UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Química

DISEÑO DE UNA LINEA PARA LA FABRICACION DE BARRAS DE JABON TRANSPARENTE, A NIVEL DE MEDIANA INDUSTRIA

DAVID ENRIQUE LEZANA QUINTEROS

Trabajo de graduación presentado para optar al título de
INGENIERO QUÍMICO en el grado de Licenciado

Guatemala
1,996

DISEÑO DE UNA LÍNEA PARA LA FABRICACIÓN DE BARRAS DE JABÓN TRANSPARENTE, A NIVEL DE MEDIANA INDUSTRIA.

Vo Bo.

(f) _____
Ingeniero Paulo Emilio Herrera Morales

Tribunal

(f) _____
Ingeniero Eduardo Calderón

(f) _____
Ingeniero Julio Alberto Rivera Palacios

(f) _____
Ingeniero Paulo Emilio Herrera Morales

Fecha de aprobación 9 de mayo de 1996

Dedico este trabajo a.

DIOS. Amor y Plenitud

Maria. Madre de Jesucristo, Salvador del mundo

Mis Padres, por todo el esfuerzo realizado

Mi Hermano, amigo en la vida

Mi colegio Don Bosco, por la educación recibida

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo es diseñar una linea de fabricación de jabon transparente a nivel de mediana industria y evaluar su rentabilidad económica Se tomo como base de fabricación 50,000 unidades mensuales de jabon de 150 gramos cada una

Para lograr el objetivo se determino, primeramente la temperatura y tiempo de neutralización de la mezcla de grasas y aceites naturales de la fórmula utilizada, a partir de un conjunto de 9 corridas que combinan tres diferentes temperaturas y tres diferentes tiempos de neutralización Establecidos estos parámetros, se dimensionaron los equipos de neutralización de grasas y aceites, moldeo del jabón liquido en caliente, enfriamiento del jabon liquido hasta su solidificación, corte del jabón sólido en trozos y troquelado de los trozos de jabon.

Para el análisis económico se estimo la inversion necesaria en equipos para integrarlo con el costo de operación de la linea y establecer el costo unitario de la unidad de jabon transparente producida. La linea presenta un costo unitario del producto de Q 2 43, mientras que un análisis regresivo hacia el de jabón translúcido en el mercado señala que se debe producir a Q 2 64 la unidad Esto indica la competitividad que puede tener la linea Lo anterior queda confirmado con una Tasa Interna de Retorno de 163% y una recuperación de inversion en 8 meses, si se opera la linea a 85% de su capacidad instalada

CONTENIDO

	página
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Generalidades	3
1. Conceptos relacionados con la industria del jabón	3
2. Quimica del jabón	4
3. Variedades de jabones sólidos	5
4. Jabones transparentes	6
5. Tecnología moderna para jabones transparentes	8
B. Producción y comercialización de jabón de glicerina en Guatemala	10
III. JUSTIFICACIÓN	13
IV. OBJETIVOS	15
V. PROBLEMA A RESOLVER	17
VI. METODOLOGÍA	19
A. Formula utilizada durante el modelo de trabajo	19
B. Procedimiento de fabricación	20
C. Parámetros a considerar para las condiciones del proceso de neutralización	20
D. Propiedades evaluadas de las muestras obtenidas	20
1. Método para evaluar la densidad del jabón	21

página

2. Método para evaluar la alcalinidad de las barras 22

3. Método para evaluar la transparencia de las barras 22

E. Equipo utilizado a nivel laboratorio para las muestras 22

F. Reactivos necesarios 24

G. Selección del conjunto de parámetros óptimos del proceso 25

H. Diseño de la línea de producción 25

VII RESULTADOS 27

A. Resultados experimentales 27

B. Resultados de dimensionamiento 29

C. Resultados de los retornos de inversión 31

VIII DISCUSIÓN DE RESULTADOS 35

A. Selección del conjunto de parámetros óptimos del proceso 35

B. Especificaciones del jabón transparente 36

C. Dimensionamiento de los tanques I, II y III 36

D. Dimensionamiento del cuarto frío 37

E. Análisis económico 38

IX CONCLUSIONES 41

X RECOMENDACIONES 43

XI BIBLIOGRAFÍA 45

APÉNDICES 47

Apéndice A 49

A Balance de masa para la fabricación de 50,000 unidades mensuales de jabón transparente 49

