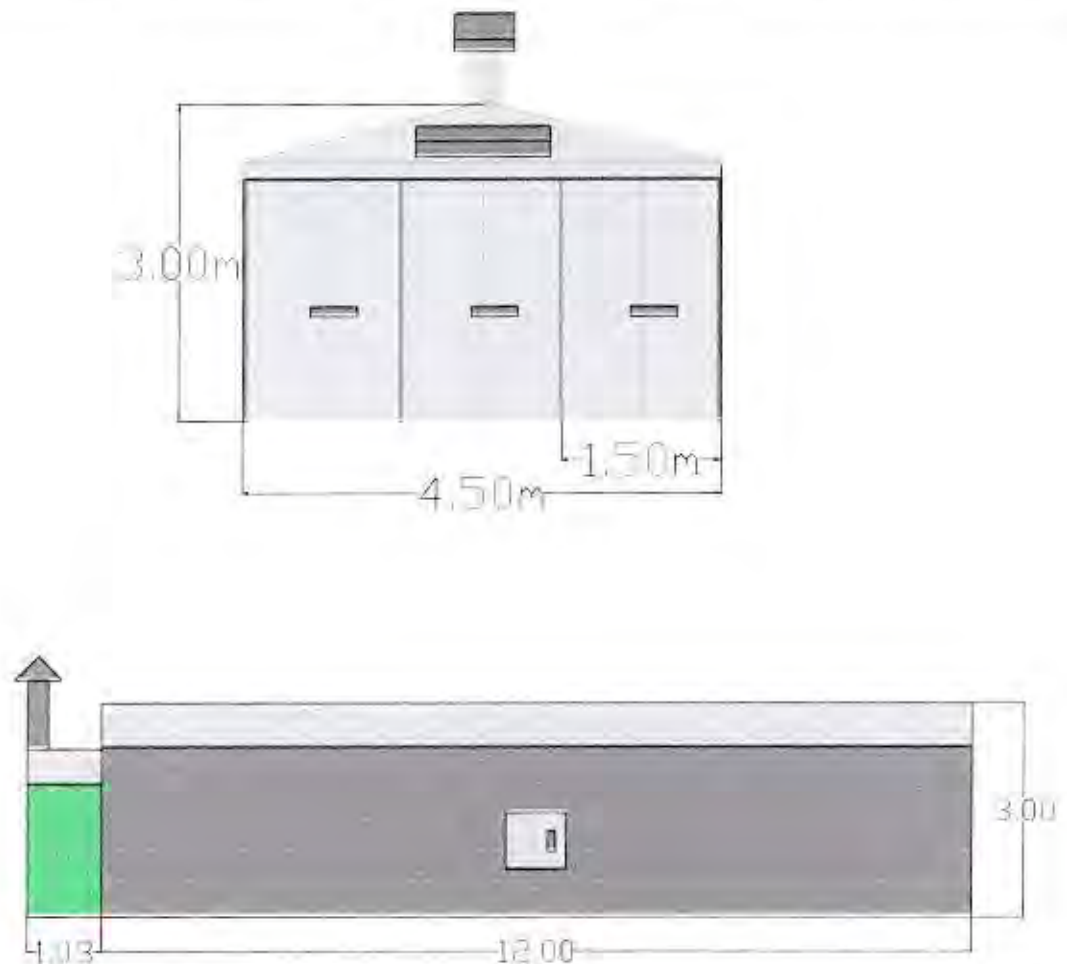
Cuando dos cuerpos se encuentran a diferente temperatura, se tratará de establecer entre ellos un equilibrio térmico, es decir, se producirá el paso de una cierta cantidad de calor desde el cuerpo más caliente, hacia el cuerpo más frío. Esta transmisión se puede realizar en tres formas distintas:

- **Conducción:** se lleva a cabo a través de cuerpos en estado sólido, sin desplazamiento de partículas. Resulta importante en los problemas de calefacción, el cálculo de las calorías que se pierden por conducción a través de las distintas superficies que rodean a un ambiente, tales como las paredes, puertas, ventanas, techo y piso
- **Convección:** el calor se transmite en esta forma en los fluidos, líquidos y gases, mediante el desplazamiento de sus partículas, desde el cuerpo más caliente hacia el cuerpo más frío. Esto ocurre por la diferencia del peso de las moléculas frías con relación a las calientes, ya que éstas son más livianas.
- **Radiación:** se realiza en forma de energía ondular y no requiere la presencia de ningún elemento entre los puntos a diferentes temperaturas.

El principio de un balance térmico, en base a los cálculos de calefacción, es establecer la cantidad de calorías que debemos suministrar a un ambiente para compensar las que se pierden por las formas de transmisión antes mencionadas.

A continuación se citan los cálculos correspondientes a la cantidad de energía calórica necesaria para el proceso de curado de tabaco en estufas del tipo *Bulk Curing*.

Se toman los datos de una estufa estándar cuyas mediadas son:



Se debe tener en cuenta que:

- Por estufa se cargan 12.000 kg de tabaco verde.
- La humedad inicial del tabaco es del 85%.
- La humedad final de la hoja de tabaco ronda entre el 14% y el 16%.
- La temperatura inicial, según la bibliografía y las mediciones que se realizaron, es de aproximadamente 28°C.
- No se sobrepasen los 75°C para no perjudicar al tabaco.

Discriminando cada subproceso que se desarrolla durante el transcurso del secado, al determinar la necesidad calórica de cada uno<sup>24</sup>, se obtienen los siguientes resultados.

#### • Amarillamiento

En esta etapa del proceso, se puede generalizar que solamente existe calentamiento, puesto que la evaporación de humedad contenida en el tabaco es despreciable. Deben mantenerse condiciones de humedad relativa cercanas al 85% y variar la temperatura entre los 28°C y los 38°C.

$$H^o = 85 \%$$

$$T_1 = 28^{\circ}\text{C} = 301^{\circ}\text{K}$$

$$T_2 = 38^{\circ}\text{C} = 311^{\circ}\text{K}$$

$$\Delta T = 10^{\circ}\text{K}$$

<sup>24</sup> Ver Anexo Cálculos

Habiendo aplicado la primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos y flujo estable, las calorías necesarias en este subproceso serían<sup>25</sup>:

$$Q_{\text{agua tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 10.200 \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 10 ^\circ\text{K} \\ = 102.000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 10 ^\circ\text{K} \\ = 9.000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{aire}} = m * \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (27,5 - 24,5) \text{ Kcal}/\text{Kg} = 514,38 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{amarillamiento}} = Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{aire}} = (102.000 + 9.000 + 514,38) \text{ Kcal} \\ = 111.514,38 \text{ Kcal}$$

Teniendo en cuenta que este subproceso toma alrededor de 48 horas, se obtendría una demanda calorífica promedio de:

$$Q_{\text{amarillamiento}} / 48 \text{ hs} = 2.323,21625 \text{ Kcal} / \text{hs}$$

#### • Fijación de color

En este subproceso, la temperatura varía de los 38°C a los 52°C y la humedad relativa pasa del 85% al 40%. Esta condición nos hace suponer que además del calor necesario para el calentamiento del tabaco, el agua contenida en el mismo y el aire, se necesitaría energía calorífica para evaporar el 45% del peso total del tabaco y además calentar el aire nuevo que ingresa a la estufa para poder evaporarlo.

$$H^o = 40 \% \quad T_1 = 38^\circ\text{C} = 311^\circ\text{K} \quad T_2 = 52^\circ\text{C} = 325^\circ\text{K} \quad \Delta T = 14^\circ\text{K}$$

De acuerdo a esta premisa, los cálculos serían:

$$Q_{\text{tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 14 ^\circ\text{K} \\ = 12.600 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{agua tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 10.200 \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 14 ^\circ\text{K} \\ = 142.8000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{aire}} = m * \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (42 - 39) \text{ Kcal}/\text{Kg} \\ = 514,38 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{vaporización}} = m * h_{\text{vap a } 52^\circ\text{C}} = (0,45 * 12.000) \text{ Kg} * 567,7 \text{ Kcal}/\text{Kg} \\ = 5.400 \text{ Kg} * 567,7 \text{ Kcal}/\text{Kg} = 3.065.580 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{aire nuevo}} = m * \Delta h = 81.818,18 \text{ Kg} * (29 - 24) \text{ Kcal}/\text{Kg} = 409.090,91 \text{ Kcal}$$

El calor total necesario en este subproceso sería por tanto, la suma de los calores de calentamiento del tabaco, el agua contenida en el mismo, el aire que está en la estufa y el aire nuevo, más el calor de vaporización de los 4.500 Kg de agua.

<sup>25</sup> Ver Anexo Cálculos

$$\begin{aligned} Q_{\text{fijación de color}} &= Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{aire}} + Q_{\text{aire nuevo}} + Q_{\text{vaporización}} \\ &= (142.800 + 12.600 + 514,38 + 409.090,91 + 3.065.580) \text{ Kcal} \\ &= 3.630.585,29 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Si tenemos en cuenta que la duración estimada para este subproceso es de 24 horas, el promedio de demanda calórica sería de:

$$Q_{\text{fijación de color}} / 24 \text{ hs} = 151.274,39 \text{ Kcal / hs}$$

#### • Secado de lámina

Este subproceso tiene como temperatura inicial los 52°C con que termina la fijación de color, y temperatura final de 65 °C. La humedad relativa es cercana al 10%, lo que hace suponer también en este proceso, hay un calor de vaporización significativo.

$$H^{\circ} = 10 \% \quad T_1 = 52^{\circ}\text{C} = 325^{\circ}\text{K} \quad T_2 = 65^{\circ}\text{C} = 338^{\circ}\text{K} \quad \Delta T = 13^{\circ}\text{K}$$

De acuerdo a lo citado anteriormente los calores que intervienen en el secado de lámina serían<sup>26</sup>:

$$\begin{aligned} Q_{\text{tabaco}} &= m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^{\circ}\text{K}) * 13^{\circ}\text{K} \\ &= 11.700 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{aire}} &= m * \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (42,5 - 39) \text{ Kcal/Kg} \\ &= 600,11 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{agua tabaco}} &= m * C_p * \Delta T = 4.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^{\circ}\text{K}) * 13^{\circ}\text{K} \\ &= 62.400 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{vaporización}} &= m * h_{\text{vap}} \text{ a } 65^{\circ}\text{C} = (0,3 * 12.000) \text{ Kg} * 560,55 \text{ Kcal/Kg} \\ &= 3.600 \text{ Kg} * 560,55 \text{ Kcal/Kg} \\ &= 2.017.980 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{aire nuevo}} = m * \Delta h = 56.250 \text{ Kg} * (33 - 24) \text{ Kcal/Kg} = 506.250 \text{ Kg}$$

El total de calorías se debería suministrar a este subproceso se obtendría de:

$$\begin{aligned} Q_{\text{secado de lámina}} &= Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{aire}} + Q_{\text{aire nuevo}} + Q_{\text{vaporización}} \\ &= (62.400 + 11.700 + 600,11 + 506.250 + 2.017.980) \text{ Kcal} \\ &= 2.598.930,11 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

La duración promedio de este subproceso es de 38 horas, con lo que el calor demandado por hora se calcularía según:

$$Q_{\text{secado de lámina}} / 38 \text{ hs} = 68.392,90 \text{ Kcal / hs}$$

#### • Secado de vena

El secado de vena tiene lugar entre los 65°C y los 75°C, a una humedad relativa del 10%, obtenida en el subproceso anterior. Es importante recordar que no deben excederse los

<sup>26</sup> Ver Anexo Cálculos

75°C de temperatura para evitar el marronamiento de la hoja de tabaco, lo que disminuye su calidad.

$$H^{\circ} = 10 \% \quad T_1 = 65^{\circ}\text{C} = 338^{\circ}\text{K} \quad T_2 = 75^{\circ}\text{C} = 348^{\circ}\text{K} \quad \Delta T = 10^{\circ}\text{K}$$

Esta etapa al igual que el amarillamiento no demanda calor de vaporización, con lo que los calores que intervienen en el secado de vena serían<sup>27</sup>:

$$Q_{\text{tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^{\circ}\text{K}) * 10^{\circ}\text{K} \\ = 9.000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{agua tabaco}} = m * C_p * \Delta T \\ = (10.200 - 5.400 - 3.600) \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^{\circ}\text{K}) * 10^{\circ}\text{K} \\ = 1.200 \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^{\circ}\text{K}) * 10^{\circ}\text{K} \\ = 12.000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{aire}} = m * \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (32 - 29) \text{ Kcal}/\text{Kg} \\ = 514,38 \text{ Kcal}$$

El calor total necesario en este subproceso sería la suma de los calores anteriores, es decir:

$$Q_{\text{secado de vena}} = Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{aire}} \\ = (9.000 + 12.000 + 514,38) \text{ Kcal} \\ = 21.514,38 \text{ Kcal}$$

Si tenemos en cuenta que este proceso se lleva a cabo en 57 horas, nos daría un calor promedio por hora de:

$$Q_{\text{secado de vena}} / 57 \text{ hs} = 377,45 \text{ Kcal} / \text{hs}$$

#### • Humectación

En esta etapa ya no se suministra calor a la estufa sino que se abren los ventiletes y puertas para que se vaya el aire caliente y luego se riega el piso. Este paso permite la manipulación de la hoja de tabaco seca, evitando se quebrjee la misma.

El total de calor necesario para el secado de 12.000 Kg de tabaco verde sería por tanto:

$$Q_{\text{total secado}} = Q_{\text{amarillamiento}} + Q_{\text{ fijación de color}} + Q_{\text{secado de lámina}} + Q_{\text{secado de vena}} \\ = (111.514,38 + 3.630.585,29 + 2.598.930,11 + 21.514,38) \text{ Kcal} \\ = 6.362.544,05 \text{ Kcal}$$

Sabiendo que la duración del proceso de curado ronda los 7 días o su equivalente 168 horas, la demanda horaria del proceso quedaría calculada en:

$$Q_{\text{total secado}} / 168 \text{ hs} = 37.872,28 \text{ Kcal} / \text{hs}$$

Si tomamos como base las 10 estufas y simplificamos los cálculos, el calor necesario para las mismas sería:

<sup>27</sup> Ver Anexo Cálculo

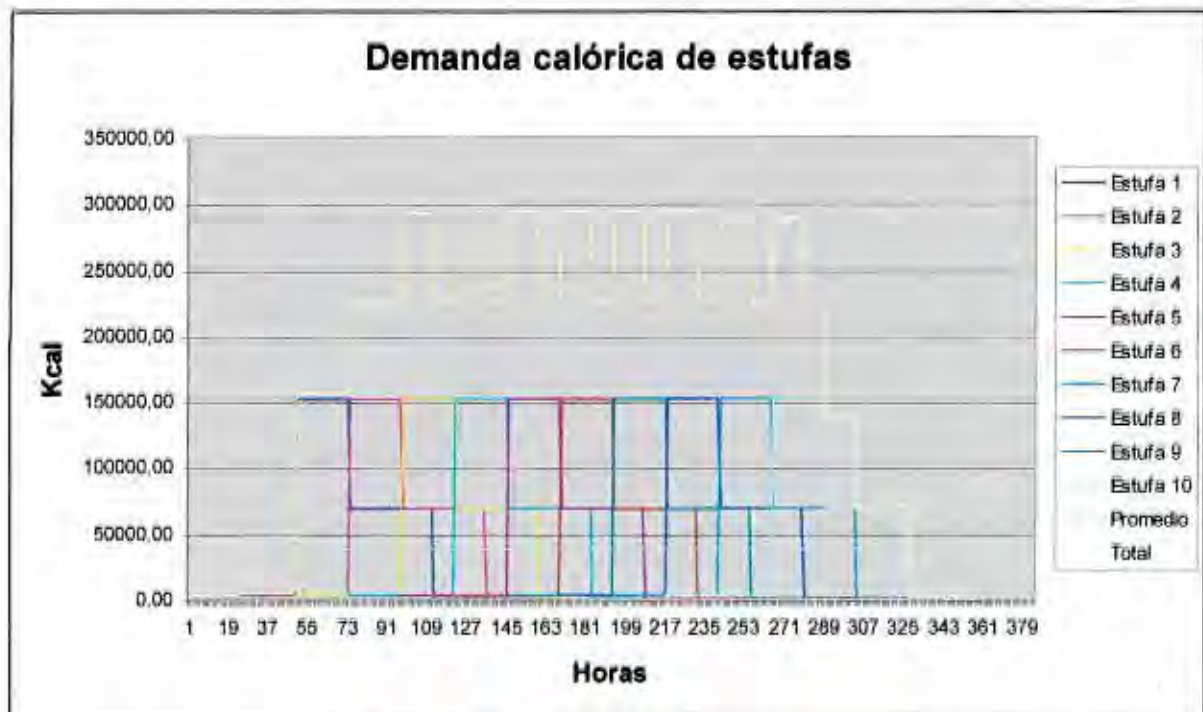
$$Q_{\text{estufas}} = 10 * 37.872,28 = 378.722,80 \text{ Kcal/hs}$$

Teniendo en cuenta que se llena una estufa por día, al hacer un diagrama de la demanda calórica necesaria para el secado, puede observarse que el promedio no describe mejor como es el comportamiento de la misma, ya que esta cantidad de calorías no llegaría a abastecer la demanda en los picos, según se visualiza en el siguiente gráfico.



A simple vista, debería tomarse el valor pico que se registra en el subproceso de secado de lámina, con un valor de 151.274,39 Kcal/hs, pero se deben tener en cuenta las demandas simultáneas del resto de las estufas mientras una de ellas se encuentre en la demanda máxima.

Corrigiendo el gráfico se obtiene:

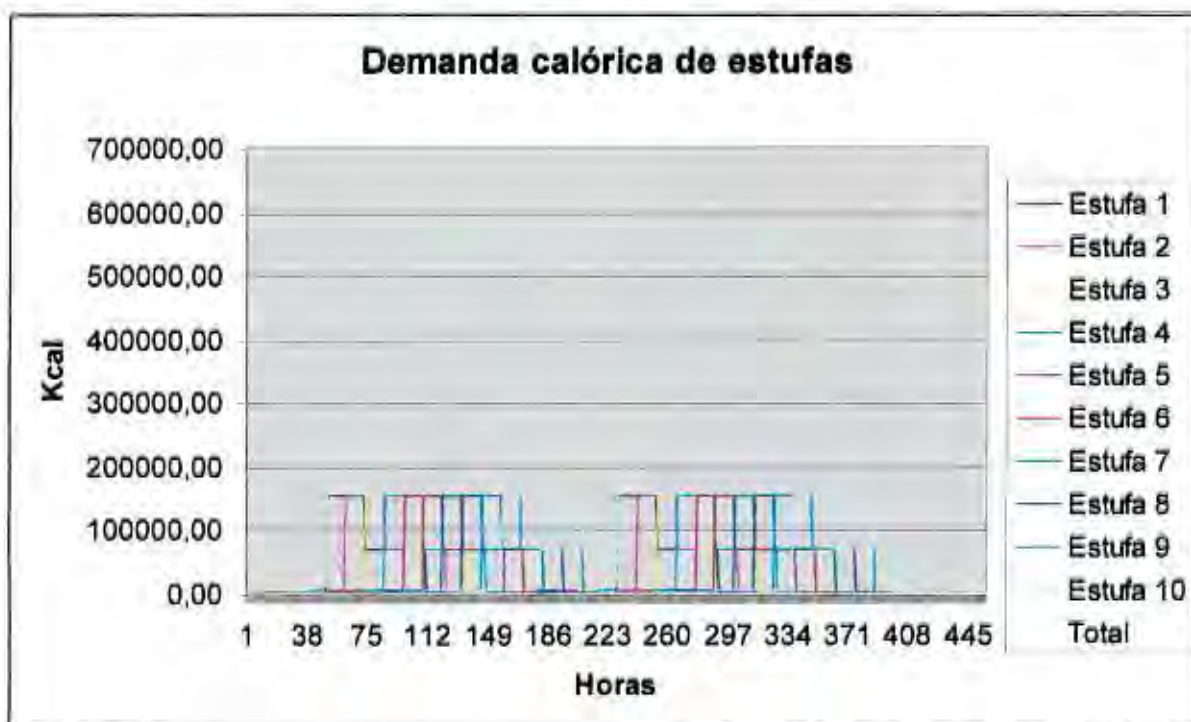


El nuevo valor pico es de 292.706,61 Kcal/hs, calor mínimo que tiene que proporcionar la caldera si es que se llena una estufa por día.

Este valor es menor al obtenido de multiplicar el promedio horario por las 10 estufas que nos dio 378.722,80 Kcal/hs; esto se debe a que según el planteo de llenar una estufa por día, nunca llegan a estar simultáneamente las 10 en servicio.

Según lo anterior, se tendría que considerar que esta condición, llenar una estufa por día, hace que nuestra capacidad ociosa resulte muy importante, ya que se tendrían constantemente 3 estufas sin utilizar y sabiendo que el costo de cada estufa en el mercado ronda entre los 15.000 y 20.000 dólares, la falta de aprovechamiento de las mismas resulta muy costosa.

Se plantea entonces, el caso de llenar dos estufas por día hasta completar la base de cálculo planteada, repitiendo la operatoria luego de 12 horas de terminado el primer curado. La demanda de energía calórica correspondiente a esta situación puede observarse en el gráfico siguiente.



Se puede observar que el total demandado, fluctúa de acuerdo a la etapa del proceso en la cual se encuentre cada estufa, pero que el pico es de 585.413,23 Kcal/hs.

De acuerdo a esto, nuestra fuente de calor, debe ser capaz de suministrar como mínimo 585.413,23 Kcal/hr ya que también debemos considerar el calor de calentamiento de la estructura de la estufa.