B. Cálculos para diseño de la línea de producción de jabón transparente 51

1 Conjunto de parámetros obtenidos en cada corrida 51

2. Diseño del equipo de neutralización 51

a Tanque I 52

b. Tanque II 55

c Tanque III 57

d. Distribución del equipo de neutralización 59

3 Diseño del equipo de moldeo,
a Equipo de moldeo 60

b. Equipo de enfriamiento 61

c. Equipo de corte 62

4. Diseño del equipo de troquelado 64

5 Diseño de la etapa de empaque 65

Apendice B.

A Evaluación económica de la línea de producción 67

1 Análisis regresivo de costo 67

2 Costo de la unidad de jabón producida en la línea 67

a Costos de equipo 68

b Capital requerido para materia prima 69

c Costos de operación de la línea 70

d Costos, ventas y capacidad utilizada de la línea 71

e. Tasa interna de retorno 72

Apendice C

A. Evaluación de la calidad del jabón transparente 75

Apendice D

A Evaluación de la transparencia del jabon 81

Apéndice E

A Cotizaciones de equipo 83

Apéndice F

A Glosario 87

LISTA DE TABLAS, DIAGRAMAS, FIGURAS Y GRÁFICAS

		página
Tabla 0	Formulaciones modernas típicas de jabón transparente	9
Tabla 1	Países que importan jabón translúcido de Guatemala	11
Tabla 2	Fórmula de jabón transparente a utilizar	19
Diagrama 1	Diagrama de fabricación de jabón transparente a nivel laboratorio o industrial	20
Tabla 3	Equipo para hacer muestras a nivel laboratorio	23
Tabla 4	Equipo para evaluar las propiedades de las muestras de jabón	24
Tabla 5	Cantidad de materia prima necesaria en las corridas	24
Tabla 6	Cantidad de reactivos a usar en la evaluación de propiedades	25
Tabla 7	Resultados para cada corrida experimental	27
Tabla 8	Especificaciones del jabón transparente (LABORATORIOS SERQUIM)	28
Tabla 9	Tamaño de Tanques I, II y III	29
Tabla 10	Tamaño de moldes	29
Tabla 11	Tamaño del cuarto de enfriamiento	30
Tabla 12	Resumen de inversión, necesidad de capital, costo y precio de venta unitario del producto	31
Gráfica 1	Costos anuales y ventas anuales vs capacidad de planta	32
Gráfica 2	Tasa interna de retorno para 10 años de operación	33
Gráfica 3	Tasa interna de retorno para 5 años de operación	33
Gráfica 4	Punto de recuperación de inversión de la línea	34
Tabla 13	Demanda de compuestos para producir 370.55 Kg de jabón transparente	50

pagina

Tabla 14	Tiempo de neutralizacion y tiempo final de reacción para cada corrida	51
Tabla 15	Distribución de tiempo de operación por etapa del proceso	52
Figura 1	Perspectiva frontal de los Tanques I, II y III que forman el equipo de neutralización para la línea de jabon transparente	59
Figura 2	Vista de planta para la distribución de los Tanques I, II y III que forman el equipo de neutralizacion para la linea de jabón transparente	59
Figura 3	Perspectiva de la máquina para corte del jabón en trozos previo al troquelado	63
Tabla 16	Análisis regresivo del costo de fabricación de jabón translúcido de venta en el mercado guatemalteco	67
Tabla 17	Resumen de costos de equipos	68
Tabla 18	Necesidad de materia prima para la producción mensual de jabón transparente	69
Tabla 19	Costos de fabricación para la línea	70
Tabla 20	Costos, ventas vs. capacidad utilizada de la linea	71
Tabla 21	Tasa interna de retorno para 10 años de vida de la linea	72
Tabla 22	Tasa interna de retorno para 5 años de vida de la linea	73

I. INTRODUCCIÓN

La industria del jabón en Guatemala está constituida, principalmente, por tres empresas que dominan el mercado debido a un monopolio generado entre ellas mismas; esto les permite su propio y exclusivo desenvolvimiento debido a los altos volúmenes de producción que poseen y los bajos precios en sus productos.

La industria del jabón no ha presentado innovaciones y se mantiene con formulaciones tradicionales, empleando como materia prima base sebo natural y aceites vegetales. Solamente una empresa, que es parte del pequeño grupo que controla el mercado, ha presentado nuevas formulaciones a base de estas materias primas, dando como resultado un jabón del tipo translúcido. Sin embargo, la mayoría de su producción está destinada hacia los mercados internacionales (el nombre de la empresa se omite por razones de patente).

El jabón transparente (que no es lo mismo que jabón translúcido) no tiene fundamentos científicos profundos y es difícil encontrar, incluso a nivel mundial, empresas que se dediquen a la fabricación de este producto. Por el contrario, para el jabón tipo translúcido, se conocen siete productores a gran escala a nivel mundial, incluida la empresa guatemalteca antes mencionada.

Con base en lo anterior, el presente trabajo tiene por objeto diseñar, a nivel de mediana industria y para el mercado guatemalteco, una línea de producción de jabón transparente, basada en una formulación que se ha venido investigando durante 2 años. Para el diseño de la línea, se tomará en cuenta las variables necesarias, como maquinaria, equipos, materias primas y mano de obra, para integrar un valor de inversión, costos y gastos de operación, así como la rentabilidad para llevar adelante el proyecto.

II. ANTECEDENTES

A. Generalidades

1. Conceptos relacionados con la industria del jabón

a. Acción limpiadora del agua. Como es sabido, el agua es un líquido ampliamente utilizado para las labores de limpieza, ya que dentro de sus propiedades presenta una tensión superficial determinada. La tensión superficial del agua limita la acción limpiadora del agua misma, pues evita su dispersión o penetración en las superficies que se quieren limpiar.

En un proceso limpiador óptimo, la tensión superficial del agua debe ser reducida con el fin de facilitar que el agua pueda penetrar a las superficies más difíciles de limpiar, mojarlas y arrastrar las partículas de suciedad.

Los químicos que realizan la acción efectiva de disminuir la tensión superficial del agua, son llamados "agentes surfactantes". Los "surfactantes" ejecutan otras acciones importantes en los procesos de limpieza, actúan como emulsificantes y promueven la suspensión de sólidos hasta que sean arrastrados por el agua; asimismo proveen alcalinidad, la cual remueve suciedad ácida (9).

b. Clasificación de los surfactantes. Se clasifican por las propiedades iónicas (carga eléctrica) que presentan en el agua: aniónicos (carga negativa), no-iónicos (sin carga), catiónicos (carga positiva) y anfotéricos (ya sea carga negativa o positiva) (9).

c. Los jabones. Son surfactantes aniónicos. Son sales de sodio y potasio de ácidos grasos solubles en agua.

d. Historia del jabón en el mundo. Los orígenes de la limpieza personal comienzan básicamente en los tiempos prehistóricos, cuando el hombre se dio

cuenta que el agua le servía, al menos, para quitarse el polvo o lodo de sus manos y cuerpo. Con el tiempo, la evidencia de la preparación (fabricación) del jabón se hace en 2800 a C. (9), cuando se preparaba principalmente a nivel casero. En 1811, un químico francés llamado Michel Eugene Chevreul, encontró la "ciencia moderna de hacer jabón", al hallar la relación entre las grasas, glicerina y ácidos grasos. Estos estudios establecieron la base para la química de las grasas y del jabón. Desde entonces, la industria jabonera y de detergentes se ha desarrollado paulatinamente tomando mucho auge a partir de 1916, cuando se produjo el primer detergente sintético (9). Hoy en día se produce una gran variedad de jabones, desde barras, hasta jabones líquidos, con distintas características según los aditivos que se incluyan en éstos para la acción detergente/limpiadora y de otros aditivos con acciones específicas, según las necesidades del cliente.