El calor de calentamiento de la estructura de chapa galvanizada de cada estufa se obtiene de los resultados del Anexo Cálculos y su valor sería:

$$Q_{\text{chapa}} = m * C_p * \Delta T = 4.161,60 \text{ Kg} * 0,11 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 47 ^\circ\text{K} \\ = 21.515,47 \text{ Kcal}$$

Como el calentamiento de la chapa es progresivo, tomamos un promedio de la demanda de calor por hora, con lo que se obtendría:

$$Q_{\text{chapa}} / 168 \text{ hs} = 21.515,47 \text{ Kcal} / 168 \text{ hs} = 128,07 \text{ Kcal/hs}$$

Se sabe que el calor necesario para el calentamiento de la estufa y el secado del tabaco, es el que debe transmitir el fluido térmico, es decir, el aceite.

Teniendo como referencia que la pérdida de calor en paredes, piso y techo, como lo enunciamos en el capítulo Definición del problema, es aproximadamente el 20%<sup>28</sup> y que si bien la pérdida en el techo puede reducirse mediante aislación térmica similar a la empleada actualmente en las paredes (fibra de vidrio) se toma el valor del 20% debido a que no todas las estufas actuales poseen esta aislación.

Con esto, el calor que nos debería proporcionar el aceite sería:

$$Q_{\text{aceite}} = Q_{\text{estufa}} + \text{Pérdidas} = Q_{\text{estufa}} + 0,20 Q_{\text{estufa}} = 1,20 Q_{\text{estufa}}$$

<sup>28</sup> Capítulo 9. Manual del tabacalero. INTA

$$\begin{aligned} Q_{\text{estufa}} &= Q_{\text{secado}} + Q_{\text{chapa}} \\ &= 6.362.544,05 \text{ Kcal} + 21.515,47 \text{ Kcal} \\ &= 6.384.059,52 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{aceite}} = 1,2 * 6.384.059,52 \text{ Kcal} = 7.660.871,43 \text{ Kcal}$$

Este calor es el que se le debería transmitir al fluido térmico.

Considerando las pérdidas de calor en las cañerías, desde que salen de la caldera y hasta la entrada de los radiadores, cercanas al 10%<sup>29</sup>, el calor que debería suministrarse con gas natural sería:

$$\begin{aligned} Q_{\text{gas}} &= Q_{\text{aceite}} + 0,10 Q_{\text{aceite}} = 1,10 Q_{\text{aceite}} \\ &= 1,1 * 7.660.871,43 \text{ Kcal} \\ &= 8.426.958,57 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

La longitud necesaria de cañería del serpentín para transmitir este calor, se calculó en el Anexo Cálculos y sus valores serían:

- Para cañería de 1 pulgada = 2,54 cm = 0,0254 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0254 * 168) = 67,32 \text{ m}$$

- Para cañería de 1 ½ pulgadas = 1,5 \* 2,54 = 3,81 cm = 0,0381 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0381 * 168) = 44,88 \text{ m}$$

- Para cañería de 2 pulgadas = 2 \* 2,54 = 5,08 cm = 0,0508 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0508 * 168) = 33,66 \text{ m}$$

- Para cañería de 2 ½ pulgadas = 2,5 \* 2,54 = 6,35 cm = 0,0635 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0635 * 168) = 26,93 \text{ m}$$

- Para cañería de 3 pulgadas = 3 \* 2,54 = 7,62 cm = 0,0762 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0762 * 168) = 22,44 \text{ m}$$

De los cálculos anteriores se deduce que el elemento donde se produzca el intercambio de calor sería un serpentín cuya longitud y diámetro adoptaría alguna de las opciones antes calculadas. Sin embargo, teniendo en cuenta el pico de demanda calórica de cada estufa se concluye que el elemento de disipación de calor en las mismas tiene que ser capaz de transmitir 151.274,39 Kcal/hs del proceso de secado más las 128,07 Kcal/hs necesarias para el calentamiento de la estructura de la estufa; con lo que los cálculos corregidos serían:

$$Q_{\text{serpentín}} / \text{hs} = (151.274,39 + 128,07) \text{ Kcal/hs} = 151.402,46 \text{ Kcal/hs}$$

- Para cañería de 1" → 269,12 m
- Para cañería de 1 ½" → 179,4 m
- Para cañería de 2" → 134,56 m

---

<sup>29</sup> Pérdida estimada en los circuitos de calefacción en nuestra ciudad.

- Para cañería de 2 1/2" → 107,65 m
- Para cañería de 3" → 89,7m

Si consideramos los elementos transmisores de energía calórica existentes en el mercado, se verifica que los radiadores presentan ventajas frente al serpentín ya que mejoran la transmisión de calor, debido a su mayor superficie de contacto. Es esta la razón por la que en el proyecto se opta por radiadores.

Se obtiene de catálogo comercial un radiador cuya capacidad es de 155.000 kcal/hr. La utilización de este elemento de transmisión nos permitiría obtener un margen de seguridad igual a:

$$MS = 155.000 - 151.402,46 = 3.597,54 \text{ Kcal/hr}$$

La cantidad de aceite necesario para obtener la energía calórica requerida en las estufas debería contemplar que, tanto las cañerías de alimentación y retorno como los radiadores y caldera, se encuentren colmados con el fluido térmico.

Sabiendo que el volumen de aceite necesario por radiador es de 5 litros, se traduciría la cantidad total en los 10 radiadores según:

$$10 * 5 \text{ litros} = 50 \text{ litros de fluido térmico en radiadores}$$

La alimentación a los radiadores desde la caldera se realiza mediante una cañería troncal cuyo diámetro es de 2" (0.0508 m) y cuya longitud es de 86,65 m. De acuerdo a lo enunciado, el volumen de aceite en el conducto de alimentación troncal sería:

$$\begin{aligned} V_{\text{aceite alimentación}} &= \pi * r^2 * L = \pi * d^2/4 * L \\ &= \pi * (0,0508)^2 / 4 * 86,65 \\ &= 0,175 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

La cañería colectora de retorno también posee un diámetro de 2" pero una longitud de 89,3 m; con lo que el volumen de aceite necesario en este conducto nos daría:

$$\begin{aligned} V_{\text{aceite retorno}} &= \pi * r^2 * L = \pi * d^2/4 * L \\ &= \pi * (0,0508)^2 / 4 * 89,3 \\ &= 0,181 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Las cañerías que derivan en los radiadores y sus retornos son de 1" de diámetro, la longitud total de este conducto es de 10 m, por tanto el volumen en los mismos sería:

$$\begin{aligned} V_{\text{aceite derivación}} &= \pi * r^2 * L = \pi * d^2/4 * L \\ &= \pi * (0,0254)^2 / 4 * 10 \\ &= 0,005 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Además de estas cantidades, se debería considerar también el nivel de aceite en la caldera, luego de determinar su modelo y marca.

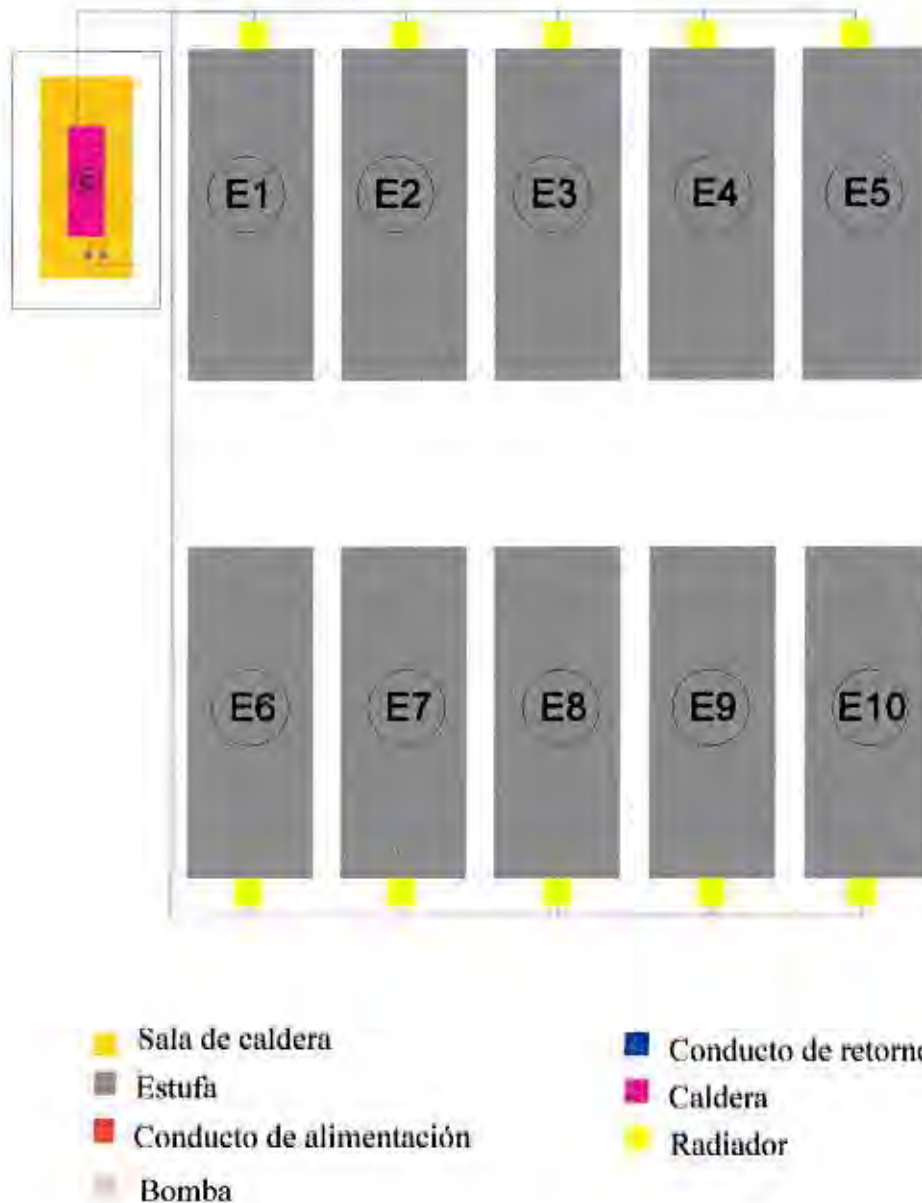
## Diseño mecánico

Luego de los cálculos realizados para determinar la cantidad de energía calórica necesaria en el proceso de curado, se podrían establecer los parámetros y condiciones en los cuales operaría el proyecto.

La temperatura de operación del fluido térmico proveniente de la caldera, estaría variando desde los 180°C con que saldría hasta los 90°C con que retornaría a la misma.

No resulta relevante considerar la presión de operación del circuito de calefacción ya que opera con la atmosférica sin desarrollar mayor valor en la caldera.

Se parte de la siguiente disposición espacial de los elementos componentes del sistema de calefacción propuesto.



La fuente de calor, tal como se definió anteriormente, sería una caldera de aceite térmico. El fluido caliente se transportaría hasta los radiadores mediante cañerías. Estas últimas se encontrarían aisladas, evitando la disipación de calor en el transcurso de la alimentación y el retorno.

En la parte posterior de cada estufa se instalarían los radiadores.

Un ventilador impulsaría el aire, que al pasar por el radiador, llegaría caliente a las hojas de tabaco.

La temperatura dentro de la estufa estaría regulada por un termostato, que conectado a una válvula solenoide, permitiría el pasaje o no del fluido caliente por el radiador.

A la entrada y salida de los radiadores, se instalaría una válvula manual, lo que permitiría el cambio y mantenimiento de los mismos, además de restringir el ingreso del fluido térmico evitando la transferencia de calor a estufas que no estén secando tabaco. Cabe hacer la aclaración que la válvula esférica de la entrada precedería a la solenoide posibilitando también el cambio y mantenimiento de esta última.

Para poder desplazar el fluido térmico a lo largo del circuito cerrado de calefacción se emplearía una bomba de aceite. Por cualquier eventualidad, otra bomba de las mismas características se encontraría conectada en by pass con la primera, a los fines de poder continuar con el proceso de curado.

## Diseño de construcción

### La generación de calor

Se decide implementar en el proyecto la caldera humotubular horizontal de hogar presurizado marca Vulcano Modelo RP 600 de fluido térmico, de aproximadamente 4 m de longitud total, 1,8 m de altura total sin chimenea y 1,30 m de ancho.

La característica más significativa de esta caldera es el rendimiento térmico por aprovechamiento de los gases, produciéndose en el interior del hogar, un sistema de inversión de llama sobre si misma y dirigiéndose hacia un haz tubular con difusores que producen un régimen turbulento de transmisión de calor. Los tubos de humo se ubican exteriormente al hogar, mandrilados y acampanados a la placa portatubos.

La puerta delantera de la caldera está completamente aislada con material refractario, cierre hermético y posee visor de llama. La envoltura exterior de la caldera está aislada con lana de vidrio de 50 mm de espesor y recubierta con chapa inoxidable remachada.

La caldera cuenta con tablero de control de mando, interruptor para encendido, termómetro, doble termostato para corte por temperatura y seguridad y las correspondientes válvulas de seguridad y desagote; sumándose el quemador automático para gas natural con los dispositivos de seguridad reglamentarios y el correspondiente conducto para gases.



## La distribución

La conexión entre la caldera y los elementos de transmisión de calor en la parte posterior de las estufas se plantea en forma troncal, con distribución individual a cada estufa.

El material de estos conductos es acero IRAM 2502 de 2" de diámetro para las cañerías troncales (alimentación y retorno) y de 1" de diámetro para las de distribución individual.

Las cañerías del sistema, tanto de alimentación como de retorno, están recubiertas con material aislante a los fines de disminuir las pérdidas de calor, generadas por la diferencia de temperatura del fluido térmico circulante y la temperatura ambiental. Se elige para este aislamiento, fibra mineral revestida.

El aceite térmico es impulsado mediante una bomba. La velocidad del fluido debe ser tal que optimice la transferencia de calor en los radiadores. Se elige la bomba centrífuga marca Grundfos cuyo caudal es de 12 m<sup>3</sup>/hr, lo que permitiría hacer recircular el fluido térmico en el sistema. Ante cualquier falla de funcionamiento en esta bomba, se pondría en marcha otra de iguales características, conectada en by pass con la primera, asegurando la continuidad del proceso de curado.

Las válvulas manuales que restringen el pasaje de aceite a los radiadores son del tipo esféricas, justifica su elección el hecho que éstas son empleadas principalmente para el control de caudal de fluidos viscosos o con gran porcentaje de sólidos en suspensión. La marca y modelo que se elige es Spirax Sarco M10V, válvula de esfera de tres piezas apta para aceite térmico y que puede ser revisada sin desmontar las conexiones con la tubería. Más características técnicas pueden visualizarse en el anexo Válvula de esfera M10V.

Las válvulas solenoides elegidas para controlar el pasaje o no del fluido térmico son de marca Jefferson Serie 1342 normal cerrada, cuyo servomotor opera a pistón y posee sellos y asientos de teflón lo que permite resistir la temperatura del aceite térmico. El catálogo de estas válvulas se encuentra anexado bajo el título Válvulas a solenoide de 2 vías Serie 1342.

## La disipación de calor

El fluido térmico seleccionado es el aceite Cauquén 9 ya que ofrece mayor estabilidad y eficiencia térmica, pudiendo ser utilizado hasta los 240°C según se puede observar en el anexo Ficha de datos de seguridad Cauquén 9. La ventaja más importante que presenta este aceite es que no desarrolla presión a la temperatura de operación.

Los radiadores para la transmisión calórica son los que provee la empresa Metalúrgica BP de Buenos Aires. Están fabricados en aleación especial de aluminio inyectado a presión con elevadas características de resistencia mecánica, corrosión y conductividad.



El ventilador que recircula el aire dentro de la estufa no varía, conservándose los que poseen actualmente.

## ESTUDIO DE MERCADO

Uno de los factores más críticos en el estudio de los proyectos es la determinación de su mercado, no sólo por el hecho de que en él se define la demanda e ingresos de operación, sino también por los costos e inversiones implícitos. Resulta por tanto reconocer, todos y cada uno de los agentes que tendrán algún grado de influencia sobre las decisiones que se tomarán al definir su estrategia comercial.

Algunos de los factores del entorno están más próximos a la relación de intercambio y su influencia es más inmediata, como el caso de los proveedores, intermediarios, competidores y otras instituciones comerciales que facilitan o promueven la actividad comercial. Estos factores constituyen el microentorno.

Otros factores tienen una influencia más genérica y afectan no sólo la actividad comercial sino otras actividades humanas y sociales también. Estos cambios constituyen el macroentorno.



El mercado puede definirse como el lugar físico o ideal en el que se produce una relación de intercambio o bien por los elementos que determinan su existencia, entonces el

mercado sería un conjunto de personas, individuales u organizadas que necesitan un producto o servicio determinado, que desean o pueden desear comprar y que tienen la capacidad tanto económica como legal para hacerlo.

Por medio de la demanda, se exterioriza y se mide el comportamiento global del mercado; ésta es la formulación expresa de los deseos y necesidades de los consumidores en función de su poder adquisitivo.

Al realizar este análisis es conveniente distinguir entre el mercado actual y el mercado potencial, es decir, el máximo número de compradores al que se puede dirigir nuestro proyecto y que recibiendo suficientes estímulos de marketing pueden llegar a demandarlo.

Con el fin de dividir o clasificar el mercado se establecen límites. Algunos de éstos son físicos como los límites territoriales o geográficos; pero existen otros límites, como en nuestro caso, que hacen referencia a la característica de los consumidores o de acuerdo al uso del producto.

De todo lo mencionado anteriormente, resulta que el estudio de mercado es más que el análisis y determinación de la oferta y demanda o de los precios del proyecto. Metodológicamente, serían cuatro los aspectos que se deben estudiar:

1. El consumidor y las demandas del mercado y del proyecto, tanto actuales como potenciales.
2. La competencia y las ofertas del mercado y del proyecto; actuales y proyectadas.
3. Comercialización del proyecto.
4. Proveedores y disponibilidad y precio de los insumos; actuales y proyectados.



Lo que caracteriza fundamentalmente un mercado y hace que exista, es la capacidad de compra de los consumidores, conviene por tanto, saber cuantas personas compondrían el mercado de nuestro proyecto, qué ingresos tienen, cómo gastan sus recursos, dónde se localizan los potenciales de compra más altos y cómo se puede medir la capacidad de compra.

A los fines de este trabajo, se deduce que el mercado destinatario son los productores tabacaleros. Haciendo una recopilación de distintas fuentes a cerca de la cantidad de productores agropecuarios de nuestra provincia se obtuvieron los siguientes datos resumidos en tabla.

Departamento	Capital	Anta	La Caldera	G. Güemes
Cantidad de Productores	26	1	21	179
MO Permanente	39	1	46	496
MO Transitoria	203	1	222	2276
Hectáreas Cultivables	255,50	1,00	352,50	3.453,85
Hectáreas Virginia	237,63	1,00	362,58	3.247,34
Hectáreas Burley	0,00	0,00	0,00	0,00
Hectáreas Criollo	2,31	0,00	0,00	0,00
Estufas Convencionales	44	2	46	250
Estufas Bulk Curing	38	0	63	270

Departamento	La Candelaria	Cerrillos	Chicoana	Guachipas
Cantidad de Productores	91	319	226	16
MO Permanente	79	1212	707	53
MO Transitoria	387	4351	2401	81
Hectáreas Cultivables	510,50	7.381,20	4.140,33	98,00
Hectáreas Virginia	479,82	7.126,15	3.930,65	83,79
Hectáreas Burley	0,00	0,00	0,00	0,00
Hectáreas Criollo	0,00	68,54	213,02	84,11
Estufas Convencionales	185	139	613	28
Estufas <i>Bulk Curing</i>	4	1.310	608	0

Departamento	La Viña	Metán	R. de Lerma
Cantidad de Productores	146	4	323
MO Permanente	87	21	813
MO Transitoria	524	105	4052
Hectáreas Cultivables	321,09	145,00	5.629,50
Hectáreas Virginia	244,33	140,46	5.472,63
Hectáreas Burley	0,00	0,00	0,00
Hectáreas Criollo	458,62	0,00	34,66
Estufas Convencionales	122	33	359
Estufas <i>Bulk Curing</i>	5	0	685

El total de productores tabacaleros en nuestra provincia es de 1.352. Debido a los cada vez más rigurosos controles de calidad de los tabacos, por parte de las acopiadoras, los productores en general no dudan en invertir parte de las ganancias para mejoras en sus cultivos.

Si analizamos el proyecto de esta nueva fuente de generación de calor, verificamos que no sólo se obtienen iguales o mejores condiciones de secado, sino que se logra un significativo ahorro en el consumo del gas natural utilizado como combustible. Esta situación no sólo es provechosa para quienes estufan, sino también para el ambiente todo ya que con el menor consumo de gas, existe menor combustión, menores emanaciones de sus gases y mejor aprovechamiento de calor.

Si bien este trabajo encuadra en lo que sería un proyecto de investigación, más que en un proyecto de planta industrial donde se obtienen a partir de materias primas un producto terminado, se analiza cual sería el mercado potencial de este sistema.

Teniendo en cuenta que la cantidad de estufas *Bulk Curing* existentes en la actualidad, sólo en la provincia de Salta es de 2.983 y sabiendo que la tendencia es la conversión de las estufas convencionales en estufas de secado por bulto, mientras resulte posible; se puede estimar que el proyecto tendría un mercado potencial de 298 sistemas de calefacción alternativa, en nuestra provincia.

Sin embargo, este proyecto tendría su aplicación primeramente en el Centro de Investigación de la Universidad Católica de Salta ubicado en la Localidad de Cerrillos. Una vez comprobado su rendimiento, podría ofrecerse a los productores de Salta y demás provincias que cultiven tabaco Virginia.

A los fines de promocionar el proyecto se lo puede ofrecer a la Cámara de Tabacaleros y a la Cooperativa, antes que han estado evaluando y desarrollando proyectos comunitarios como la construcción de estufas de secado para los tabacaleros que no las poseen, ofreciendo sólo ese servicio.

Desde la perspectiva de la penetración en el mercado, nos interesa saber las variables que han dado lugar a la participación de las distintas empresas que se encuentra en él. El estudio de la competencia es fundamental; ya que resulta preciso conocer las estrategias que sigue para aprovechar sus ventajas y evitar sus desventajas.

Actualmente en nuestra provincia existen tres fabricantes registrados de estufas del tipo *Bulk Curing* a saber: Mega S.R.L., Orfidio Colque y Quijano, de los cuales, el que mayor participación tiene es Mega S.R.L.

El análisis de la competencia debe tener en cuenta que todo competidor que persiste y sobrevive en el mercado, tiene una ventaja única sobre los demás. Si tomamos como base que la ventaja competitiva puede darse por liderazgo en precio o por diferenciación, en un principio nuestra ventaja sería de diferenciación; ofreciendo un sistema de generación de calor para las estufas que además de favorecer el desarrollo sustentable, minimiza los costos de operación.

Las dimensiones del macroentorno pueden concretarse en las siete siguientes: demográficas, económicas, sociales/culturales, legales, políticas, tecnológicas y del medio ambiente.

El entorno demográfico resulta relevante ya que su análisis permite conocer la gente que compone los mercados. Argentina está entrando en la categoría de país envejecido, ya que su pirámide poblacional se caracteriza por una muy baja tasa de natalidad (19,2 por mil) lo que se traduce en una base angosta de la pirámide, predominio de adultos jóvenes y un porcentaje de ancianos relativamente importante (9,7% de los habitantes tienen más de 65 años)<sup>30</sup>. Esta característica estaría favoreciendo la implementación del sistema de calefacción propuesto, ya que la gente predominante en la pirámide es por lo general, quien más invierte en nuevos proyectos.

El análisis del entorno económico contempla la evolución de las principales magnitudes macroeconómicas (renta nacional, tipo de interés, inflación, desempleo, tipo de cambio, balanza de pagos y carga fiscal) variables que determinan la capacidad de compra e influyen en las pautas de consumo. La mayoría de estas condicionantes tendría sobre el proyecto una incidencia positiva, como lo es el hecho de que el gobierno nacional contemple en su política económica el otorgamiento de fondos para financiar y promover a las PyMEs.

En las últimas décadas, en nuestro país se registraron notables avances en materia de alfabetización y cultura, favorecidos por la mayor interconexión lograda en la década del noventa con los mercados internacionales.

Otro de los cambios importantes se han producido en la familia y sociedad argentina, como la mayor incorporación de la mujer a la política, al trabajo, el retraso de los jóvenes en la incorporación al mismo y los cambios en los estilos de vida.

En cuanto al entorno legal y político, la constitución del MERCOSUR ha dado y continuará dando lugar a una mayor liberalización general de la economía de los países integrantes, abriendo nuevos mercados a las empresas y fomentando la competencia. La apertura del mercado chino al tabaco argentino representa importantes oportunidades de negocio para nuestro proyecto.

Las políticas anti – tabaco respaldadas por la Organización Mundial de la Salud y su repercusión en el precio del mismo, hacen que a los productores tabacaleros les resulte imprescindible abaratar los costos de producción. Una alternativa a esta situación, es la implementación del sistema propuesto ya que minimiza el consumo de combustible para el curado.

Los avances e innovaciones electrónicas e informáticas han revolucionado los procesos de producción, las comunicaciones, la transmisión y el tratamiento de la información. La tecnología se está aplicando en muchos servicios que antes eran realizados sólo por personas. Los avances científicos en los campos de la biología, química, física,

<sup>30</sup> Santesmases Mestre. Marketing Conceptos y Estrategia. Pág 156

energía y genética, permiten desarrollar nuevos y mejores productos que pueden atender de un modo más efectivo las demandas actuales y satisfacer las necesidades no cubiertas o latentes de los mercados.

Los cambios del entorno tecnológico mejorarán sin dudas el sistema de calefacción propuesto en este trabajo, si es que estos avances logran equilibrarse o insertarse paulatinamente en nuestra sociedad.

El medio ambiente ha adquirido una importancia creciente en los últimos años; mucho más en el sector agropecuario de nuestro país, dada la mayor conciencia social que existe de los perjuicios que causan algunos productos y procesos industriales.

La degradación ambiental progresiva registrada en los últimos años, ha creado una conciencia colectiva de su importancia y ha llevado a los poderes públicos a fomentar el ahorro de energía y el reciclado de productos, a establecer regulaciones en el uso de los recursos naturales, en el desarrollo de procesos industriales y en el empleo de productos contaminantes.

La preocupación por la protección del medio ambiente puede traducirse, como en nuestro proyecto, en la oferta de mejores sistemas de calefacción para estufas de tabaco, ahorrando energía y garantizando mediante su implementación, el desarrollo sustentable.

Como se puede observar, el sistema de calefacción propuesto tiene grandes posibilidades de ser instalado en cualquier punto de la provincia, las incidencias del macroentorno son totalmente favorables y el microentorno ofrece también condiciones propicias.

## ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

### Inversión necesaria

#### Inversión en activos fijos

Los aspectos de la ingeniería de este proyecto, son sin duda, los que tienen mayor incidencia sobre la magnitud de los costos e inversiones que deberán efectuarse si se implementara el sistema de calefacción propuesto. El proceso y la tecnología que se seleccionan influyen directamente sobre el monto de las inversiones, costos e ingresos del proyecto.

Debido a lo anterior, su preparación y evaluación sirve como instrumento prioritario para implementar la inversión, trabajando con antecedentes económicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar ciertos recursos a nuestra iniciativa, determinando así, si se muestra o no rentable.

Por inversiones en equipamiento se deben entender todas aquellas que permitan la operación normal del sistema de calefacción proyectado; la sistematización de esta información, se presenta mediante el balance correspondiente de maquinaria, equipos y tecnología siguiente.

Máquina/Equipos	Cantidad	Cto Unitario	Cto Total
Caldera de Aceite térmico	1	47.100,00	47.100,00
Válvula solenoide	10	2.144,00	21.440,00
Válvula esférica	20	111,60	2.232,00
Bomba	2	4.710,00	9.420,00
Radiadores	10	1.200,00	12.000,00
<b>INVERSION TOTAL EN MAQUINAS / EQUIPOS</b>			<b>\$ 92.192,00</b>

Si bien existen otros elementos que resultan necesarios para el correcto funcionamiento del sistema de calefacción propuesto, como por ejemplo los termostatos y ventiladores, cabe hacer la aclaración que éstos ya se encuentran operativos en las estufas con lo que no son considerados como inversión debido a que seguirán utilizándose los mismos.

Las necesidades de inversión en obras físicas se determinan principalmente en función del lay out del trabajo. La distribución de los equipos en el espacio físico debe evitar los flujos innecesarios de fluido térmico y personal, así como estudiar las vías de acceso y circulación de los carros cargueros.

En relación con la obra física, las inversiones incluyen desde la construcción o remodelación de edificios, oficinas o salas hasta la construcción de caminos, cercos y estacionamientos. La ordenación de la información correspondiente a estas inversiones se presenta en un cuadro denominado Balance de obras físicas. Para nuestro proyecto de calefacción, el balance respectivo es como sigue<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Revistas de construcción Viviendas, Febrero 2008.

Item	U de medida	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Caños IRAM 2505 roscado 2"	Barra (6,40 m)	43	150,00	6.450,00
Caños IRAM 2505 roscado 1"	Barra (6,40 m)	3	89,90	269,70
Codos 90° SCH 40	u	21,00	25,00	525,00
Tee SCH 40 2"x2"x2"	u	2,00	25,00	50,00
Tee SCH 40 2"x2"x1"	u	8,00	109,00	872,00
Aislante térmico	m <sup>2</sup>	28,00	60,00	1.680,00
Batea para caldera	gl	1,00	200,00	200,00
Bateas para bombas	gl	2,00	40,00	80,00
Bateas para radiadores	gl	10,00	75,00	750,00
MO Inst cañerías y maquinaria	gl	1,00	6.7031,53	67.031,53
Vigas de fundación	m <sup>3</sup>	0,72	526,98	377,32
Estructura resistente	m <sup>3</sup>	0,07	648,98	46,73
Paredes	m <sup>2</sup>	53,70	29,47	1.582,54
Aceite térmico	Tambor (205 lt)	8,00	1.050,00	8.400,00
Solado (Piso)	m <sup>2</sup>	49,29	50,00	2.464,50
Techo	m <sup>2</sup>	28,47	38,00	1.081,86
Carpintería metálica	gl	1,00	1.500,00	1.500,00
Instalación de gas	gl	1,00	500,00	500,00
Instalación eléctrica	gl	1,00	200,00	200,00
Varios	gl	1,00	300,00	300,00
<b>INVERSION TOTAL EN OBRA FISICA</b>				<b>\$ 94.361,17</b>

Se puede apreciar que no se tiene en cuenta inversiones de nuevas estufas debido a que ya existen. Se contemplan en cambio, las necesidades de inversión en máquinas, equipos y obra física de cambiar el sistema de calefacción actual por el propuesto en el proyecto.

El monto total estimado a invertir en activos fijos para poner en marcha el sistema de calefacción alternativo es:

<b>MONTO DE INVERSION EN ACTIVOS FIJOS = \$ 186.553,17</b>
--

#### Inversión en activos intangibles

Esta inversión contempla los costos de los servicios o derechos necesarios de adquirir para la puesta en marcha del proyecto. Los principales ítems que configuran esta inversión son los gastos de organización, las patentes y licencias, los gastos de puesta en marcha, las bases de datos y los sistemas de información preoperativos, la capacitación, instrucción, adiestramiento y preparación del personal para el desarrollo de las habilidades y conocimientos que deben adquirir con anticipación a la puesta en marcha del proyecto.

Se considera que un monto de \$5.000 resulta razonable para estos ítems.

**MONTO DE INVERSION EN ACTIVOS INTANGIBLES = \$ 5.000,00**

### Capital de trabajo

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo operativo para una capacidad y tamaño determinados. El capital de trabajo inicial constituye una parte de las inversiones a largo plazo, ya que forma parte del monto permanente de los activos corrientes necesarios para asegurar la operación del proyecto.

Se considera que no es necesaria la inversión en capital de trabajo debido a que en la actualidad ya se cuenta con la misma.

### Inversión total necesaria

De lo citado anteriormente, la inversión total necesaria sería de:

**MONTO DE INVERSIÓN TOTAL NECESARIA = \$ 191.553,17**

### Costos Operativos

Se resumen en el siguiente cuadro los costos de personal que se tienen en la actualidad en un centro de 10 estufas de curado de tabaco por temporada. Los valores se tomaron prorrateando los costos que se tuvieron en el CIUCS durante la temporada 2006.

<b>Personal</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>TOTAL</b>
Administrativo	648,50	909,50	731,50	565,50	2.855,00
Encargado	1.386,66	1.386,66	1.386,66	1.386,66	5.546,64
Estuferos	3.003,00	4.620,00	2.054,00	4.774,00	14.451,00
Carga de estufas	2.311,20	2.311,20	2.311,20	2.311,20	9.244,80
Descarga de estufas	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	8.640,00
Clasificado y Enfardado	630,00	1.556,50	1.363,00	4.145,50	7.695,00
<b>TOTAL PERSONAL POR TEMPORADA</b>					<b>\$48.432,44</b>

Los costos de insumos y gastos que se tienen, tomando como base también las diez estufas de secado, son en promedio los siguientes:

Insumos y Gastos	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	TOTAL
Consumo de gas	6.641,85	8.362,50	13.697,91	13.023,07	41.725,33
Consumo eléctrico	4.158,87	3.958,77	4.688,86	8.458,92	21.265,42
Mantenimiento Inst / Estufas	4.581,43	5.634,34	993,82	2.967,83	14.177,42
Otros	790,00	790,00	790,00	790,00	3.160,00
<b>TOTAL INSUMOS Y GASTOS POR TEMPORADA</b>					<b>\$80.328,17</b>

Al sumar los costos de personal, insumos y gastos, se tiene que el total por temporada es, actualmente de:

<b>TOTAL ACTUAL POR TEMPORADA = \$ 128.760,61</b>
---

Los costos de energía eléctrica se suponen constantes a los actuales, ya que no se realizan modificaciones en los ventiladores, principales elementos de consumo de esta energía y se cuenta también con la misma iluminación para el sector de clasificado y enfardado.

Así mismo, se considera que la mano de obra necesaria para operar el sistema de calefacción propuesto, tanto estuferos como cargadores y descargadores de estufas, es igual que la actual; aunque sí se modificaron los montos que se le pagan a partir del primero de enero de 2008. Los costos administrativos se presumen semejantes a los costos actuales.

Se resumen en el siguiente cuadro los costos correspondientes a personal que tendría el sistema propuesto, durante los cuatro meses promedio que dura la temporada; datos brindados por la cámara de tabaco de Salta.

Gastos en Personal <sup>32</sup>	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	TOTAL
Administrativo	713,75	713,75	713,75	713,75	2.855,00
Encargado	1.386,66	1.386,66	1.386,66	1.386,66	5.546,64
Estuferos	2.408,40	2.408,40	2.408,40	2.408,40	9.633,60
Carga de estufas	2.034,00	2.034,00	2.034,00	2.034,00	8.136,00
Descarga de estufas	1.900,40	1.900,40	1.900,40	1.900,40	7.601,60
Clasificado y Enfardado	1.080,00	1.080,00	1.080,00	1.080,00	4.320,00
<b>TOTAL GASTOS EN PERSONAL POR TEMPORADA</b>					<b>\$38.092,84</b>

Se analiza el consumo de gas durante el proceso de secado del tabaco que se tendría con la implementación del sistema de calefacción propuesto para una batería de 10 estufas.

Sabiendo que la demanda de energía calórica por estufado ronda las 8.426.958,57 Kcal y que el poder calorífico del metano, componente mayoritario en el gas natural es de 9.300 Kcal / m<sup>3</sup> se estarían consumiendo:

$$\begin{aligned}
 Q / \text{poder calorífico gas} &= 8.426.958,57 \text{ Kcal} / (9.300 \text{ Kcal/m}^3) \\
 &= 906,13 \text{ m}^3 \text{ de gas natural}
 \end{aligned}$$

Esta es la cantidad total de gas que se consumiría durante el proceso de curado de 12.000 Kg de tabaco Virginia en estufas *Bulk Curing*. En términos monetarios, considerando que el precio del m<sup>3</sup> de gas natural actualmente es de \$0,102155; el costo del secado sería:

<sup>32</sup> <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136711/norma.htm>

$$\begin{aligned} \text{Gas consumido} * \text{Costo del gas} &= 906,13 \text{ m}^3 * \$ 0,102155 / \text{m}^3 \\ &= \$ 92,5658 / \text{estufado} \end{aligned}$$

Resumiendo los costos operativos del nuevo sistema de calefacción, se tiene el siguiente cuadro.

Insumos y Gastos	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	TOTAL
Consumo de gas	3.980,33	4.072,90	3.980,33	3.980,33	16.013,88
Consumo eléctrico	4.158,87	3.958,77	4.688,86	8.458,92	21.265,42
Varios	500,00	500,00	500,00	500,00	2.000,00
<b>TOTAL INSUMOS Y GASTOS POR TEMPORADA</b>					<b>\$39.279,30</b>

Debe tener en cuenta que, a diferencia del sistema anterior, vamos a tener un costo de financiamiento del proyecto. A este fin, se considera un préstamo inicial de \$ 192.000,00<sup>33</sup>; suficiente como para afrontar la totalidad de la inversión; a una tasa de interés vigente del 10%<sup>34</sup> que deberá pagarse en cuotas anuales e iguales durante 5 años.

El monto de la cuota se calcula según:

$$C = P * (i * (1 + i)^n / ((1 + i)^n - 1))$$

Donde: C = cuota anual

P = monto del préstamo

i = tasa de interés

n = número de cuotas en que se servirá el crédito

Así calculada, la cuota anual del préstamo sería de \$ 50.649,12. Cabe aclarar que el monto de la cuota se prorrateó en los cuatro meses de estufado.

Insumos y Gastos	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	TOTAL
Costo financiero	12.662,28	12.662,28	12.662,28	12.662,28	50.649,12
<b>TOTAL COSTO FINANCIERO POR TEMPORADA</b>					<b>\$50.649,12</b>

Al sumar los costos de personal, insumos, gastos y costo financiero del sistema de calefacción propuesto, se tiene que el total por temporada es de:

<b>TOTAL PROPUESTO POR TEMPORADA = \$ 128.021,26</b>
--

Cabe aclarar que los costos de marketing del tabaco, no se consideran relevantes de comparación, ya que no se altera la cadena de comercialización y distribución utilizada en la actualidad.

<sup>33</sup> Ver Anexo Análisis de sensibilidad para otros montos tomados en crédito.

<sup>34</sup> Tasa de interés del Banco de la Nación Argentina para créditos vigente al 01-03-2008.

### Estimación del ahorro

Comparando los consumos resumidos en los cuadros precedentes, con los estimados del proyecto se verifica:

	Costos personal	Costos Ins / Gtos
Sistema Actual	48.432,44	80.328,17
Sistema Propuesto <sup>35</sup>	38.092,84	89.928,42
Diferencia SA - SP	1.0339,6	-9.600,25
<b>AHORRO POR TEMPORADA</b>		<b>\$ 739,35</b>

Este ahorro se da durante las primeras cinco temporadas, ya que a partir de la sexta se supone que el crédito se devolvió en su totalidad y por tanto, no se tiene el costo del pago de la cuota. El cuadro comparativo a partir de la sexta temporada sería:

	Costos personal	Costos Ins / Gtos
Sistema Actual	48.432,44	80.328,17
Sistema Propuesto	38.092,84	39.279,30
Diferencia SA - SP	1.0339,60	41.048,86
<b>AHORRO POR TEMPORADA</b>		<b>\$ 51.388,46</b>

Estos valores demuestran que el ahorro, durante los cinco años que se está pagando el crédito tomado de \$192.000 a una tasa del 10%; ronda el 0,57%, valor que se incrementa al 39,91% una vez cancelado el mismo<sup>36</sup>.

Se estima que por temporada, en un centro de diez estufas *Bulk Curing*, se están realizando en promedio 173 estufadas; con lo que el ahorro por estufada sería, los primeros cinco años:

**AHORRO POR ESTUFADA LOS 5 PRIMEROS AÑOS = \$ 4,27**

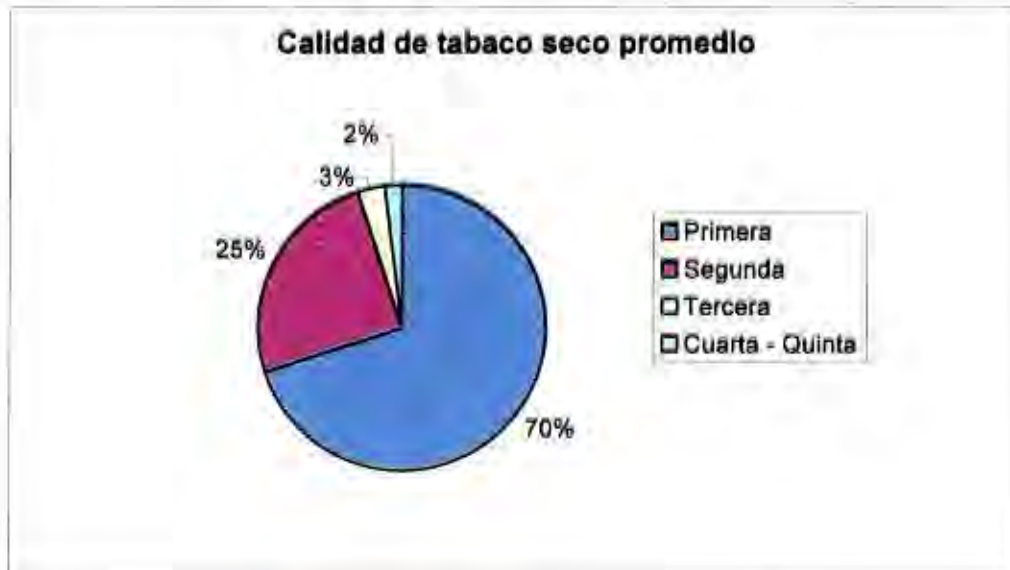
Luego de pagar el crédito, es decir, a partir del sexto año de implementación del sistema de calefacción propuesto, el ahorro por estufada sería:

**AHORRO POR ESTUFADA AL SEXTO AÑO = \$ 297,04**

<sup>35</sup> El costo financiero del sistema propuesto se lo computó como un costo de insumos y gastos.

<sup>36</sup> Se recomienda ver en el anexo Análisis de sensibilidad, las distintas posibilidades de combinación de crédito e inversión propia y la variación del ahorro correspondiente.

Si se tiene en cuenta que por curado se estarían produciendo 3.600 Kg de tabaco seco y que estadísticamente la calidad de un tabaco tipo ya secado, oscila según los valores del siguiente cuadro<sup>37</sup>:



y considerando que los precios del tabaco varían según estas características entre \$8,45 y \$1,27 se tendría que el ingreso promedio por estufa sería:

$$\left. \begin{array}{l}
 0,70 * 3.600 \text{ Kg} * 8,45 \text{ \$/Kg} = 21.294,00 \\
 0,25 * 3.600 \text{ Kg} * 6,89 \text{ \$/Kg} = 6.201,00 \\
 0,03 * 3.600 \text{ Kg} * 4,48 \text{ \$/Kg} = 483,84 \\
 0,02 * 3.600 \text{ Kg} * 1,27 \text{ \$/Kg} = 91,44
 \end{array} \right\} 28.070,28 \text{ \$/ estufado}$$

Sabiendo que los productores tabacaleros cubren sus costos con el 80% de este valor<sup>38</sup>; el 20% restante les resulta beneficio neto. Si de este beneficio, destinamos el 10% para nuevas inversiones y le adicionamos el ahorro operativo que produciría la implementación del sistema de calefacción propuesto, el flujo neto rondaría en:

$$0,20 * 28.070,28 * 0,10 + 297,04 = \$ 858,44$$

Que se traducen en un ahorro de:

$$858,44 \text{ \$ / estufado} * 173 \text{ estufados / campaña} = \$ 148.511,09 / \text{campaña}$$

<sup>37</sup> Cámara del Tabaco de Salta. Campaña 2005 – 2006.