2. Química del jabón.

a. Grasas y aceites utilizados en la fabricación del jabón. Las grasas y los aceites usados en la fabricación del jabón pueden ser de origen animal o vegetal. Todos estos compuestos tienen diferentes mezclas de triglicérido, dependiendo del origen de los mismos y de la combinación particular de ácidos grasos que tenga. En una molécula de triglicérido, tres moléculas de ácido graso (R) están adheridas a una molécula de glicerina ($HO\text{-}CH\text{-}(CH_2\text{-}OH)_2$)

$$\begin{array}{c} CH_2 - R \\ | \\ CH - R \\ | \\ CH_2 - R \end{array}$$

Las moléculas de ácido graso son los componentes de las grasas y aceites que se utilizan para fabricar jabón. Estas moléculas son ácidos débiles compuestos de dos partes: (a) un radical carboxílico en un extremo (R-COOH) (8) y (b) una cadena hidrocarbonada adherida al grupo carboxílico del ácido. Dependiendo de la longitud de la

cadena de carbonos, así son las características que tiene un jabón, como suavidad, espumosidad y otras (8).

b. Álcalis. Los álcalis utilizados son hidróxido de sodio (soda cáustica) e hidróxido de potasio (potasa cáustica). Estos compuestos son sustancias químicas conocidas como bases, que reaccionan para neutralizar ácidos.

c. Fabricación de jabones. Actualmente, se fabrican jabones por dos procesos similares pero químicamente distintos. La *saponificación* de grasas y aceites es el proceso mayormente utilizado para la fabricación de jabón. Este método involucra el calentamiento de las grasas y aceites, para hacerlos reaccionar con un hidróxidos para producir jabón, obteniendo agua y glicerina como subproductos (1).

El otro proceso utilizado para la fabricación de jabón es la *neutralización* de ácidos grasos. En éste, los ácidos grasos han sido obtenidos previamente por la hidrolización de grasas y aceites, luego son purificados y ,por último, son tratados con un hidróxido (1).

3. Variedades de jabones sólidos. Existen varias formas en las cuales se puede clasificar los distintos jabones, una de ellas se basa en el proceso de su manufacturación. A continuación se mencionan algunos tipos de jabón de acuerdo a esta clasificación (1).

a. Jabón en barra. Son jabones generalmente obtenidos por un proceso de sedimentación. Pueden utilizarse para lavandería o para tocador.

b. Jabón de glicerina. Generalmente es un jabón de tocador, hecho de sebo y grasas, mezclado con glicerina. El jabón es terminado presentando propiedades de tersura y de manera que sea translúcido a la vista.

c. Jabones especializados. Son aquellos que se someten a procesos fisicos y que con aditivos y diferentes proporciones en la relación de grasas y aceites son destinados principalmente a productos de tocador.

d. Jabón transparente. Debe su nombre a la naturaleza transparente de la pasta final. Esta característica se desarrolla debido principalmente al proceso físico-químico de su fabricación y a la adición de varios compuestos químicos que favorecen y estabilizan la transparencia.

4. Jabones transparentes. Al hablar de los jabones del tipo transparente, se establece una diferencia entre éstos y los del tipo translúcido, aunque ésta no sea apreciada por la mayoría de consumidores.

El jabón translúcido permite cierta visibilidad a través de él, es comúnmente conocido como jabón de glicerina debido a los altos contenidos que tiene de este compuesto. Está elaborado generalmente de sebo, aceite de coco y contiene una pequeña cantidad de rosina, y entre 10 a 20 por ciento de glicerina (1).

El jabón transparente permite leer a través de él y presenta altos contenidos de glicerina (15% a 25%).