<sup>38</sup> Productores tabacaleros de Salta y Jujuy. Campaña 2006 – 2007.

### Parámetros de evaluación

#### Período de Recupero

Solamente considerando como utilidad del proyecto el ahorro que se tendría con la implementación del sistema de calefacción alternativo, y sabiendo que:

$$\text{Período de Recupero} = I / \text{Rentabilidad}$$

$$\text{Rentabilidad} = \text{Utilidad} / \text{Inversión}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Período de Recupero} &= \text{Inversión} / \text{Utilidad} \\ &= 191.553,17 / 51.388,46 \\ &= 3,73 \rightarrow 4 \text{ años} \end{aligned}$$

**PERIODO DE RECUPERO = 4 años**

#### Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su VAN es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos los ingresos y egresos expresados en moneda actual. Este flujo para los primeros 10 años de la implementación del sistema de calefacción alternativo sería:

Proyecto	Períodos					
	0	1	2	3	4	5
Síst de Calefacción	-191553,17	51388,46	51388,46	51388,46	51388,46	51388,46

Proyecto	Períodos				
	6	7	8	9	10
Síst de Calefacción	51388,46	51388,46	51388,46	51388,46	51388,46

El valor actual neto del proyecto tomando el flujo anterior, a una tasa de descuento del 20%, se transcribe a continuación.

**VAN = \$23.891,51**

Como su valor es positivo, se infiere que el proyecto debiera aceptarse.

#### Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son

exactamente iguales a los reembolsos expresados en moneda actual, o lo que sería lo mismo que calcular la tasa que hace al VAN de un proyecto igual a cero.

Considerando el mismo flujo que en el VAN, el valor de la TIR sería:

<b>TIR = 23,60%</b>
---------------------

Este valor de TIR representa la tasa de interés máxima que un inversionista podría pagar sin perder dinero. Como la TIR calculada para nuestro proyecto es mayor que la tasa de descuento utilizada para el cálculo del VAN (20%) se deduce que el mismo debería aceptarse.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Este enfoque surge de la idea de dar a los consumidores y a la población en general, una mejora ambiental continua del servicio que brindará el proyecto, asociada a los menores costos futuros de una eventual reparación de los daños que se causaren sobre el medio ambiente.

Uno de los objetivos de este proyecto es garantizar el desarrollo sustentable, es decir, aumentar el patrimonio económico simultáneamente con el bienestar de los habitantes, asegurando la integridad del medio ambiente y la equidad y justicia entre las generaciones presentes y futuras.

Teniendo en cuenta que en la gestión de impacto ambiental se tiende a la búsqueda de un proceso continuo de mejoramiento del ambiente de toda la cadena de producción, el estudio comprendería la determinación de este impacto que ocasionara tanto el proveedor de los insumos por la extracción, producción, transporte y embalaje de la materia prima como el montaje, uso, conservación y mantenimiento del proyecto.

Una tipología de impacto ambiental permite identificar tres tipos<sup>39</sup> a saber:

1. Métodos cualitativos: identifican, analizan y explican los impactos positivos y negativos que podrían ocasionarse en el ambiente con la implementación del proyecto.
2. Métodos cualitativos numéricos: relacionan factores de ponderación en escalas de valores numéricos a las variables ambientales.
3. Métodos cuantitativos: determinan tanto los costos asociados a las medidas de mitigación total o parcial como los beneficios de los daños evitados, incluyendo ambos efectos dentro de los flujos de caja del proyecto que se evalúa.

Desde la perspectiva de la medición de la rentabilidad social de un proyecto, se deben cuantificar los beneficios y costos ambientales que la inversión ocasionará. Para esta determinación se puede recurrir a los siguientes métodos<sup>40</sup>:

- Método de valoración contingente: busca determinar la disposición a pagar de las personas por los beneficios que se espera produzca el proyecto.
- Método del costo evitado: considera que el costo asociado a una externalidad debe ser asumido por el proyecto que la ocasiona, para lo cual incorpora dentro de los costos, el gasto de subsanar el daño causado, o dentro de los beneficios, el costo que la inversión evitaría al resto de la comunidad.
- Método de precios hedónicos: busca determinar todos los atributos de un bien que podría explicar el precio que las personas están dispuestas a pagar por él.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se determina el impacto ambiental del proyecto empleando el método cualitativo, del cual surgen:

<sup>39</sup> Preparación y evaluación de proyectos 4ª edición. Nassir Sapag Chaín y otros. 2000. Pág. 29

<sup>40</sup> Preparación y evaluación de proyectos 4ª edición. Nassir Sapag Chaín y otros. 2000. Pág. 30

Impactos Positivos	Impactos Negativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se minimiza el uso de combustible para proporcionar el calor necesario para el proceso de secado.</li> <li>• Se minimizan las emanaciones de CO<sub>2</sub> y CO que tienen los quemadores individuales.</li> <li>• El impacto visual no resulta relevante.</li> <li>• Sistema aislado, lo que evita derrames o pérdidas durante el proceso, además de minimizar la contaminación por calentamiento.</li> <li>• El impacto social es positivo por cuanto no desplaza Mano de Obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se emplea aceite térmico para la calefacción, sustancia tóxica, combustible y que flota en el agua.</li> <li>• Riesgo de derrames o pérdidas durante el mantenimiento del proyecto</li> </ul>

Entre los riesgos toxicológicos que puede ocasionar la utilización del aceite como fluido térmico y sus síntomas, se mencionan:

Físico / Químicos	Toxicológicos (síntomas)
Líquido combustible.	<p>Inhalación: los vapores y nieblas de aceites en exposiciones cortas provocan irritación del sistema respiratorio. Exposiciones prolongadas pueden ocasionar fibrosis pulmonar.</p> <p>Ingestión: la absorción intestinal es muy limitada. La ingestión accidental de grandes cantidades provoca irritación del aparato digestivo, náuseas, vómitos y diarrea.</p> <p>Contacto con piel: la toxicidad percutánea es muy baja en contactos cortos. Contactos prolongados provocan escozor, irritación e incluso dermatitis por eliminación de las grasas naturales.</p> <p>Contacto con los ojos: la exposición repetida a vapores o al líquido puede causar irritación.</p>
Flota en el agua. Puede obstruir desagües y tomas de agua.	Efectos tóxicos generales: irritación por contacto de líquidos y por inhalación prolongada de vapores o nieblas.

Ante un incendio se deben tener en cuenta las siguientes medidas de lucha:

- Medios de extinción: espumas, polvo químico, CO<sub>2</sub>. NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO
- Contraindicaciones: NP
- Productos de combustión: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO (en caso de combustión incompleta)
- Medidas especiales a tomar: mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con productos. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan
- Peligros especiales: NP
- Equipos de protección: prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

Ante una contingencia, como un derrame de aceite, se tuvieron en cuenta los puntos posibles de pérdida del fluido; concluyendo que son las uniones los más probables. Debido a esto, el proyecto contempla colocar bateas de contención bajo la caldera, las bombas, los radiadores y las juntas; lo que impediría el derramamiento del fluido al suelo y la contaminación que esto ocasionaría. El aceite derramado sería almacenado en contenedores para su posterior utilización o bien para ser entregados a las empresas encargadas de su disposición final. Igualmente, en caso de vertido accidental, se debieran tener en cuenta las siguientes medidas:

- Precauciones para el medio ambiente: peligro de contaminación física importante en caso de vertido (litorales costeros, suelos, etc.) debido a su flotabilidad y consistencia oleosa
- Evitar la entrada de producto en alcantarillas y tomas de agua.
- Detoxificación y limpieza: para derrames pequeños, secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación. En derrames grandes, evitar la extensión del líquido con barreras y retirar posteriormente el producto.
- Precauciones personales: evitar el contacto prolongado con el producto o con las ropas contaminadas y la inhalación de vapores o nieblas
- Protección personal: durante la operación de limpieza deben usarse ropa de protección adecuada, guantes y gafas.

En cuanto a la manipulación y almacenamiento se deben considerar:

- Manipulación: como precauciones generales, evitar el contacto prolongado y la inhalación prolongada de vapores o nieblas del producto. Durante el trasvase evitar el contacto con el aire, usar bombas y conexiones con toma de tierra para evitar generar cargas electrostáticas. En caso de contaminación del aire en el lugar de producción o trabajo, este debe ser filtrado antes de eliminarlo. Como condiciones específicas, en el trasvase, se recomienda el empleo de guantes, visores o gafas para evitar salpicaduras. No soldar o cortar en zonas próximas a recipientes llenos del producto. Con recipientes vacíos seguir precauciones similares. Antes de hacer cualquier reparación en un tanque, asegurarse de que está correctamente purgado y lavado.
- Almacenamiento: en cuanto a la temperatura y productos de descomposición, la combustión incompleta del producto puede producir CO y otras sustancias asfixiantes. Reacciones peligrosas NP. Condiciones de almacenamiento, guardar el producto en recipientes cerrados y etiquetados. Mantener los recipientes en lugar fresco y ventilado, alejados del calor y de fuentes de ignición. No fumar, soldar o realizar cualquier tipo de actividad que provoque la formación de llamas o chispas en el área de almacenamiento. Mantener alejado de oxidantes fuertes.

Ya que el aceite es considerado como residuo peligroso para la ley N° 7.070 de Protección del Medio Ambiente de la provincia de Salta, se estima prudente que para mayor información sobre las características de este fluido, se anexe su ficha de datos de seguridad.

Cabe destacar que el proyecto contempla que debido al cambio de sistema de calefacción, los quemadores e intercambiadores utilizados en la actualidad quedarían en desuso y por tanto, se prevé la disposición de los mismos (chatarra) y la limpieza del predio.

En cuanto a la rentabilidad social del proyecto, cuantificando los costos y beneficios ambientales según el método de valoración contingente, se determina que es un proyecto rentable por cuanto los destinatarios del mismo se encuentran dispuestos a pagar por el proyecto y sus beneficios.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Al ser el presente un proyecto de investigación que aún no se puso en marcha, no se obtuvieron resultados experimentales del mismo.

Sin embargo, los valores obtenidos de demanda calórica y transferencia térmica se calcularon con márgenes de seguridad lo suficientemente holgados como para absorber desviaciones que pudieran surgir en la práctica.

Los valores máximos de temperatura de trabajo del aceite a utilizar en el proyecto junto con su composición y propiedades físicas y químicas, se obtuvieron de su respectiva hoja de seguridad citada en el Anexo y por tanto no se ensayaron.

Las características técnicas y operacionales de los restantes elementos del sistema de calefacción propuesto, se obtuvieron de sus correspondientes catálogos y en consecuencia, se tomaron como ciertos.

## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A niveles operativos, queda claro que un sistema centralizado de calefacción presenta mejores condiciones de funcionamiento, debido a que el calentamiento se produce en forma pareja y con mejor regulación general; ocupa menor espacio total; no necesita de cañerías de gas para distribución individual de combustibles a cada estufa; resulta mucho más económico en cuanto a costo de instalación; además de mejorar el rendimiento calórico debido a que las pérdidas por los generadores de calor son menores.

Un sistema como el propuesto en el presente trabajo, donde se tiene un sistema centralizado de calefacción alternativo, cuya fuente de generación de calor es una caldera de aceite térmico, optimiza el aprovechamiento de energía calórica y disminuye los costos de funcionamiento y mantenimiento debido a su mayor rendimiento térmico y construcción robusta; puede funcionar de acuerdo al requerimiento de cada estufa y ser regulado en función de su uso particular mediante el uso de válvulas solenoides a la entrada de cada radiador.

La utilización de aceite como fluido térmico, posibilita trabajar a temperaturas de 180°C sin desarrollar presión, situación que operando con vapor de agua elevaría la misma a 10,10 Kg/cm<sup>2</sup>; en consecuencia, se minimizan los riesgos que ésta ocasiona, además de requerir de un menor espacio físico y menores inversiones en equipamiento por las dimensiones que debieran tener.

El hecho de tener dos bombas conectadas en by pass minimiza el riesgo de tener que parar el curado por falta de circulación del fluido térmico; igualmente si se llegara a cortar el suministro eléctrico, la mayoría de las fincas cuentan con grupos generadores que podrían hacer trabajar tanto los ventiladores como las bombas ante una contingencia como ésta.

Los radiadores utilizados como unidades terminales optimizan la disipación del calor gracias a su mayor superficie de contacto. Válvulas solenoides regulan el pasaje o no del fluido a través de los radiadores, según la demanda calórica que tenga cada estufa.

La implementación del proyecto significa menores costos de insumos aplicados al proceso de curado de tabaco (gas natural) y la minimización de emisiones resultantes de la combustión necesaria para el secado (CO<sub>2</sub> y CO); al ser un sistema aislado se evitan los derrames o pérdidas de fluido durante el proceso y se reduce la contaminación por calentamiento.

Se anexa la ficha de seguridad del aceite Cauquén 9 para que ante cualquier contingencia, ya sea derrame o incendio, puedan tomarse las medidas necesarias para combatirla.

El impacto social del proyecto no resulta significativo por cuanto no desplaza mano de obra, ya que continúa resultando imprescindible la presencia del estufero a lo largo del proceso.

En cuanto al estudio económico, si se tiene en cuenta que la inversión total ronda los \$192 000 y se considera que solamente con los ahorros, ese monto puede ser recuperado en 4 campañas, resulta más que beneficiosa la implementación de este sistema de calefacción alternativo.

Suponiendo la solicitud de crédito, a tasa del 10% anual, para financiar la totalidad de la inversión, a pagar en cinco cuotas anuales e iguales, de \$ 50.649,12; durante los años de pago el total presupuestado por temporada; sumando los costos de personal, insumos, gastos y costo financiero del sistema propuesto; es de \$ 128.021,26 que comparados con los \$ 128.760,61 actuales se tendría un ahorro de \$ 739,35 que a partir de la cancelación del crédito se incrementa a \$51.388,46 por temporada.

Cabe aclarar que los costos de marketing del tabaco, no se consideran relevantes de comparación, ya que no se altera la cadena de comercialización y distribución utilizada en la actualidad.

Considerando una tasa de descuento del 20% y el flujo económico proyectado a 10 años, se verifica que el VAN es de \$ 23.891,51 y el valor de la TIR para el mismo período es de 23,60%.

El hecho de que este proyecto pueda contribuir al desarrollo sustentable, económico y social de nuestra provincia y se pueda extender a las demás regiones tabacaleras del país, significa un gran avance no sólo en materia de investigación y recopilación de datos, sino también, un puntapié para futuras investigaciones del tema.

No cabe duda, que los adelantos tecnológicos e informáticos que se suceden a diario podrán contribuir de manera elemental al desarrollo del proyecto, mediante nuevos aportes, como la automatización del proceso, considerando que es éste, el paso siguiente a la implementación del presente sistema de calefacción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Nestor Pedro Quadri. 1986. Instalaciones de Aire Acondicionado y Calefacción. 574 páginas. Librería y Editorial Alsina. I.S.B.N. 950-553-024-2
- Raúl R. Llobera. 1976. Instalaciones Térmicas Calefacción Ventilación, Refrigeración, Agua Caliente, Aire Acondicionado. 390 páginas. Editorial Cesarini Hnos
- Nassir Sapag Chain y otros. 2000. Preparación y evaluación de proyectos 4ª edición. 439 páginas. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de Chile Ltda. I.S.B.N. 956-278-088-0
- Miguel Santesmases Mestre y otros. 2001. 1091 páginas. Marketing Conceptos y estrategias. Editorial Pirámide. I.S.B.N. 84-368-1469-X
- William F. Smith. 2004. Ciencia e Ingeniería de Materiales 3ª edición. 570 páginas. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España, S.A.U. I.S.B.N. 84-481-2956-3
- Rumor C. Strohmenger. 1972. Calefacción – Ventilación, Acondicionamiento, Instalaciones Sanitarias. 480 páginas. Editorial Científico – Médica. Depósito Legal 21.123 – 1972
- S. Belakhowsky. 1969. Calefacción y Climatización. 430 páginas. Editorial Serie Politécnica – Paraninfo. Depósito Legal Z. 1.1969
- R. Perry. 2001. Manual del Ingeniero Químico. 6ª edición. Tomo 1. Editorial Mc Graw Hill. I.S.B.N. 0-07-049479-7
- E. Obert y otro. 1965. Elementos de termodinámica y transferencia de calor. 632 páginas. Compañía Editorial Continental S.A. Card Number 61-11653
- Cengel Yunus y otro. 2004. Termodinámica. 4ª edición. 823 páginas. Editorial Mc Graw Hill. I.S.B.N. 970-10-3966-1
- Young H.D. 1966. Fundamentos de mecánica y calor. 621 páginas. Editorial Mc Graw Hill Company. Depósito Legal M 17.591-1965. Nº Registro 6651-65
- Sears F.W. 1955. An introduction to thermodynamics, the kinetic theory of gases and statistical mechanics. 2ª edición. 374 páginas. Addison – Wesley Publishing Company Inc. Library of Congress Catalog Nº 52 – 12053
- Smith J.M. Van Ness H.C. y otros. 2006. Introducción a la termodinámica en ingeniería química. 6ª edición. 837 páginas. Editorial Mc Graw Hill. I.S.B.N. 970-10-3647-6
- Reynolds W.C. 1965. Thermodynamics. 458 páginas. Mc Graw Hill Inc. Library of Congress Catalog Card Nº 64-22461
- Virgil Moring Faires. 1995. Termodinámica. Editorial UTHEA
- Abbot M.M. y otro. 1975. Termodinámica. 355 páginas. Editorial Mc Graw Hill. I.S.B.N. 0-07-091951-8
- Holman J.P. 1963. Heat Transfer. 297 páginas. Mc Graw Hill Book Company Inc. Library of Congress Catalog Card Nº 62-21902
- Giedt W.H. 1957. Principles of Engineering heat transfer. 372 páginas. Lancaster Press Inc. Library of Congress Catalog Card Nº 57-6968
- Mc Adams W.H. 1964. Transmisión de calor. 557 páginas. Mc Graw Hill Book Company Inc. Card Nº 819-64
- Van Wylen Sonntag. 1998. Fundamentos de termodinámica. Editorial CRAT
- Zemansky M.W. 1957. Heat and thermodynamics. 484 páginas. Mc Graw Hill Book Company Inc. Library of Congress Catalog Card Nº 56-10336
- Ley Nº 7 070 de protección del medio ambiente de la provincia de Salta.

# ANEXOS

## SITUACIONES ESPECIALES

### • Tabaco sobremaduro

La hoja entra a la estufa con un amarillamiento pronunciado por efecto de retrasos en la cosecha (hoja pasada) por lo cual debe iniciarse la estufada con temperatura superior a la normal (38 a 40 °C) ya que prácticamente no hay pigmentos verdes y lo que se persigue con mayor temperatura es reducir rápidamente la humedad de la hoja, antes que se manche.

De estar toda la estufada cargada con tabaco de este tipo, deben abrirse parcialmente ventilaciones y sombrero durante el amarillamiento.

### • Tabaco con crecimiento vigoroso

Este tipo de tabaco es el que mayores problemas ocasiona al tabacalero, ya que normalmente produce hojas castañas o muy manchadas. La diferencia principal es el exceso de humedad en una hoja de poco cuerpo, ya que el crecimiento vigoroso está ligado a una mayor fertilidad por mayor nivel de nitrógeno en el suelo, producido sobretodo, en períodos de intensas lluvias y en suelos de textura fina.

La estufada debe iniciarse con temperatura más bien alta (38°C) con la finalidad de hacer perder de forma más rápida el exceso de humedad en la hoja. Debe cuidarse que la temperatura no pase los 42°C para no fijar las tonalidades verdosas.

Lo mismo que con el tabaco sobremaduro, debe efectuarse el amarillamiento con ventilaciones y sombrero parcialmente abiertos para eliminar el exceso de humedad. Durante el secado de la nervadura, deben evitarse las caídas de temperatura que ocasionan en este tipo de tabaco, el manchado de la lámina a lo largo de aquella, debido a que es más succulenta que las hojas normales.

### • Tabaco mojado

Esta condición de tabaco es casi normal en la época de cosecha en las provincias de Salta y Jujuy. En la estufada debe eliminarse el exceso de agua, iniciando con una temperatura algo superior a la normal (38°C) y dejando totalmente abiertos ventilaciones y sombreros para que sea eliminada el agua excedente de las hojas. Con aproximadamente 8 horas de ventilación se normaliza la situación.

Cuando no se procede de la manera especificada anteriormente, a baja temperatura puede haber desarrollo de hongos y durante la fijación de color un exceso de humedad que manche la hoja.

### • Tabaco producido en tiempo seco

En el noroeste argentino la cosecha de tabaco Virginia se inicia a fines de noviembre y continúa hasta fines de marzo. Las primeras cosechas normalmente coinciden con un periodo de pocas lluvias, baja humedad relativa y altas temperaturas. El tabaco cosechado en ese periodo tiende a ser de estructura más cerrada y de menor porcentaje de humedad, lo que hace necesario muchas veces, el riego del suelo de la estufa para lograr una humedad relativa adecuada para el amarillamiento.

Durante este periodo, la estufa debe mantenerse completamente cerrada y el amarillamiento debe hacerse a temperatura más bien baja (34 – 35°C). En la fijación del color se dará menor ventilación que para el tabaco normal.

### • Tabaco manchado por hongos

Se hace referencia especial a las manchas castañas producidas por *Alternaria Temis*. El amarillamiento se hará a temperatura más alta que la normal (38 – 40°C) iniciándose con ventilación medianamente abierta; por lo general se trata de tabaco que por efecto de la

infección tiende a madurar más rápidamente la lámina que el peciolo y sus alas (base de la hoja).