En la fabricación de jabones transparentes se utilizan como materia prima las grasas refinadas y aceites vegetales de cadenas cortas de carbono. No importando los aceites utilizados, debe tenerse en cuenta que el alcohol etílico (etanol) es uno de los compuestos más importantes por medio del cual se imparte la transparencia a un jabón. Esto se debe a que es un mejor solvente que el agua, con lo cual promueve la saponificación o neutralización. Por esto, la mayoría de formulaciones de jabón transparente contienen alcohol, el cual es evaporado posteriormente (1).

La glicerina promueve la transparencia, pero en altas cantidades hace al jabón muy suave y poco espumante. El azúcar favorece la transparencia y mejora la estructura del jabón, pero lo hace resbaladizo y sudoroso (1).

a. Métodos y fórmulas. Se han desarrollado varios métodos de proceso y fórmulas para elaborar los jabones transparentes. A continuación se mencionan algunos de éstos:

1. Jabones preparados por disolución en alcohol de un jabón separado: se obtienen disolviendo en un baño de maría, un jabón blanco común en alcohol. Luego se evapora el

alcohol hasta que la disolución soliditique, conservando la transparencia. Puede emplearse la glicerina en vez del alcohol, la cual además de dar transparencia, vuelve al jabón muy suave y humectante (8)

Ejemplo de fórmula (8):

Jabón terminado tipo 80/20	100 Kg
Alcohol etílico de 96°	50 Kg

2. Jabones transparentes directos, método de semicochura: es un método muy similar al anterior, con la diferencia de que no se comienza con un jabón blanco ya terminado, sino más bien el alcohol es agregado inmediatamente después de la saponificación de las grasas (8). Ejemplo de fórmula (8):

Sebo	50 Kg
Aceite de coco	50 Kg
Sosa cáustica de 38°Bé	50 Kg
Alcohol de 96°Bé	50 Kg
Glicerina	20 Kg

3. Jabones transparentes directos, sin alcohol: Debido a que el alcohol es una sustancia de elevado precio, se puede lograr la fabricación de jabones transparentes sin alcohol, utilizando las propiedades de la glicerina, azúcar y del aceite de ricino (8)

Ejemplo de fórmula (8)

Sebo	50 Kg
Aceite de coco	50 Kg
Ricino	50 Kg
Sosa caustica de 38°Bé	50 Kg
Glicerina	40 Kg
Azúcar en solución (50%)	60 Kg

4. Jabones de etanolaminas: las etanolaminas son bases amínicas derivadas del amoniaco, en las cuales uno o más átomos de hidrógeno han sido substituidos por oxhidrilos alcoholicos etilénicos (oxietilénicos). La trietanolamina ($N(CH_3CH_2OH)_3$) es

un liquido incoloro o amarillento, viscoso, muy higroscópico y con reacción débilmente alcalina, muy soluble en agua y en alcohol, forma sales estables con los ácidos Con el acido oleico y con el ácido esteárico forma jabones, de los cuales el primero tiene la consistencia de la vaselina y el segundo la de la cera Los dos son solubles en agua, dando liquidos que al ser agitados producen espuma abundante y persistente que emulsionan fácilmente los aceites grasos y los minerales (1)

Ejemplo de formula (10)

Grasa animal	11.2 Kg
Aceite de coco	5.9 Kg
Acido ricinoléico	4.8 Kg
Acido oleico	21.5 Kg
Antioxidante	0.4 Kg
Etanolamina	18.5 Kg
50% Soda caustica	8.4 Kg
Glicerina	25.0 Kg
Agua	4.3 Kg

5. **Tecnología moderna para jabones transparentes.** Los jabones transparentes han estado en los distintos mercados internacionales por un largo tiempo El más antiguo y conocido es "Pears Transparent Soap", el cual tiene su origen en Gran Bretaña, desde 1789 Le han sido otorgados 25 premios de reconocimiento en exhibiciones desde 1851 hasta 1939, y es reconocido como el mejor producto en la categoria transparente a nivel mundial (4).