■ **Tabaco inmaduro**

Esta condición de tabaco es distinta a las anteriores y normalmente no se debe cosechar. Por sus características es de muy baja calidad, dando lugar a tabacos grises, muchas veces rechazados por los compradores. El curado debe realizarse a temperaturas bajas.

## DEFECTOS DEL CURADO EN TABACO VIRGINIA

### • Moteado verdoso o marrón

Este defecto se registra principalmente, en las hojas bajas y se reconoce por un conjunto de pequeñas puntuaciones irregulares de color gris verdoso, sobre la lámina de la hoja.

Estas puntuaciones o pequeñas manchas, se producen como consecuencia de un alto porcentaje de humedad y pobre circulación de aire (estufas o cañas cargadas en exceso) durante el periodo de amarillamiento. Estas puntuaciones pueden cambiar a un color castaño oscuro cuando a las condiciones anteriores se les suma una alta temperatura de amarillamiento (más de 40°C). Hojas con tales características son clasificadas en 4<sup>a</sup> B o de rechazo.

### • Tabaco gris

Defecto muy visible en la hoja de tabaco curada cuando se realiza el amarillamiento con alto porcentaje de humedad o cuando se alarga el período de amarillamiento en esas condiciones.

Este defecto es más marcado cuando se trata de hojas inmaduras y también con aquellas provenientes de plantaciones asentadas en suelos con altos valores de sales (principalmente cloruro de sodio). El defecto se observa más en hojas delgadas de la porción inferior de la planta, que en hojas de más cuerpo del tercio superior y se produce más en épocas de sequía.

La solución para evitar este problema es cosechar hojas de maduración muy uniforme, con lo cual se evitará el sobreamarillamiento.

### • Tabaco pálido

Este problema es el resultado de plantaciones con déficit de fertilización (nitrógeno o magnesio) o de competencia, por alta densidad de plantas o malezas. También puede ser el resultado de hojas sobremaduras o características normales de algunas variedades.

Los tabacos plantados en suelos arenosos, con deficiencia de magnesio dan un tipo de hoja muy pálida, que se acentúa en épocas de lluvias y que llevada a estufa, produce una hoja curada de tonalidades blanquecinas y falta de aroma.

Este tipo de tabaco al igual que el gris, es calificado como 4<sup>a</sup> B.

### • Tabaco con manchas rojizas

El secado de nervadura normalmente, se realiza a 75°C, pero cuando se excede esa temperatura por algunas horas, aparecen en la lámina puntuaciones y manchas rojas anaranjadas que son efecto de la caramelización de los azúcares de la hoja. Tabaco con tales manchas no es deseado por la industria ya que le confiere características desagradables al cigarrillo (gusto amargo).

Este defecto se da más en algunas variedades que en otras, lo cual también es de origen genético. El tabaco con tales características es de un mayor valor en normicotina que la hoja normalmente curada.

### • Marronamiento a ambos lados de la nervadura central

Este defecto se produce cuando se registra una caída de la temperatura (enfriamiento) cuando aún no se completó el secado de la nervadura central, dando lugar a una transferencia de agua de la nervadura hacia la lámina, que ya está seca, produciendo bandas castañas, de no más de un centímetro a lo largo de aquella.

☛ Tabaco verdoso

Este tipo de tabaco se obtiene cuando hay desuniformidad en la cosecha de la hoja mezclándose hojas maduras, sobremaduras y verdes. Estas últimas no alcanzan a cambiar su total tonalidad durante el estufado, quedando tonalidades verdosas en la lámina, principalmente hacia la base de la hoja.

Si se trata de tonalidad verdosa clara, la misma puede cambiar por efecto del calchado, pero si son más intensas, es tabaco no comercializable. También se puede producir cuando el amarillamiento se hace a temperaturas elevadas (más de 38°C) y baja humedad.

☛ Tabaco castaño

El tabaco en el proceso de estufado, por efectos de la alta humedad y relativamente baja temperatura, cambia el color verde normal por el amarillo. El manchado castaño del tabaco Virginia se produce cuando en la fijación del color el porcentaje de humedad relativa, después de los 54°C es superior al 38%.

Defecto igual se registra cuando en esta etapa, se produce un enfriamiento prolongado de la estufa (caída de temperatura) o cuando se carga hoja sobremadura. Es un tabaco de poco peso y pobres características fumables. Se produce más en las hojas de poco cuerpo y cuando la estufa está tan cargada que impide una adecuada ventilación.

☛ Tabaco *toady* o cuero de sapo

Este tipo de hoja curada se caracteriza por ser lisa, gruesa, marrón – grisáceo, de grano pobre y seco. Su mayor presencia está relacionada con la variedad, capado alto y deficiencia de nitrógeno. Este tipo de hoja se da con mayor frecuencia en la parte superior de la planta y la solución es capar más bajo y aumentar la fertilización nitrogenada donde el análisis del suelo así lo indica.

☛ Tabaco *sponged*

Es un defecto de la coloración de la hoja producido por un suave matiz castaño que cubre toda o parte de la lámina y que se registra cuando se prolonga demasiado el período de amarillamiento. No debe confundirse con los llamados tabacos grises, que son de inferiores características.

☛ Podredumbre de estufa

Cuando el tabaco se cosecha en tiempo muy húmedo y no se efectúa una ventilación inicial para disminuir el exceso de humedad, proliferan organismos saprófitos (*botryosporium pulchrum*, *botrytis cinerea*, *aspergillus sp.*, *penicillum sp* y *rhizopus arrhizus*) que desarrollan y provocan la pudrición parcial o total de la hoja, quitándole las características comercializables.

## ACEITES DE TRANSFERENCIA TÉRMICA

### • Cauquén 1 y Cauquén 9

Son aceites minerales altamente refinados utilizados como fluidos de transferencia térmica en sistemas cerrados de calefacción, manteniendo sus propiedades a media o alta temperatura durante largo tiempo.

El aceite Cauquén 1 es de media viscosidad y excelente capacidad de intercambio calórico. Puede ser usado hasta 290 °C.

La variedad Cauquén 9 es de baja viscosidad, muy buena estabilidad térmica y se emplea por lo general, cuando se requiere una mayor eficiencia térmica pudiendo ser utilizado hasta los 240°C.

De ser utilizados en sistemas abiertos la temperatura máxima deberá encontrarse 30°C por debajo de los respectivos puntos de inflamación.

A continuación se detallan los análisis típicos para estos dos aceites.

Ensayos	Unidad	Método ASTM	Cauquén 1	Cauquén 9
Viscosidad a 40 °C	cSt	D-445	33	10
Índice de viscosidad	---	D-2270	95	88
Pto. de inflamación	°C	D-92	215	160
Corrosión s/Cu	---	D-130	1 a	1 a

Estos productos se comercializan en envases de 205 litros y a granel; el precio del tambor (205 l) es de \$1.050 tanto de Cauquén 1 como Cauquén 9.

Al ser productos refinados no presentan riesgos para la salud y la seguridad, siempre que su uso sea el recomendado. Sin embargo, en caso de ingestión, no inducir al vómito; suministrar leche o agua que contengan carbón activado. Por ser productos volátiles el riesgo de inhalación es mínimo. En caso de salpicaduras en los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua. Pueden considerarse inocuos con piel normal y sana en contactos breves; asimismo, se recomienda lavar la zona con abundante agua y jabón, y el uso de cremas protectoras cuando se considere necesario. Es recomendable utilizar guantes apropiados durante su manipulación.

El medio de extinción ante un incendio es polvo químico o espuma; de contarse con extintores, puede usarse arena o tierra para fuegos de poca magnitud. En ningún caso utilizar chorro de agua ya que puede extender el fuego.

En caso de derrames se procederá a ventilar el área contaminada y se realizará su absorción con arena, tierra o material similar y su disposición final será de acuerdo a las normativas vigentes.

### • Turbina R

Son aceites minerales elaborados con bases sometidas a un alto grado de refinación y elevado tratamiento, que le otorgan las características adecuadas para su aplicación en turbinas, utilizándose también para transferencia térmica.

Entre sus atributos pueden citarse la alta resistencia a la oxidación, gran capacidad para separar el agua, excelente protección anti corrosiva y buen comportamiento frente a la oclusión de aire y formación de espuma.

A continuación se detallan los análisis típicos para este aceite en sus variedades 32, 46, 68, 78 y 100.

Ensayos	Unidad	Método ASTM	TR 32	TR 46	TR 68	TR 78	TR 100
ISO V.G.	----	----	32	46	68	----	100
Viscosidad a 40°C	cSt	D-445	31.5	44	66	79	101.5
Índice de viscosidad	----	D-2270	95	95	95	95	95
Pto de inflamación	°C	D-92	210	215	220	225	230
Pto de escurrimiento	°C	D-97	-9	-9	-9	-9	-9
Herrumbre	----	D-665-B	pasa	pasa	pasa	pasa	pasa
Corrosión s/Cu	----	D-130	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a
Estabilidad a la oxidación	h	D-943	2500	2500	2500	2200	2200
Número de ácido	mgOH/g	D-974	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Emulsión a 54.4°C	minutos	D-1401	15	15	20	----	----
Emulsión a 82.2°C	minutos	D-1401	----	----	----	20	20
Evacuación de aire	minutos	D3427	4	5	6	8	10

Al ser productos refinados no presentan riesgos para la salud y la seguridad, siempre que su uso sea el recomendado. Sin embargo, en caso de ingestión, no inducir al vómito; suministrar leche o agua que contengan carbón activado. Por ser productos volátiles el riesgo de inhalación es mínimo. En caso de salpicaduras en los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua. Pueden considerarse inocuos con piel normal y sana en contactos breves; asimismo se recomienda lavar la zona con abundante agua y jabón, y el uso de cremas protectoras cuando se considere necesario. Es recomendable utilizar guantes apropiados durante su manipulación.

El medio de extinción ante un incendio es polvo químico o espuma; de contarse con extintores, puede usarse arena o tierra para fuegos de poca magnitud. En ningún caso utilizar chorro de agua ya que puede extender el fuego.

En caso de derrames se procederá a ventilar el área contaminada y se realizará su absorción con arena, tierra o material similar y su disposición final será de acuerdo a las normativas vigentes.

Este producto se comercializa en envases de 205 litros y a granel. El tambor tiene un precio de \$1.177 en cualquiera de sus variedades.

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD CAUQUÉN 1

### 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Empresa: REPSOL YPF – Dirección Lubricantes Latinoamérica  
Dirección: Tucumán 744 Piso 7º CP 1049 buenos Aires – Argentina  
Teléfono: (5411) 43268464  
Fax: (5411) 43292000  
Teléfono de Emergencia: (54221) 4298615

Nombre comercial: Cauquén I  
Nombre químico: Aceite lubricante  
Sinónimos: Aceite de temple de baja velocidad de enfriamiento, para aceros rápidos.  
Fórmula: Mezcla compleja de hidrocarburos y aditivos.  
Nº CAS: NP  
Nº CE (EINECS): NP  
Nº Anexo I (67/548/CEE): NP

### 2. COMPOSICIÓN

Composición general: mezcla de aceite mineral parafínico y aditivo antioxidante para alta temperatura. Formulación compleja de hidrocarburos saturados con un número de carbonos dentro del intervalo de C<sub>12</sub>-C<sub>50</sub>. La base lubricante contiene menos del 2% de PCA's (extracto DMSO medido según IP 346)

Componentes peligrosos: NP

### 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Físico / Químicos	Toxicológicos (síntomas)
Líquido combustible.	Inhalación: los vapores y nieblas de aceites en exposiciones cortas provocan irritación del sistema respiratorio. Exposiciones prolongadas pueden ocasionar fibrosis pulmonar. Ingestión: la absorción intestinal es muy limitada. La ingestión accidental de grandes cantidades provoca irritación del aparato digestivo, náuseas, vómitos y diarrea. Contacto con piel: la toxicidad percutánea es muy baja en contactos cortos. Contactos prolongados provocan escozor, irritación e incluso dermatitis por eliminación de las grasas naturales. Contacto con los ojos: la exposición repetida a vapores o al líquido puede causar irritación.
Flota en el agua. Puede obstruir desagües y tomas de agua.	Efectos tóxicos generales: irritación por contacto de líquidos y por inhalación prolongada de vapores o nieblas.

### 4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno. Solicitar asistencia médica.

Ingestión / Aspiración: NO INDUCIR AL VÓMITO. Si el afectado está consciente, suministrarle agua o leche. Solicitar asistencia médica.

Contacto piel: lavar las partes afectadas con agua y jabón.

Contacto ojos: lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos. Solicitar asistencia médica.

Medidas generales: solicitar asistencia médica.

## 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción: espumas, polvo químico, CO<sub>2</sub>. NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.

Contraindicaciones: NP

Productos de combustión: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO (en caso de combustión incompleta)

Medidas especiales a tomar: mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con productos. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan.

Peligros especiales: NP

Equipos de protección: prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

## 6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones para el medio ambiente: peligro de contaminación física importante en caso de vertido (litorales costeros, suelos, etc.) debido a su flotabilidad y consistencia oleosa. Evitar la entrada de producto en alcantarillas y tomas de agua.

Detoxificación y limpieza: para derrames pequeños, secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación. En derrames grandes, evitar la extensión del líquido con barreras y retirar posteriormente el producto.

Precauciones personales: evitar el contacto prolongado con el producto o con las ropas contaminadas y la inhalación de vapores o nieblas.

Protección personal: durante la operación de limpieza deben usarse ropa de protección adecuada, guantes y gafas.

## 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación: como precauciones generales, evitar el contacto prolongado y la inhalación prolongada de vapores o nieblas del producto. Durante el trasvase evitar el contacto con el aire, usar bombas y conexiones con toma de tierra para evitar generar cargas electrostáticas. En caso de contaminación del aire en el lugar de producción o trabajo, este debe ser filtrado antes de eliminarlo. Como condiciones específicas, en el trasvase, se recomienda el empleo de guantes, visores o gafas para evitar salpicaduras. No soldar o cortar en zonas próximas a recipientes llenos del producto. Con recipientes vacíos seguir precauciones similares. Antes de hacer cualquier reparación en un tanque, asegurarse de que está correctamente purgado y lavado.

Almacenamiento: en cuanto a la temperatura y productos de descomposición, la combustión incompleta del producto puede producir CO y otras sustancias asfixiantes. Reacciones peligrosas NP. Condiciones de almacenamiento, guardar el producto en recipientes cerrados y etiquetados. Mantener los recipientes en lugar fresco y ventilado, alejados del calor y de fuentes de ignición. No fumar, soldar o realizar cualquier tipo de actividad que provoque la formación de llamas o chispas en el área de almacenamiento. Mantener alejado de oxidantes fuertes.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Equipos de protección personal: protección respiratoria, el producto es poco volátil a temperatura ambiente y no presenta riesgos especiales; en presencia de aceites calientes usar protección respiratoria. Protección cutánea, guantes impermeables al producto (no usar gomas naturales ni de butilo). Protección ocular, ante el riesgo de salpicaduras. Otras protecciones, duchas y lavavojos en el área de trabajo.

Precauciones generales: evitar el contacto prolongado y la inhalación de vapores y nieblas del producto. Sistema de extracción de vapores cercano al lugar de generación.

Prácticas higiénicas en el trabajo: las botas o zapatos contaminados deben desecharse. La ropa impregnada de producto no debe lavarse junto con otras prendas. Seguir las medidas de cuidado e higiene de la piel, lavando con agua y jabón y aplicando cremas protectoras.

Controles de exposición: TLV/TWA (ACGIH): 5 mg/m<sup>3</sup> (nieblas de aceite mineral).

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: líquido aceitoso

Color: 1 máx. (ASTM D-1500)

pH: NP

Olor: lubricante

Intervalo de ebullición: >400°C (ASTM D-1160)

Punto de congelación: -21°C máx. (ASTM D-97)

Punto de inflamación/Inflamabilidad: 215°C mín. (ASTM D-92)

Propiedades explosivas: NP

Propiedades comburentes: NP

Presión de vapor: <0.1 mm Hg a 25°C

Hidrosolubilidad: insoluble.

Solubilidad: en disolventes orgánicos.

Otros datos relevantes: viscosidad a 40°C: 32 cSt típico (ASTM D-445); índice de viscosidad: 85 mín (ASTM D-2270)

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: estable a temperatura ambiente.

Condiciones a evitar: exposición a llamas.

Incompatibilidad: oxidantes fuertes.

Productos de descomposición peligrosos: la combustión incompleta del producto puede producir CO y otras sustancias asfixiantes.

Riesgo de polimerización: NP

## 11. TOXICOLOGÍA

Vía de entrada: contacto con piel, ojos e inhalación. La ingestión es poco probable.

Efectos agudos y crónicos: no presenta efectos agudos adversos. Irritación por contacto de líquidos y por inhalación prolongada de vapores o nieblas. DL<sub>50</sub> > 5 g/kg (oral – rata) DL<sub>50</sub> > 5 g/kg (piel – rata)

Carcinogenicidad: clasificación IARC: grupo 3 el agente no es clasificable en cuanto a su carcinogenicidad para el hombre.

Toxicidad para la reproducción: no existen evidencias.

Condiciones médicas agravadas por la exposición: problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.

## 12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Forma y potencial contaminante: persistencia y degradabilidad; el material flota en agua, es viscoso y de consistencia oleosa; presenta un potencial de contaminación física elevado, sobre todo en caso de derrame en zonas costeras, ya que por contacto destruye la vida de organismos inferiores y dificulta la de animales superiores por disminución de los niveles de oxígeno disuelto, impidiendo además la correcta iluminación de los ecosistemas marinos, lo cual afecta a su normal desarrollo. No es fácilmente degradable. Movilidad / bioacumulación: no hay datos que indiquen que el producto presente problemas de bioacumulación en organismos vivos ni de incidencia en la cadena trófica alimenticia, aunque puede causar efectos negativos sobre el medio ambiente acuático a largo plazo, debido a su elevado potencial de contaminación física.

Efecto sobre el medio ambiente / ecotoxicidad: peligroso para la vida acuática en elevadas concentraciones (derrames)  $LL_{50} > 100$  mg/l (bases lubricantes)

## 13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN

Método de eliminación de la sustancia (excedentes): recuperación y reutilización de los aceites base cuando sea posible.

Residuos: líquidos y sólidos de procesos industriales. No intentar limpiar los bidones usados ya que los residuos son difíciles de eliminar. Deshacerse del bidón de una forma segura. Eliminación: en vertederos controlados e incineración. Evitar el vertido de los aceites al alcantarillado, ya que pueden provocar la destrucción de los microorganismos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Manipulación: contenedores sellados. Se deben manipular los residuos evitando el contacto directo. Disposiciones: los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir las disposiciones existentes relativas a la gestión de residuos u otras disposiciones municipales, provinciales y/o nacionales en vigor.

## 14. TRANSPORTE

Precauciones especiales: estable a temperatura ambiente y durante el transporte.

Información complementaria: Número de la ONU: NP; ADR/RID: no clasificado; IATA-DGR: no clasificado; IMDG: no clasificado.

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Clasificación: NP

Etiquetado: Símbolos: NP; Frases R: NP; Frases S: NP.

## 16. OTRAS INFORMACIONES

Bases de datos consultadas:

HSDB: US National Library of Medicine.

RTECS: US Dept. of Health & Human Services.

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Substances.

CHRIS: US Dept. of Transportation.

Normativa consultada:

Dir. 67/548/CEE de sustancias peligrosas (incluyendo enmiendas y adaptaciones en vigor)

Dir. 88/379/CEE de preparados peligrosos (incluyendo enmiendas y adaptaciones en vigor)

Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR)

Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID)  
Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG)  
Regulaciones de la organización internacional de aviación civil (ICAO) y de la asociación de transporte aéreo internacional (IATA) relativas al transporte de mercancías por vía aérea.

## GLOSARIO

CAS: Servicio de resúmenes químicos.

IARC: Agencia internacional para la investigación del cáncer.

TLV: Valor límite umbral.

TWA: Media ponderada en el tiempo.

STEL: Límite de exposición de corta duración.

REL: Límite de exposición recomendada.

PEL: Límite de exposición permitido.

MAK: Concentración máxima en el lugar de trabajo.

IDLH: Concentración inmediatamente peligrosa para la salud y la vida.

BEI: Índice de exposición biológica.

DL<sub>50</sub>: Dosis letal media.

CL<sub>50</sub>: Concentración letal media.

CE<sub>50</sub>: Concentración efectiva media.

CI<sub>50</sub>: Concentración inhibitoria media.

DBO: Demanda biológica de oxígeno.

NP: No pertinente.

La información que se suministra en este documento se ha recopilado en base a las mejores fuentes existentes y de acuerdo con los últimos conocimientos disponibles y con los requerimientos legales vigentes sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Esto no implica que la información sea exhaustiva en todos los casos. Es responsabilidad del usuario determinar la validez de esta información para su aplicación en cada caso.

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD CAUQUÉN 9

### 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Empresa: REPSOL YPF – Dirección Lubricantes Latinoamérica  
Dirección: Tucumán 744 Piso 7° CP 1049 buenos Aires – Argentina  
Teléfono: (5411) 43268464  
Fax: (5411) 43292000  
Teléfono de Emergencia: (54221) 4298615

Nombre comercial: Cauquén 9  
Nombre químico: Aceite lubricante  
Sinónimos: Aceite de transferencia térmica.  
Fórmula: Mezcla compleja de hidrocarburos.  
N° CAS: NP  
N° CE (EINECS): NP  
N° Anexo I (67/548/CEE): NP

### 2. COMPOSICIÓN

Composición general: aceite base mineral puro. Formulación compleja de hidrocarburos saturados con un número de carbonos dentro del intervalo de C<sub>12</sub>-C<sub>50</sub>. La base lubricante contiene menos del 2% de PCA's (extracto DMSO medido según IP 346)

Componentes peligrosos: NP

### 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Físico / Químicos	Toxicológicos (síntomas)
Líquido combustible.	Inhalación: los vapores y nieblas de aceites en exposiciones cortas provocan irritación del sistema respiratorio. Exposiciones prolongadas pueden ocasionar fibrosis pulmonar. Ingestión: la absorción intestinal es muy limitada. La ingestión accidental de grandes cantidades provoca irritación del aparato digestivo, náuseas, vómitos y diarrea. Contacto con piel: la toxicidad percutánea es muy baja en contactos cortos. Contactos prolongados provocan escozor, irritación e incluso dermatitis por eliminación de las grasas naturales. Contacto con los ojos: la exposición repetida a vapores o al líquido puede causar irritación.
Flota en el agua. Puede obstruir desagües y tomas de agua.	Efectos tóxicos generales: irritación por contacto de líquidos y por inhalación prolongada de vapores o nieblas.

### 4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno. Solicitar asistencia médica.

Ingestión / Aspiración: NO INDUCIR AL VÓMITO. Si el afectado está consciente, suministrarle agua o leche. Solicitar asistencia médica.

Contacto piel: lavar las partes afectadas con agua y jabón.

## 12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Forma y potencial contaminante: persistencia y degradabilidad; el material flota en agua, es viscoso y de consistencia oleosa; presenta un potencial de contaminación física elevado, sobre todo en caso de derrame en zonas costeras, ya que por contacto destruye la vida de organismos inferiores y dificulta la de animales superiores por disminución de los niveles de oxígeno disuelto, impidiendo además la correcta iluminación de los ecosistemas marinos, lo cual afecta a su normal desarrollo. No es fácilmente degradable. Movilidad / bioacumulación: no hay datos que indiquen que el producto presente problemas de bioacumulación en organismos vivos ni de incidencia en la cadena trófica alimenticia, aunque puede causar efectos negativos sobre el medio ambiente acuático a largo plazo, debido a su elevado potencial de contaminación física.

Efecto sobre el medio ambiente / ecotoxicidad: peligroso para la vida acuática en elevadas concentraciones (derrames)  $LL_{50} > 100$  mg/l (bases lubricantes)

## 13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN

Método de eliminación de la sustancia (excedentes): recuperación y reutilización de los aceites base cuando sea posible.

Residuos: líquidos y sólidos de procesos industriales. No intentar limpiar los bidones usados ya que los residuos son difíciles de eliminar. Deshacerse del bidón de una forma segura. Eliminación: en vertederos controlados e incineración. Evitar el vertido de los aceites al alcantarillado, ya que pueden provocar la destrucción de los microorganismos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Manipulación: contenedores sellados. Se deben manipular los residuos evitando el contacto directo. Disposiciones: los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir las disposiciones existentes relativas a la gestión de residuos u otras disposiciones municipales, provinciales y/o nacionales en vigor.

## 14. TRANSPORTE

Precauciones especiales: estable a temperatura ambiente y durante el transporte.

Información complementaria: Número de la ONU: NP; ADR/RID: no clasificado; IATA-DGR: no clasificado; IMDG: no clasificado.

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Clasificación: NP

Etiquetado: Símbolos: NP; Frases R: NP; Frases S: NP.

## 16. OTRAS INFORMACIONES

Bases de datos consultadas:

HSDB: US National Library of Medicine.

RTECS: US Dept. of Health & Human Services.

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Substances.

CHRIS: US Dept. of Transportation.

Normativa consultada:

Dir. 67/548/CEE de sustancias peligrosas (incluyendo enmiendas y adaptaciones en vigor)

Dir. 88/379/CEE de preparados peligrosos (incluyendo enmiendas y adaptaciones en vigor)

Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR)

Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID)  
Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG)  
Regulaciones de la organización internacional de aviación civil (ICAO) y de la asociación de transporte aéreo internacional (IATA) relativas al transporte de mercancías por vía aérea.

## GLOSARIO

CAS: Servicio de resúmenes químicos.  
IARC: Agencia internacional para la investigación del cáncer.  
TLV: Valor límite umbral.  
TWA: Media ponderada en el tiempo.  
STEL: Límite de exposición de corta duración.  
REL: Límite de exposición recomendada.  
PEL: Límite de exposición permitido.  
MAK: Concentración máxima en el lugar de trabajo.  
IDLH: Concentración inmediatamente peligrosa para la salud y la vida.  
BEI: Índice de exposición biológica.  
DL<sub>50</sub>: Dosis letal media.  
CL<sub>50</sub>: Concentración letal media.  
CE<sub>50</sub>: Concentración efectiva media.  
CI<sub>50</sub>: Concentración inhibitoria media.  
DBO: Demanda biológica de oxígeno.  
NP: No pertinente.

La información que se suministra en este documento se ha recopilado en base a las mejores fuentes existentes y de acuerdo con los últimos conocimientos disponibles y con los requerimientos legales vigentes sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Esto no implica que la información sea exhaustiva en todos los casos. Es responsabilidad del usuario determinar la validez de esta información para su aplicación en cada caso.

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD TURBINA R

### 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Empresa: REPSOL YPF – Dirección Lubricantes Latinoamérica  
Dirección: Tucumán 744 Piso 7º CP 1049 buenos Aires – Argentina  
Teléfono: (5411) 43268464  
Fax: (5411) 43292000  
Teléfono de Emergencia: (54221) 4298615

Nombre comercial: Turbina R

Nombre químico: Aceite lubricante.

Sinónimos: Aceite lubricante para turbinas de vapor e hidráulicas, turbogeneradores, turbobombas y reductores de turbinas especiales.

Fórmula: Mezcla compleja de hidrocarburos y aditivos.

Nº CAS: NP

Nº CE (EINECS): NP

Nº Anexo I (67/548/CEE): NP

### 2. COMPOSICIÓN

Composición general: mezcla de aceite mineral parafínico aditivado. Formulación compleja de hidrocarburos saturados con un número de carbonos dentro del intervalo de C<sub>12</sub>-C<sub>50</sub>. La base lubricante contiene menos del 2% de PCA's (extracto DMSO medido según IP 346). Contiene aditivo inhibidor de oxidación y herrumbre.

Componentes peligrosos: NP

### 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Físico / Químicos	Toxicológicos (síntomas)
Líquido combustible.	Inhalación: los vapores y nieblas de aceites en exposiciones cortas provocan irritación del sistema respiratorio. Exposiciones prolongadas pueden ocasionar fibrosis pulmonar. Ingestión: la absorción intestinal es muy limitada. La ingestión accidental de grandes cantidades provoca irritación del aparato digestivo, náuseas, vómitos y diarrea. Contacto con piel: la toxicidad percutánea es muy baja en contactos cortos. Contactos prolongados provocan escozor, irritación e incluso dermatitis por eliminación de las grasas naturales. Contacto con los ojos: la exposición repetida a vapores o al líquido puede causar irritación.
Flota en el agua. Puede obstruir desagües y tomas de agua.	Efectos tóxicos generales: irritación por contacto de líquidos y por inhalación prolongada de vapores o nieblas.

### 4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno. Solicitar asistencia médica.

Ingestión / Aspiración: NO INDUCIR AL VÓMITO. Si el afectado está consciente, suministrarle agua o leche. Solicitar asistencia médica.

Contacto piel: lavar las partes afectadas con agua y jabón.

Contacto ojos: lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos. Solicitar asistencia médica.

Medidas generales: solicitar asistencia médica.

## 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción: espumas, polvo químico, CO<sub>2</sub>, NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.

Contraindicaciones: NP

Productos de combustión: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO (en caso de combustión incompleta)

Medidas especiales a tomar: mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con productos. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan.

Peligros especiales: NP

Equipos de protección: prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

## 6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones para el medio ambiente: peligro de contaminación física importante en caso de vertido (litorales costeros, suelos, etc.) debido a su flotabilidad y consistencia oleosa. Evitar la entrada de producto en alcantarillas y tomas de agua.

Detoxificación y limpieza: para derrames pequeños, secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación. En derrames grandes, evitar la extensión del líquido con barreras y retirar posteriormente el producto.

Precauciones personales: evitar el contacto prolongado con el producto o con las ropas contaminadas y la inhalación de vapores o nieblas.

Protección personal: durante la operación de limpieza deben usarse ropa de protección adecuada, guantes y gafas.

## 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación: como precauciones generales, evitar el contacto prolongado y la inhalación prolongada de vapores o nieblas del producto. Durante el trasvase evitar el contacto con el aire, usar bombas y conexiones con toma de tierra para evitar generar cargas electrostáticas. En caso de contaminación del aire en el lugar de producción o trabajo, este debe ser filtrado antes de eliminarlo. Como condiciones específicas, en el trasvase, se recomienda el empleo de guantes, visores o gafas para evitar salpicaduras. No soldar o cortar en zonas próximas a recipientes llenos del producto. Con recipientes vacíos seguir precauciones similares. Antes de hacer cualquier reparación en un tanque, asegurarse de que está correctamente purgado y lavado.

Almacenamiento: en cuanto a la temperatura y productos de descomposición, la combustión incompleta del producto puede producir CO y otras sustancias asfixiantes. Reacciones peligrosas NP. Condiciones de almacenamiento, guardar el producto en recipientes cerrados y etiquetados. Mantener los recipientes en lugar fresco y ventilado, alejados del calor y de fuentes de ignición. No fumar, soldar o realizar cualquier tipo de

actividad que provoque la formación de llamas o chispas en el área de almacenamiento. Mantener alejado de oxidantes fuertes.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Equipos de protección personal: protección respiratoria, el producto es poco volátil a temperatura ambiente y no presenta riesgos especiales; en presencia de aceites calientes usar protección respiratoria. Protección cutánea, guantes impermeables al producto (no usar gomas naturales ni de butilo). Protección ocular, ante el riesgo de salpicaduras. Otras protecciones, duchas y lavavojos en el área de trabajo.

Precauciones generales: evitar el contacto prolongado y la inhalación de vapores y nieblas del producto. Sistema de extracción de vapores cercano al lugar de generación.

Prácticas higiénicas en el trabajo: las botas o zapatos contaminados deben desecharse. La ropa impregnada de producto no debe lavarse junto con otras prendas. Seguir las medidas de cuidado e higiene de la piel, lavando con agua y jabón y aplicando cremas protectoras.

Controles de exposición: TLV/TWA (ACGIH): 5 mg/m<sup>3</sup> (nieblas de aceite mineral).

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: líquido aceitoso

Color: 0.5 – 1.5 máx. (ASTM D-1500)

pH: NP

Olor: lubricante

Punto de congelación: -9°C máx. (ASTM D-97)

Punto de inflamación/Inflamabilidad: 210°C mín. (ASTM D-92)

Punto de combustión: 230°C mín. (ASTM D-92)

Propiedades explosivas: NP

Propiedades comburentes: NP

Presión de vapor: <0.1 mm Hg a 25°C

Densidad: 0.8681 g/cm<sup>3</sup> típico a 15°C (ASTM D-4052)

Hidrosolubilidad: insoluble.

Solubilidad: en disolventes orgánicos.

Otros datos relevantes: viscosidad a 40°C: 32 cSt típico (ASTM D-445); Grado ISO:

32.

## 10. ESTABILIDAD REACTIVIDAD

Estabilidad: estable a temperatura ambiente.

Condiciones a evitar: exposición a llamas.

Incompatibilidad: oxidantes fuertes.

Productos de descomposición peligrosos: la combustión incompleta del producto puede producir CO y otras sustancias asfixiantes.

Riesgo de polimerización: NP

## 11. TOXICOLOGÍA

Vía de entrada: contacto con piel, ojos e inhalación. La ingestión es poco probable.

Efectos agudos y crónicos: no presenta efectos agudos adversos. Irritación por contacto de líquidos y por inhalación prolongada de vapores o nieblas. DL<sub>50</sub> > 5 g/kg (oral – rata) DL<sub>50</sub> > 5 g/kg (piel – rata)

Carcinogenicidad: clasificación IARC: grupo 3 el agente no es clasificable en cuanto a su carcinogenicidad para el hombre.

Toxicidad para la reproducción: no existen evidencias.

Condiciones médicas agravadas por la exposición: problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.

## 12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Forma y potencial contaminante: persistencia y degradabilidad: el material flota en agua, es viscoso y de consistencia oleosa; presenta un potencial de contaminación física elevado, sobre todo en caso de derrame en zonas costeras, ya que por contacto destruye la vida de organismos inferiores y dificulta la de animales superiores por disminución de los niveles de oxígeno disuelto, impidiendo además la correcta iluminación de los ecosistemas marinos, lo cual afecta a su normal desarrollo. No es fácilmente degradable. Movilidad / bioacumulación: no hay datos que indiquen que el producto presente problemas de bioacumulación en organismos vivos ni de incidencia en la cadena trófica alimenticia, aunque puede causar efectos negativos sobre el medio ambiente acuático a largo plazo, debido a su elevado potencial de contaminación física.

Efecto sobre el medio ambiente / ecotoxicidad: peligroso para la vida acuática en elevadas concentraciones (derrames)  $LL_{50} > 100$  mg/l (bases lubricantes)

## 13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION

Método de eliminación de la sustancia (excedentes): recuperación y reutilización de los aceites base cuando sea posible.

Residuos: líquidos y sólidos de procesos industriales. No intentar limpiar los bidones usados ya que los residuos son difíciles de eliminar. Deshacerse del bidón de una forma segura. Eliminación: en vertederos controlados e incineración. Evitar el vertido de los aceites al alcantarillado, ya que pueden provocar la destrucción de los microorganismos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Manipulación: contenedores sellados. Se deben manipular los residuos evitando el contacto directo. Disposiciones: los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir las disposiciones existentes relativas a la gestión de residuos u otras disposiciones municipales, provinciales y/o nacionales en vigor.

## 14. TRANSPORTE

Precauciones especiales: estable a temperatura ambiente y durante el transporte.

Información complementaria: Número de la ONU: NP; ADR/RID: no clasificado; IATA-DGR: no clasificado; IMDG: no clasificado.

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Clasificación: NP

Etiquetado: Símbolos: NP; Frases R: NP; Frases S: NP.

## 16. OTRAS INFORMACIONES

Bases de datos consultadas:

HSDB: US National Library of Medicine.

RTECS: US Dept. of Health & Human Services.

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Substances.

CHRIS: US Dept. of Transportation.

Normativa consultada:

Dir. 67/548/CEE de sustancias peligrosas (incluyendo enmiendas y adaptaciones en vigor)

Dir. 88/379/CEE de preparados peligrosos (incluyendo enmiendas y adaptaciones en vigor)  
Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR)  
Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID)  
Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG)  
Regulaciones de la organización internacional de aviación civil (ICAO) y de la asociación de transporte aéreo internacional (IATA) relativas al transporte de mercancías por vía aérea.

## GLOSARIO

CAS: Servicio de resúmenes químicos.  
IARC: Agencia internacional para la investigación del cáncer.  
TLV: Valor límite umbral.  
TWA: Media ponderada en el tiempo.  
STEL: Límite de exposición de corta duración.  
REL: Límite de exposición recomendada.  
PEL: Límite de exposición permitido.  
MAK: Concentración máxima en el lugar de trabajo.  
IDLH: Concentración inmediatamente peligrosa para la salud y la vida.  
BEL: Índice de exposición biológica.  
DL<sub>50</sub>: Dosis letal media.  
CL<sub>50</sub>: Concentración letal media.  
CE<sub>50</sub>: Concentración efectiva media.  
CI<sub>50</sub>: Concentración inhibitoria media.  
DBO: Demanda biológica de oxígeno.  
NP: No pertinente.

La información que se suministra en este documento se ha recopilado en base a las mejores fuentes existentes y de acuerdo con los últimos conocimientos disponibles y con los requerimientos legales vigentes sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Esto no implica que la información sea exhaustiva en todos los casos. Es responsabilidad del usuario determinar la validez de esta información para su aplicación en cada caso.

## CÁLCULOS

### • Amarillamiento

En esta etapa del proceso, se puede generalizar que solamente existe calentamiento, puesto que la evaporación de humedad contenida en el tabaco es despreciable. Deben mantenerse condiciones de humedad relativa cercanas al 85% y variar la temperatura entre los 28°C y los 38°C.

$$H^{\circ} = 85 \% \quad T_1 = 28^{\circ}\text{C} = 301^{\circ}\text{K} \quad T_2 = 38^{\circ}\text{C} = 311^{\circ}\text{K} \quad \Delta T = 10^{\circ}\text{K}$$

Aplicando la primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos y flujo estable, se deduce que la expresión sería:

$$Q - W + m p_1 v_1 - m p_2 v_2 + E_1 - E_2 = 0$$

Donde: Q: calor  
 W: trabajo  
 m: masa  
 p: presión  
 v: volumen específico  
 E: energía acumulada → ΔE: energía en transición

$$\text{Como } E = m * e = m * (u + V^2/2gc + Z g/gc)$$

Donde: e: energía específica  
 u: energía interna específica  
 V: velocidad  
 gc: aceleración de la gravedad  
 Z: altura  
 g: aceleración

Reemplazando se obtendría:

$$Q - W + m p_1 v_1 - m p_2 v_2 + m (u_1 + V_1^2/2gc + Z_1 g/gc) - m (u_2 + V_2^2/2gc + Z_2 g/gc) = 0$$

$$\text{Al ser: } (m p_1 v_1 + m u_1) = m (p_1 v_1 + u_1) = H_1$$

$$- (m p_2 v_2 + m u_2) = - m (p_2 v_2 + u_2) = - H_2$$

Donde: H: entalpía

Sí se sustituyen estos valores en la expresión de la primera ley, quedaría:

$$Q - W = H_1 - H_2 + m (V_1^2 - V_2^2) / 2gc + m g/gc (Z_1 - Z_2)$$

$$Q - W = H_2 - H_1 + \frac{1}{2} * m/gc (V_2^2 - V_1^2) + m g/gc (Z_2 - Z_1)$$

$$Q - W = \Delta H + \Delta Ec + \Delta Ep$$

$$q - w = \Delta h + \Delta Ec/m + \Delta Ep/m$$

Donde: q: calor específico  
 h: entalpía específica  
 Ec: energía cinética  
 Ep: energía potencial

Como no hay trabajo y las energías cinética y potencial son despreciables, la ecuación resultaría:

$$q = \Delta h \rightarrow Q = m * \Delta h$$

El calor específico a presión constante se define según:  $C_p = dh/dT$  con lo que de despejar dh quedaría una ecuación expresando:

$$dh = C_p dT \rightarrow h = \int C_p dt = C_p (T_2 - T_1)$$

Por tanto:

$$Q = m * \Delta h = m * C_p (T_2 - T_1)$$

Este primer subproceso demandaría energía calórica necesaria para calentar el aire contenido en la estufa, el tabaco (materia seca) y el agua del tabaco.

Sabiendo que:

$$P_{\text{vapor}} = H^{\circ} * P_{\text{sat}} \text{ a } 38^{\circ}\text{C}$$

Donde:  $P_{\text{vapor}}$ : presión del vapor  
 $H^{\circ}$ : humedad relativa  
 $P_{\text{sat}}$ : presión de saturación a los  $38^{\circ}\text{C}$

De tabla de saturación de vapor y promediando el valor de P a los  $35 - 40^{\circ}\text{C}$ , el valor obtenido sería:

T°	P sat (bar)
20	0,023370
21	0,024860
22	0,026440
23	0,028080
24	0,029840
25	0,031660
26	0,033610
27	0,035660
28	0,037800
29	0,040000
30	0,042420
35	0,056220
40	0,073750
45	0,095800
50	0,123350

}  $P_{\text{sat}38^{\circ}\text{C}} = 0.064985 \text{ bar}$

Al reemplazar se obtendría :

$$\begin{aligned} P_{\text{vapor}} &= H^{\circ} * P_{\text{sat}}_{38^{\circ}\text{C}} = 0,85 * 0,064985 \text{ bar} = 0,055237 \text{ bar} \\ &= 0,05237 \text{ bar} * 105 \text{ (N/m}^2\text{)/bar} \\ &= 5,523,7 \text{ N/m}^2 = 5,523,7 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Al tratarse el aire atmosférico como una mezcla de gases ideales cuya presión es la suma de las presiones parciales del aire seco y del vapor de agua contenido en el aire, se establece:

$$P = P_{\text{aire}} + P_{\text{vapor}}$$

Donde:  $P_{\text{aire}}$ : presión parcial del aire seco  
 $P_{\text{vapor}}$ : presión parcial del vapor

Despejando la presión parcial del aire seco y tomando como P, el valor de la presión atmosférica, es decir 100 KPa:

$$P_{\text{aire}} = P - P_{\text{vapor}} = 100 \text{ KPa} - 5,5237 \text{ KPa} = 94,47 \text{ KPa}$$

El volumen del aire seco ( $V_{\text{aire}}$ ), al igual que el volumen del vapor ( $V_{\text{vapor}}$ ), es el volumen de la estufa ya que al ser un gas, ocupa el volumen del recipiente que lo contiene, con lo cual:

$$V_{\text{aire}} = V_{\text{vapor}} = V_{\text{estufa}} = \text{largo} * \text{ancho} * \text{alto} = 12 \text{ m} * 4,5 \text{ m} * 3 \text{ m} = 162 \text{ m}^3$$

Para averiguar la masa del aire seco es preciso reemplazar los valores obtenidos en la ecuación de estado para gases ideales:

$$P * \vartheta = R * T$$

Donde: P: presión absoluta  
 $\vartheta$ : volumen específico  
R: constante del gas  
T: temperatura absoluta

Si el volumen específico, es la razón del volumen total en la masa, es decir:

$$\vartheta = V / m$$

La ecuación anterior quedaría expresada como:

$$P * V / m = R * T$$

Por tanto, al despejar la masa que es la variable que nos interesa calcular y sustituyendo los valores correspondientes al aire seco, se tendría:

$$m_{\text{aire}} = (P_{\text{aire}} * V_{\text{aire}}) / (R_{\text{aire}} * T)$$

Sabiendo que la constante del aire es  $R_{\text{aire}} = 0,287 \text{ KPa m}^3/\text{Kg}^{\circ}\text{K}$ , si se reemplazan los valores obtenidos:

$$m_{\text{aire}} = (94,47 \text{ KPa} * 162 \text{ m}^3) / (0,287 \text{ KPa m}^3/\text{Kg } ^\circ\text{K} * 311 \text{ } ^\circ\text{K}) \\ = 171,46 \text{ Kg aire seco}$$

Esta masa de aire seco permanece constante a lo largo del proceso de secado.

La masa de agua en el tabaco, considerando que la hoja contiene un 85% de humedad, se obtendría aplicando regla de tres simple:

$$100 \% \rightarrow 12.000 \text{ Kg tabaco} \\ 85\% \rightarrow 85 * 12.000 / 100 = 10.200 \text{ Kg de agua en el tabaco}$$

La masa de tabaco seco sería por tanto, la diferencia entre el total y el agua contenida:

$$12.000 \text{ Kg tabaco} - 10.200 \text{ Kg agua en el tabaco} = 1.800 \text{ Kg tabaco seco}$$

El calor necesario para calentar el agua contenida en el tabaco, sabiendo que el Cp de la misma es 1 Kcal / (Kg<sup>o</sup>K) resultaría de:

$$Q_{\text{agua tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 10.200 \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal} / (\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 10 \text{ } ^\circ\text{K} \\ = 102.000 \text{ Kcal}$$

La energía calórica necesaria para el calentamiento del tabaco seco, estimando el Cp correspondiente en 0,5 Kcal / (Kg<sup>o</sup>K)<sup>41</sup>:

$$Q_{\text{tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal} / (\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 10 \text{ } ^\circ\text{K} \\ = 9.000 \text{ Kcal}$$

El calor necesario para calentar el aire sería:

$$Q_{\text{aire}} = m \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (27,5 - 24,5) \text{ Kcal/Kg} = 514,38 \text{ Kcal}$$

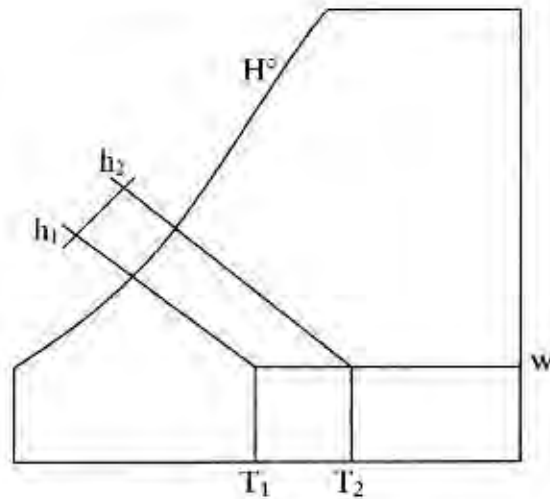
Los valores de h se obtuvieron del diagrama psicrométrico. Para ello fue necesario localizar en el eje de temperatura de ampolla seca los 28°C con que comienza el proceso y ascender por esa línea hasta interceptar con la curva de humedad relativa del 85%, desde ese punto, desplazarnos por las líneas entálpicas para leer su valor. A los fines de averiguar h<sub>2</sub>, desde el punto de intersección de los 28°C y 85% de humedad, nos trasladamos por la línea de humedad específica hasta intersectar con la ordenada de 38°C y leer la entalpía correspondiente.

Con el objeto de una mejor comprensión se ilustran las instrucciones de lectura del diagrama psicrométrico en el siguiente gráfico.

Donde:        w: humedad específica

---

<sup>41</sup> Se estima su valor de Cp madera= 0,57 – 0,63 Kcal / (Kg<sup>o</sup>K) y Cp mantillo = 0,4 Kcal / (Kg<sup>o</sup>K)



El calor total necesario sería entonces la suma de los calores intervinientes (calor del agua del tabaco, calor del tabaco seco, calor del aire), lo que daría como resultado:

$$Q_{\text{amarillamiento}} = Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{aire}} = (102.000 + 9.000 + 514,38) \text{ Kcal} = 111.514,38 \text{ Kcal}$$

Teniendo en cuenta que este subproceso toma alrededor de 48 horas, se obtendría una demanda calorífica promedio de:

$$Q_{\text{amarillamiento}} / 48 \text{ hs} = 2.323,21625 \text{ Kcal / hs}$$

•• Fijación de color

En este subproceso, la temperatura varía de los 38°C a los 52°C y la humedad relativa pasa del 85% al 40%. Esta condición nos hace suponer que además del calor necesario para el calentamiento del tabaco, el agua contenida en el mismo y el aire, se necesitaría energía calorífica para evaporar el 45% del peso total del tabaco y además calentar el aire nuevo que ingresa a la estufa para poder evaporarlo.

$$H^\circ = 40 \% \quad T_1 = 38^\circ\text{C} = 311^\circ\text{K} \quad T_2 = 52^\circ\text{C} = 325^\circ\text{K} \quad \Delta T = 14^\circ\text{K}$$

De acuerdo a esta premisa, los cálculos serían:

$$Q_{\text{tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal} / (\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 14^\circ\text{K} = 12.600 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{agua tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 10.200 \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal} / (\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 14^\circ\text{K} = 142.8000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{aire}} = m * \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (42 - 39) \text{ Kcal} / \text{Kg} = 514,38 \text{ Kcal}$$

El calor de vaporización es igual a la masa por la entalpía de vaporización, con lo que el cálculo correspondiente sería:

$$Q_{\text{vaporización}} = m * h_{\text{vap a } 52^{\circ}\text{C}} = (0,45 * 12.000) \text{ Kg} * 567,7 \text{ Kcal/Kg} \\ = 5.400 \text{ Kg} * 567,7 \text{ Kcal/Kg} = 3.065.580 \text{ Kcal}$$

La masa de aire nuevo, es decir, el que vamos a necesitar para poder evaporar los 5.400 Kg de agua, suponiendo que el aire que sale de la estufa se encuentra cercano al punto de saturación (90% humedad relativa) y que el aire que ingresa se encuentra a 28°C y 77% de humedad relativa, condiciones promedio en los meses de estufado en las localidades tabacaleras de nuestra provincia, sería:

$$m_{\text{aire nuevo}} = m_{\text{agua a evap}} / (w_{52^{\circ}\text{C } 90\%RH} - w_{28^{\circ}\text{C } 77\%RH})$$

Del diagrama psicrométrico se obtienen los valores de las humedades absolutas en esas condiciones, con lo que al reemplazar sus valores nos quedaría:

$$m_{\text{aire nuevo}} = 5.400 / (0,1 - 0,034) = 5.400 / 0,066 \\ = 81.818,18 \text{ Kg aire}$$

Calentar este aire nuevo, desde la temperatura ambiente, que es con la que ingresa a la estufa, hasta los 52°C, temperatura final de este subproceso estaría dado por:

$$Q_{\text{aire nuevo}} = m * \Delta h = 81.818,18 \text{ Kg} * (29 - 24) \text{ Kcal/Kg} = 409.090,91 \text{ Kcal}$$

El calor total necesario en este subproceso sería por tanto la suma de los calores de calentamiento del tabaco, el agua contenida en el mismo, el aire que está en la estufa y el aire nuevo, más el calor de vaporización de los 4.500 Kg de agua.

$$Q_{\text{fijación de color}} = Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{aire}} + Q_{\text{aire nuevo}} + Q_{\text{vaporización}} \\ = (142.800 + 12.600 + 514,38 + 409.090,91 + 3.065580) \text{ Kcal} \\ = 3.630.585,29 \text{ Kcal}$$

Si tenemos en cuenta que la duración estimada para este subproceso es de 24 horas, el promedio de demanda calórica sería de:

$$Q_{\text{fijación de color}} / 24 \text{ hs} = 151.274,39 \text{ Kcal / hs}$$

#### •• Secado de lámina

Este subproceso tiene como temperatura inicial los 52°C con que termina la fijación de color, y temperatura final de 65 °C. La humedad relativa es cercana al 10%, lo que hace suponer también en este proceso, hay un calor de vaporización significativo.

$$H^{\circ} = 10 \% \quad T_1 = 52^{\circ}\text{C} = 325^{\circ}\text{K} \quad T_2 = 65^{\circ}\text{C} = 338^{\circ}\text{K} \quad \Delta T = 13^{\circ}\text{K}$$

De acuerdo a lo citado anteriormente los calores que intervienen en el secado de lámina serían:

$$Q_{\text{tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal} / (\text{Kg } ^{\circ}\text{K}) * 13^{\circ}\text{K} \\ = 11.700 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{aire}} = m * \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (42,5 - 39) \text{ Kcal/Kg} \\ = 600,11 \text{ Kcal}$$

La masa de agua a calentar ya no son los 10.200 Kg iniciales, ya que en el subproceso anterior se evaporaron 5.400 Kg, es entonces:

$$m_{\text{agua}} = (10.200 - 5.400) \text{ Kg} = 4.800 \text{ Kg}$$

El calor para calentar esa masa de agua sería:

$$\begin{aligned} Q_{\text{agua tabaco}} &= m * C_p * \Delta T = 4.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal} / (\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 13 ^\circ\text{K} \\ &= 62.400 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

El calor de vaporización en este período sería el necesario para evaporar el 30% de la masa inicial de tabaco, a una temperatura de 65°C, por tanto:

$$\begin{aligned} Q_{\text{vaporización}} &= (0,3 * 12.000) \text{ Kg} * 560,55 \text{ Kcal/Kg} = 3.600 \text{ Kg} * 560,55 \text{ Kcal/Kg} \\ &= 2.017.980 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

La cantidad de aire nuevo que habría que suministrarle a la estufa para que pueda llevarse a cabo la evaporación sería:

$$\begin{aligned} m_{\text{aire nuevo}} &= m_{\text{agua a evap}} / (W_{65^\circ\text{C } 55\%H} - W_{52^\circ\text{C } 40\%H}) \\ &= (0,3 * 12.000) \text{ Kg} / (0,1 - 0,036) = 3.600 / 0,064 = 56.250 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Por tanto, el calor necesario para calentar esa masa de aire desde los 28°C hasta los 65°C del proceso estaría dada por:

$$Q_{\text{aire nuevo}} = m * \Delta h = 56.250 \text{ Kg} * (33 - 24) \text{ Kcal/Kg} = 506.250 \text{ Kg}$$

El total de calorías se debería suministrar a este subproceso se obtendría de:

$$\begin{aligned} Q_{\text{secado de lámina}} &= Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{aire}} + Q_{\text{a nuevo}} + Q_{\text{vaporización}} \\ &= (62.400 + 11.700 + 600,11 + 506.250 + 2.017.980) \text{ Kcal} \\ &= 2.598.930,11 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

La duración promedio de este subproceso es 38 horas, con lo que el calor demandado por hora se calcularía según:

$$Q_{\text{secado de lámina}} / 38 \text{ hs} = 68.392,90 \text{ Kcal} / \text{hs}$$

#### •• Secado de vena

El secado de vena tiene lugar entre los 65°C y los 75°C, a una humedad relativa del 10%, obtenida en el subproceso anterior. Es importante recordar que no deben excederse los 75°C de temperatura para evitar el marronamiento de la hoja de tabaco, lo que disminuye su calidad.

$$H^\circ = 10 \% \qquad T_1 = 65^\circ\text{C} = 338^\circ\text{K} \qquad T_2 = 75^\circ\text{C} = 348^\circ\text{K} \qquad \Delta T = 10^\circ\text{K}$$

Esta etapa al igual que el amarillamiento no demanda calor de vaporización, con lo que los calores que intervienen en el secado de vena serían:

$$Q_{\text{tabaco}} = m * C_p * \Delta T = 1.800 \text{ Kg} * 0,5 \text{ Kcal} / (\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 10^\circ\text{K} \\ = 9.000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{agua tabaco}} = m * C_p * \Delta T = (10.200 - 5.400 - 3.600) \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 10^\circ\text{K} \\ = 1.200 \text{ Kg} * 1 \text{ Kcal}/(\text{Kg } ^\circ\text{K}) * 10^\circ\text{K} \\ = 12.000 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{aire}} = m * \Delta h = 171,46 \text{ Kg} * (32 - 29) \text{ Kcal/Kg} \\ = 514,38 \text{ Kcal}$$

El calor total necesario en este subproceso sería la suma de los calores anteriores, es decir:

$$Q_{\text{secado de vena}} = Q_{\text{tabaco}} + Q_{\text{agua tabaco}} + Q_{\text{aire}} \\ = (9.000 + 12.000 + 514,38) \text{ Kcal} \\ = 21.514,38 \text{ Kcal}$$

Si tenemos en cuenta que este proceso se lleva a cabo en 57 horas, nos daría un calor promedio por hora de:

$$Q_{\text{secado de vena}} / 57 \text{ hs} = 377,45 \text{ Kcal} / \text{hs}$$

#### • Humidificación

En esta etapa ya no se suministra calor a la estufa sino que se abren los ventiletes y puertas, para que se vaya el aire caliente y luego se riega el piso. Este paso permite la manipulación de la hoja de tabaco seca, evitando se quebrajee de la misma.

El total de calor necesario para el secado de 12.000 Kg de tabaco verde sería por tanto:

$$Q_{\text{total secado}} = Q_{\text{amarillamiento}} + Q_{\text{ fijación de color}} + Q_{\text{secado de lámina}} + Q_{\text{secado de vena}} \\ = (111.514,38 + 3.630.585,29 + 2.598.930,11 + 21.514,38) \text{ Kcal} \\ = 6.362.544,05 \text{ Kcal}$$

Sabiendo que la duración del proceso de curado ronda los 7 días o su equivalente 168 horas, la demanda horaria del proceso quedaría calculada en:

$$Q_{\text{total secado}} / 168 \text{ hs} = 37.872,28 \text{ Kcal} / \text{hs}$$

Si tomamos como base las 10 estufas y simplificando los cálculos, el calor necesario para las mismas sería:

$$Q_{\text{estufas}} = 10 * 37.872,28 = 378.722,80 \text{ Kcal/hs}$$

#### • Estructura de chapa galvanizada

El calor de calentamiento de la estructura de chapa galvanizada de cada estufa se calcula según:

$$\rho = \text{masa} / \text{volumen} \rightarrow m_{\text{chapa}} = V * \rho$$

Donde: V: volumen  
ρ: densidad

$$\begin{aligned}V \text{ chapa} &= 2 * (12 * 3 * 0,002) \text{ m}^3 + 2 * (3 * 4,5 * 0,002) \text{ m}^3 + (12 * 4,5 * 0,002) \text{ m}^3 \\&= (0,144 + 0,054 + 0,108) \text{ m}^3 \\&= 0,306 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\rho \text{ acero} = 13.600 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rightarrow m \text{ chapa} = V * \rho = 0,306 \text{ m}^3 * 13.600 \text{ Kg/m}^3 = 4.161,60 \text{ Kg}$$

$$C_p \text{ acero} = 0,11 \text{ Kcal / (Kg } ^\circ\text{K)}$$

$$\begin{aligned}Q \text{ chapa} &= m * C_p * \Delta T = 4.161,60 \text{ Kg} * 0,11 \text{ Kcal / (Kg } ^\circ\text{K)} * 47 ^\circ\text{K} \\&= 21.515,47 \text{ Kcal}\end{aligned}$$

Como el calentamiento de la chapa es progresivo, tomamos un promedio de la demanda de calor por hora, con lo que se obtiene:

$$Q \text{ chapa} / 168 \text{ hs} = 21.515,47 \text{ Kcal} / 168 \text{ hs} = 128,07 \text{ Kcal/hs}$$

Se sabe que el calor necesario para el calentamiento de la estufa y el secado del tabaco, es el que debe transmitir el fluido térmico, es decir, el aceite.

Teniendo como referencia que la pérdida de calor en paredes, piso y techo es, como lo enunciamos en el capítulo Definición del problema, aproximadamente el 20%<sup>42</sup> y que si bien la pérdida en el techo puede reducirse mediante aislación térmica similar a la empleada actualmente en las paredes (fibra de vidrio) se toma el valor del 20% debido a que no todas las estufas actuales poseen esta aislación.

Con esto, el calor que debería proporcionar el aceite sería:

$$Q_{\text{aceite}} = Q_{\text{estufa}} + \text{Pérdidas} = Q_{\text{estufa}} + 0,20 Q_{\text{estufa}} = 1,20 Q_{\text{estufa}}$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{estufa}} &= Q_{\text{secado}} + Q_{\text{chapa}} \\&= 6.362.544,05 \text{ Kcal} + 21.515,47 \text{ Kcal} \\&= 6.384.059,52 \text{ Kcal}\end{aligned}$$

$$Q_{\text{aceite}} = 1,2 * 6.384.059,52 \text{ Kcal} = 7.660.871,43 \text{ Kcal}$$

Este calor es el que se le debería transmitir al fluido térmico.

Considerando las pérdidas de calor en las cañerías, desde que salen de la caldera y hasta la entrada de los radiadores, cercanas al 10%<sup>43</sup>, el calor que debería suministrarse con gas natural sería:

$$\begin{aligned}Q_{\text{gas}} &= Q_{\text{aceite}} + 0,10 Q_{\text{aceite}} = 1,10 Q_{\text{aceite}} \\&= 1,1 * 7.660.871,43 \text{ Kcal} \\&= 8.426.958,57 \text{ Kcal}\end{aligned}$$

<sup>42</sup> Capítulo 9. Manual del tabacalero. INTA

<sup>43</sup> Pérdida estimada en los circuitos de calefacción en nuestra ciudad.

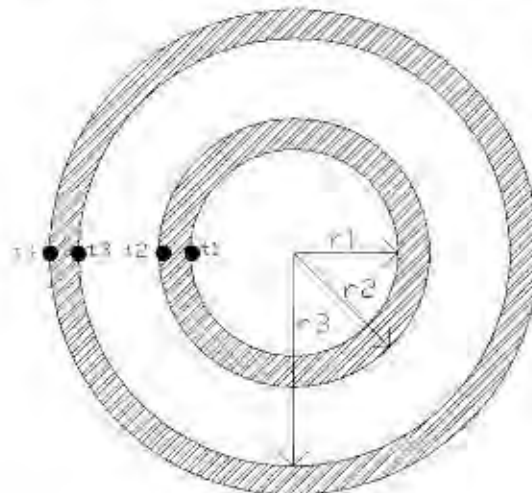
En la transmisión de calor por convección, si el fluido se mueve debido al gradiente de densidad hay convección libre o natural, pero si se mueve como en nuestro sistema de calefacción provocado por una bomba, la convección es forzada. En ambos casos:

$$Q = h * A * \Delta T$$

Donde: Q: flujo de calor  
 h: coeficiente de transmisión de calor por convección  
 A: área perpendicular al flujo de calor  
 ΔT: variación de temperatura

El coeficiente de transmisión de calor por convección es difícil de determinar ya que no es una propiedad del sistema y depende de que el fluido sea laminar o turbulento, la viscosidad del mismo, su densidad y el estado de la superficie, entre otras variables.

A veces, como en nuestro caso se necesita encontrar la transmisión de dos fluidos que se encuentran separados por una pared o bien en un intercambiador de calor:



Entonces, los calores intervinientes serían:

$$Q = A h_2 (T_1 - T_2) \text{ conducción entre 1 y 2}$$

$$Q = 2 K \pi L (T_2 - T_3) / \ln (r_3 / r_2) \text{ convección entre 2 y 3}$$

$$Q = A h_3 (T_3 - T_4) \text{ conducción entre 3 y 4}$$

Al sumar se obtendría:

$$Q (1/h_2 * 1/2\pi r_2 + \ln (r_3 / r_2) / K2\pi + 1/h_3 * 1/2\pi r_3) = L ( (T_1 - T_2) + (T_2 - T_3) + (T_3 - T_4) )$$

$$Q = L (T_1 - T_4) / (1/h_2 2\pi r_2 + \ln (r_3 / r_2)/K2\pi + 1/h_3 2\pi r_3)$$

$$Q = U_2 * A_2 * \Delta T = U_3 * A_3 * \Delta T$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

Donde U = coeficiente total de transmisión de calor = 1/ (1/h<sub>1</sub> + 1/K + 1/h<sub>4</sub>)

Se puede estimar que para las condiciones con las que estamos trabajando y los elementos intervinientes:

$$U = 30 \text{ BTU} / \text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}^{44}$$

De tabla de equivalencias se obtiene que:

$$1 \text{ Btu} / \text{hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} = 4,882 \text{ Kcal} / \text{hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U = 4,882 * 30 = 146,46 \text{ Kcal} / \text{hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow \text{se tomará } U = 150 \text{ Kcal} / \text{hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Como lo enunciamos.  $Q = U * A * \Delta T$ , con lo que tendríamos que despejar el área necesaria para la transmisión de calor que se plantea por estufa y por hora:

$$A = Q / (U * \Delta T * \text{hr})$$

Sabiendo que la cañería de conexión a utilizar es cilíndrica, la ecuación anterior quedaría expresada según:

$$A = \pi * d * L = Q / (U * \Delta T * \text{hr})$$

Donde  $d$  = diámetro interior de la cañería

$L$  = longitud de la cañería

Despejando la longitud:

$$L = Q / (U * \Delta T * \pi * d * \text{hr})$$

Partiendo de la premisa que el proceso de secado de tabaco Virginia en estufas de curado por bulto tarda en promedio 7 días (168 horas) se calculan las longitudes estimadas para distintos diámetros de cañería.

- Para cañería de 1 pulgada = 2,54 cm = 0,0254 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0254 * 168) = 67,32 \text{ m}$$

- Para cañería de 1 ½ pulgadas = 1,5 \* 2,54 = 3,81 cm = 0,0381 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0381 * 168) = 44,88 \text{ m}$$

- Para cañería de 2 pulgadas = 2 \* 2,54 = 5,08 cm = 0,0508 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0508 * 168) = 33,66 \text{ m}$$

- Para cañería de 2 ½ pulgadas = 2,5 \* 2,54 = 6,35 cm = 0,0635 m

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0635 * 168) = 26,93 \text{ m}$$

<sup>44</sup> Virgil Moring Faïres. 1995. Problemas de Termodinámica. Editorial UTHEA

- Para cañería de 3 pulgadas =  $3 * 2,54 = 7,62 \text{ cm} = 0,0762 \text{ m}$

$$L = 6.362.544,05 / (150 * 47 * \pi * 0,0762 * 168) = 22,44 \text{ m}$$

De los cálculos anteriores se deduce que el elemento donde se produzca el intercambio de calor sería un serpentín cuya longitud y diámetro adoptaría alguna de las opciones antes calculadas. Sin embargo, teniendo en cuenta el pico de demanda calórica de cada estufa se concluye que el elemento de disipación de calor en las mismas tiene que ser capaz de transmitir 151.274,39 Kcal/hs del proceso de secado más las 128,07 Kcal/hs necesarias para el calentamiento de la estructura de la estufa; con lo que los cálculos corregidos serían:

$$Q \text{ a transmitir / hs} = (151.274,39 + 128,07) \text{ Kcal/hs} = 151.402,46 \text{ Kcal/hs}$$

- Para cañería de 1" → 269,12 m
- Para cañería de 1 1/2" → 179,40 m
- Para cañería de 2" → 134,56 m
- Para cañería de 2 1/2" → 107,65 m
- Para cañería de 3" → 89,70 m

## ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### Variación en el porcentaje de pérdidas caloríficas

Analizando la situación en la que las pérdidas de calor en paredes, piso y techo llegan al 30%, el calor que nos debería proporcionar el aceite sería:

$$Q_{\text{aceite}} = Q_{\text{estufa}} + \text{Pérdidas} = Q_{\text{estufa}} + 0,30 Q_{\text{estufa}} = 1,30 Q_{\text{estufa}}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{estufa}} &= Q_{\text{secado}} + Q_{\text{chapa}} \\ &= 6.362.544,05 \text{ Kcal} + 21.515,47 \text{ Kcal} \\ &= 6.384.059,52 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{aceite}} = 1,3 * 6.384.059,52 \text{ Kcal} = 8.299.277,37 \text{ Kcal}$$

Este calor es el que se le debería transmitir al fluido térmico.

Considerando las pérdidas de calor en las cañerías, desde que salen de la caldera y hasta la entrada de los radiadores, cercanas al 15%, el calor que debería suministrarse con gas natural sería:

$$\begin{aligned} Q_{\text{gas}} &= Q_{\text{aceite}} + 0,15 Q_{\text{aceite}} = 1,15 Q_{\text{aceite}} \\ &= 1,15 * 8.299.277,37 \text{ Kcal} \\ &= 9.544.168,97 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Sabiendo que la demanda de energía calórica por estufado rondaría entonces las 9.544.168,97 Kcal y que el poder calorífico del metano, componente mayoritario en el gas natural es de 9300 Kcal / m<sup>3</sup> se estarían consumiendo:

$$\begin{aligned} Q / \text{poder calorífico gas} &= 9.544.168,97 \text{ Kcal} / (9300 \text{ Kcal/m}^3) \\ &= 1.026,25 \text{ m}^3 \text{ de gas natural} \end{aligned}$$

Esta es la cantidad total de gas que se consumiría durante el proceso de curado de 12.000 Kg de tabaco Virginia en estufas *Bulk Curing*. En términos monetarios, considerando que el precio del m<sup>3</sup> de gas natural actualmente es de \$0,102155; el costo del secado sería:

$$\begin{aligned} \text{Gas consumido} * \text{Costo del gas} &= 1.026,25 \text{ m}^3 * \$ 0,102155 / \text{m}^3 \\ &= \$ 104,83 / \text{estufado} \end{aligned}$$

Comparando los gastos por temporada, actuales y presupuestados, que se tendrían en insumos en un centro de 10 estufas con un promedio de 173 secados, se muestran los siguientes valores:

Insumos y Gastos	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	TOTAL
Consumo de gas	4.507,69	4.612,52	4.507,69	4.507,69	18.135,59
Consumo eléctrico	4.158,87	3.958,77	4.688,86	8.458,92	21.265,42
Varios	500,00	500,00	500,00	500,00	2.000,00
<b>TOTAL PRESUPUESTADO INSUMOS Y GASTOS POR TEMPORADA</b>					<b>\$41.401,01</b>

	<b>Costos Ins / Gtos</b>
Sistema Actual	80.328,17
Sistema Propuesto	41.401,01
<b>Diferencia SA - SP</b>	<b>\$ 38.927,16</b>

Con estos nuevos valores, el periodo de recupero de la inversión es de:

$$\begin{aligned} \text{Periodo de recupero} &= \text{Inversión} / \text{Utilidad} = 191.553,17 / 49.266,76 \\ &= 3,88 \rightarrow 4 \text{ años} \end{aligned}$$

Puede concluirse que una pérdida calórica del 30% en estufas no modifica el periodo de recupero pero sí el ahorro que se disminuye en \$ 2.121,71.

#### Variación en el monto del crédito

Considerando que para préstamos cuyo destino es financiar hasta el 40% de la inversión, la tasa anual es del 8%; se calcula la cuota anual correspondiente a un crédito de \$76.800 pagadero en 5 años, mediante sistema francés en \$19.235,06.

Con estos valores, el total presupuestado para personal, insumo, gastos y costo financiero, por temporada, sería:

<b>Gastos en Personal</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Administrativo	713,75	713,75	713,75	713,75	2.855,00
Encargado	1.386,66	1.386,66	1.386,66	1.386,66	5.546,64
Estuferos	2.408,40	2.408,40	2.408,40	2.408,40	9.633,60
Carga de estufas	2.034,00	2.034,00	2.034,00	2.034,00	8.136,00
Descarga de estufas	1.900,40	1.900,40	1.900,40	1.900,40	7.601,60
Clasificado y Enfardado	1.080,00	1.080,00	1.080,00	1.080,00	4.320,00
<b>TOTAL GASTOS EN PERSONAL POR TEMPORADA</b>					<b>\$ 38.092,84</b>
<b>Insumos y Gastos</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Costo financiero	4.808,76	4.808,76	4.808,76	4.808,76	19.235,06
<b>TOTAL COSTO FINANCIERO POR TEMPORADA</b>					<b>\$ 19.235,06</b>
<b>Insumos y Gastos</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Consumo de gas	3.980,33	4.072,90	3.980,33	3.980,33	16.013,88
Consumo eléctrico	4.158,87	3.958,77	4.688,86	8.458,92	21.265,42
Varios	500,00	500,00	500,00	500,00	2.000,00
<b>TOTAL INSUMOS Y GASTOS POR TEMPORADA</b>					<b>\$ 39.279,30</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTADO POR TEMPORADA</b>					<b>\$ 96.607,20</b>

Al comparar este total con el que se tendría financiando la totalidad de la inversión, se verifica un ahorro en costo financiero de \$ 31.414,06.

## VÁLVULA DE ESFERA M10V



# spirax/sarco

TI-P133-08 AR  
 Version 4

## Válvula de esfera M10V

### Descripción

La M10V es una válvula de esfera de tres piezas apta para la mayoría de fluidos industriales. La M10V puede ser revisada sin dañar las cañerías con la llave, solo en versiones roscadas y soldada.

### Tipos disponibles

<b>M10V2RB</b>	Cuerpo acero zincado, asientos PTFE, paso reducido.
<b>M10V2FB</b>	Cuerpo acero zincado, asientos PTFE, paso total.
<b>M10V3RB</b>	Cuerpo acero inoxidable, asientos PTFE, paso reducido.
<b>M10V3FB</b>	Cuerpo acero inoxidable, asientos PTFE, paso total.
<b>M10V4RB</b>	Construida totalmente en acero inoxidable, asientos PTFE, paso reducido.
<b>M10V4FB</b>	Construida totalmente en acero inoxidable, asientos PTFE, paso total.

### Opciones

- Estera con alivio.
- Pje prolongado a 80 mm (2") y 100 mm (4") para aislamiento.
- Palanca bloqueable.
- Mango oval para espacios reducidos. Ideal para kits de purga.

### Tamaños y conexiones

1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2", 2 1/2" solo disponible en paso reducido.  
 Rosca BSPP, BSPT, NPT, SW, BW paso reducido y paso total.  
 Bridas ANSI 150 DN15 - DN50 paso reducido.

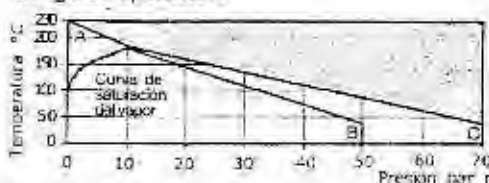
### Datos técnicos

Característica de flujo	Lineal modificado
Paso	Total o reducido
Estanqueidad	Según norma ISO 5208 (rango 3)
Antiestática	Según norma ISO 7121 y BS 5351

### Condiciones límite

Temperatura máxima admisible	220°C @ 0 bar g
Presión máxima admisible	70 bar g @ 40°C
Presión máxima de vapor saturado	10 bar g
Prueba hidráulica	105 bar g

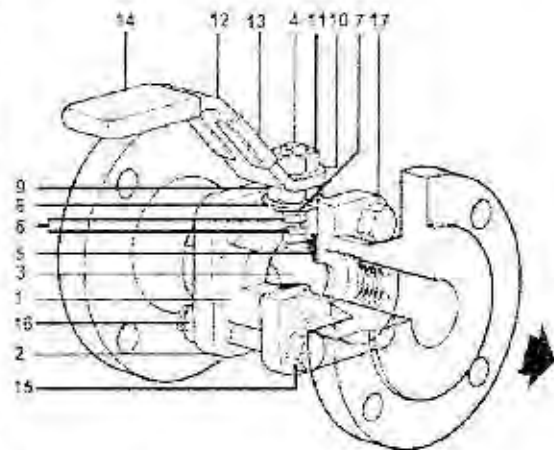
### Rango de operación



La válvula no debe trabajar en esta zona.

A-B 2"FG y 2" RH  
 A-C 1 1/2" RB, FB y 2" RB

M10V soldada



### Materiales

No. Parte	Material
1. Cuerpo	M10V2 Acero zincado ASTM A105
	M10V3/4 Acero inoxidable ASTM A182F 316
2. Extremo	M10V2 Acero zincado ASTM A105
	M10V3/4 Acero inoxidable ASTM A182F 316
3. Estera	Acero inoxidable AISI 316
4. Eje	Acero inoxidable AISI 316
5. Asiento	PTFE virgen
b. Sello de vástago	PTFE reforzado antiestático
B. Sello de vástago	PTFE reforzado antiestático
7. Separador	M10V2/V3 Acero zincado ASTM A105
	M10V4 Acero inoxidable AISI 316
8. Arandela Belleville	Acero inoxidable AISI 301
9. Tuercas de vástago	M10V2/V3 Acero zincado SAE 12L14
	M10V4 Acero inoxidable AISI 316
10. Chapa fotocómica	Acero inoxidable AISI 430
11. Palanca	M10V2/V3 Acero zincado SAE 1010
	M10V4 Acero inoxidable AISI 316
12. Chapa fotoaurrérica	Acero inoxidable AISI 430
13. Funda palanca	Vinilo
14. Tornillos	M10V2/V3 Acero zincado
	M10V4 Acero inoxidable AISI 316
15. Tuercas	M10V2/V3 Acero zincado
	M10V4 Acero inoxidable AISI 316

**Dimensiones / pesos (aproximados) en mm y kg**

Paso reducido											
Tamaño	A	A1	A2	B	B1	C	C1	D	D1	E	Peso
1/2"	53	52	-	120	-	57	-	22	-	8	0,52
3/4"	58	52	-	120	-	57	-	22	-	8	0,52
1"	63	52	108	120	120	61	67	24	80	11	0,61
1 1/4"	68	60	117	130	130	63	69	25	98	14	0,70
1 1/2"	86	84	127	157	157	91	91	31	148	21	1,27
1 3/4"	95	94	140	157	157	95	95	37	117	25	1,77
2"	108	102	165	190	190	109	109	41	127	31	2,50
2 1/2"	124	118	178	190	190	115	115	48	152	38	3,50
3"	152	142	-	245	-	132	-	57	-	51	8,90

Paso total											
Tamaño	A	A1	A2	B	B1	C	C1	D	D1	E	Peso
1/2"	58	58	-	120	-	57	-	22	-	8	0,52
3/4"	63	60	-	120	-	61	-	24	-	11	0,81
1"	68	64	-	120	-	63	-	26	-	14	0,70
1 1/4"	86	84	-	157	-	91	-	31	-	21	1,27
1 1/2"	95	98	-	157	-	95	-	37	-	25	1,77
1 3/4"	102	106	-	190	-	103	-	41	-	31	2,50
2"	124	124	-	190	-	115	-	48	-	38	3,50
2 1/2"	152	152	-	245	-	132	-	57	-	51	8,90

Los pesos mostrados corresponden a versiones roscadas y soldadas.

**Valores de Kv**

Tamaño	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"	2 1/2"
Paso reducido	2,5	2,5	6	10	27	40	70	103
Paso total	2,5	2,3	7	16	58	89	153	205

Para conversión:  $Cv (UK) = Kv \times 0,87$        $Cv (US) = Kv \times 1,17$

**Par de accionamiento (N m)**

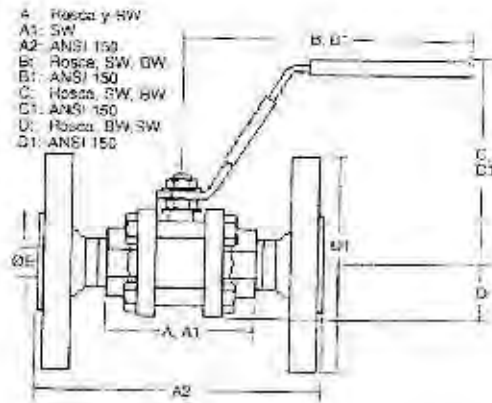
Tamaño	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"	2 1/2"
Paso reducido	2	2	2	3,5	13	21	30	45
Paso total	2	2	2	3,5	13	21	30	45

Los pares indicados son estáticos para válvulas operadas con frecuencia, sometidas a una presión diferencial máxima de 52 bar. Para válvulas con largos periodos entre operaciones dicho par puede incrementarse hasta un 75 %.

**Mantenimiento**

Antes de iniciar cualquier operación, asegúrese de que la tubería no encuentre salida. Todo fluido remanente en la tubería debe ser drenado.

Los recambios pueden ser sustituidos sin desmontar las conexiones con la tubería (sólo versiones roscadas y soldadas). Para sustituir elementos, desmontar los ocho tornillos y tuercas, extraer el cuerpo de la válvula y reemplazar los elementos necesarios. En versiones con bridas se ha desmontar la válvula de la tubería para facilitar la sustitución de las partes.



**Cómo pasar pedido**

Ejemplo: Válvula de esfera Sprax Garco tipo M10V2 de 1/2". Paso total. Conexiones roscadas BSP.

**Recambios**

Los recambios disponibles se representan con líneas continuas. Las piezas representadas con líneas discontinuas no están disponibles como recambio.

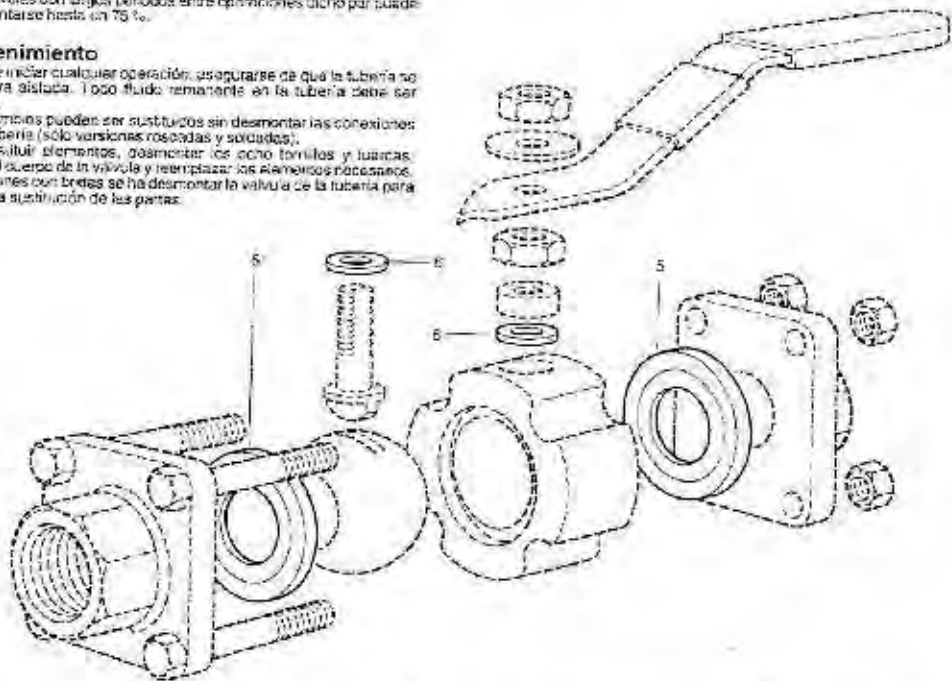
**Recambios disponibles**

Conjunto asientos y sello de vástago	5, 6
--------------------------------------	------

**Cómo pasar pedido**

Debe utilizarse la nomenclatura seriada en el cuadro anterior indicando el tamaño y tipo de válvula.

Ejemplo: 1 Conjunto asientos y sello de vástago para válvula M10V2 paso total de 1/2".



spirax/sarco

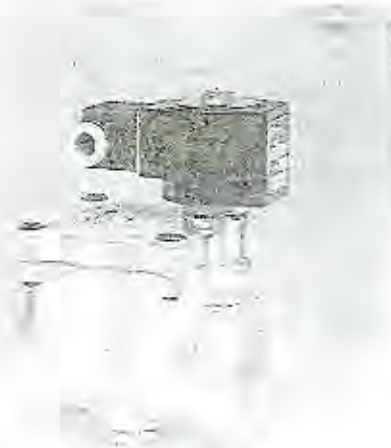
Válvula de esfera M10V

TI-P133-08 AR Versión 3

## VÁLVULAS A SOLENOIDE DE 2 VÍAS



Válvulas a solenoide de 2 vías.  
 Uso general.



Serie 1342



SISTEMA CALIDAD  
 CERTIFICADO



Underwriters  
 Laboratories Inc.®

UL LISTED PRODUCT



Association  
 canadienne de  
 normalisation  
 Canadian  
 Standards

UL LISTED PRODUCT

### Características principales

Norma mente cerrada o normalmente abierta.  
 Acción servo-operada a pistón.  
 Cuerpo de latón forjado o bronce. Acero inoxidable, etc.  
 Conexiones roscadas BSP o NPT.  
 Servopistón de latón, acero inoxidable.  
 Sellos y asientos de acrílico nitrilo para fluidos neutros  
 hasta 80°C, asientos de teflón hasta 160°C.  
 Asientos y sellos de neopreno, etileno propileno y vitón  
 para otros usos.  
 Bobinas encapsuladas con extrón DIN 43650 forma A.  
 Protección IP65 y NEMA 4.

### Opcionales:

- Indicador luminoso de bobina energizada.
- Bobinas y carcacas a prueba de explosión y/o intemperie.
- Operador manual sobre el pasaje principal.
- Operador manual sobre el orificio piloto.

### Especificaciones técnicas

Ø Conexión	Ø Pasaje mm	Coef. Kv m³/h	Peso en kg.	Temp. máx. y Nº de catálogo en función del material del asiento y sellos				
				90°C				
				Acrílico - Nitrilo	Neopreno	Etilpropileno	Vitón	Teflón
Cuerpo de latón - Normalmente cerrada - Ip mínima 0,5 asiento teflón; 0,2 bar - otros 0,2 bar - Ip máxima: 16 bar								
3/4"	20	5	1,2	1342BA06	1342BN06	1342BE06	1342BV06	1342BT06
1"	26	11	1,7	1342BA08	1342BN08	1342BE08	1342BV08	1342BT08
1 1/2"	38	25	3,1	1342BA12	1342BN12	1342BE12	1342BV12	1342BT12
2"	50	40	4,1	1342BA16	1342BN16	1342BE16	1342BV16	1342BT16
2 1/2"	76	66	19,1	1342BA20	1342BN20	1342BE20	1342BV20	1342BT20
3"	76	85	18,2	1342BA24	1342BN24	1342BE24	1342BV24	1342BT24
Cuerpo de latón - Normalmente abierta - Ip mínima 0,5 asiento teflón; 0,2 bar - otros 0,2 bar - Ip máxima: 10 bar								
3/4"	20	5	1,2	1342BA06INA	1342BN06INA	1342BE06INA	1342BV06INA	1342BT06INA
1"	26	11	1,7	1342BA08INA	1342BN08INA	1342BE08INA	1342BV08INA	1342BT08INA
1 1/2"	38	25	3,1	1342BA12INA	1342BN12INA	1342BE12INA	1342BV12INA	1342BT12INA
2"	50	40	4,1	1342BA16INA	1342BN16INA	1342BE16INA	1342BV16INA	1342BT16INA
2 1/2"	76	66	19,1	1342BA20INA	1342BN20INA	1342BE20INA	1342BV20INA	1342BT20INA
3"	76	85	18,2	1342BA24INA	1342BN24INA	1342BE24INA	1342BV24INA	1342BT24INA

Nota: en las conexiones con sellos y en el pasaje piloto la presión máxima de trabajo con vapor saturado es de 10 bar (160°C).



## ALMÁCIGOS DE TABACO VIRGINIA



Fotografías tomadas en la localidad de San Agustín – La Merced de la provincia de Salta.

## PLANTAS DE TABACO VIRGINIA