Los jabones transparentes tipicos, usualmente se fabrican por medio del proceso de semicochura, en el cual una mezcla apropiada de grasa de carnero y aceites se lleva a reacción con una solución fuerte de hidróxido, en cantidad muy similar a la utilizada para lograr la saponificación completa La glicerina que se forma por la reacción de saponificación se deja en la masa resultante de jabón. Algunos aditivos se agregan para ayudar y promover la transparencia en el jabón; estos aditivos dan un estado de gel en la

masa, lo cual disminuye grandemente el desarrollo y formacion de cristales fibrosos, que causan la opacidad en las masas jabonosas. La mezcla jabonosa resultante se vierte en caliente en moldes y se deja solidificar.

La produccion de jabones transparentes requiere el uso de materias primas muy puras, con un minimo de color y olor (10).

TABLA 0

Formulaciones modernas tipicas de jabon transparente

Materia Prima	I	II	III	IV	V
Sebo	50	80	75	58	75
Aceite de coco	30	100	75	17	20
Aceite de castor	10	80	---	8	--
Rosina	5	---	50	17	5
Soda caustica	51	133	100	47	51
Alcohol	60	30	80	25	60
Azucar	--	180	80	---	--
Glicerina	5	---	---	25	5

Formulaciones de jabon transparente producidas por la saponificacion directa de grasas en presencia de alcohol

Tomado de la Revista Happy,1993. See Trhough Soaps.

Las formulaciones mostradas en la Tabla 0, son producidas por saponificación directa de las grasas en presencia de alcohol, en una marmita cerrada y equipada con un condensador para controlar la pérdida de alcohol. Las grasas en conjunto con el alcohol se calientan a 60 - 70°C y el hidróxido es agregado paulatinamente. Luego que la saponificación ha sido completada, se añaden los retardadores de cristalización (para favorecer la transparencia). El exceso de álcali se ajusta, y aditivos como perfume y color se vierten a la solución, la cual al estar homogénea, se coloca en moldes para su enfriamiento (5).

Debido a la presencia de alcohol y rosina, y su alta alcalinidad (pH 9.6), muchos jabones transparentes y de glicerina tienden a causar resequedad en la piel. Para superar

este problema, Fromont desarrolló una formulación transparente basada en una mezcla de sodio y trietanolamina (TEA), con ácido esteárico, la cual contiene un exceso de TEA, glicerina y otros aditivos. Este jabón ha mostrado ser suave y de una mayor habilidad de enjuague. El inventor se refirió a esta propiedad como "neutrogeneous" y en la actualidad es comercializado bajo el nombre "Neutrogena" (4).

B. Producción y comercialización de jabón de glicerina (tipo translúcido y transparente) en Guatemala.

En el mercado guatemalteco se encuentran básicamente dos (2) tipos de jabones en pastilla: (a) jabón convencional opaco y (b) jabón translucido, sea este nacional o importado.

Por investigaciones a base de entrevistas a distintos personeros de la industria jabonera en Guatemala, se tiene la siguiente información sobre jabones de glicerina, sean estos translúcidos o transparentes.

Solamente una empresa nacional se dedica a la producción de jabón translúcido desde hace aproximadamente 5 años. Cuenta con cuarenta (40) años de experiencia en la industria jabonera y debido a esto y a la asistencia técnica brindada por especialistas europeos y estadounidenses, ha logrado la innovación del jabón translúcido. Este tipo de jabón le ha permitido situarse dentro de las siete empresas productoras más grandes a nivel mundial de este producto.

Las fórmulas utilizadas por esta empresa son guardadas con mucho recelo. Para el caso de la empresa nacional dedicada a la fabricación de jabón translúcido, se utiliza principalmente aceite de palma, aceite de coco y sebo natural como materias primas. Su proceso de fabricación incluye desde la etapa de preparación, purificación y refinación de las materias primas, hasta la saponificación, homogenización, extrusión, empaque y comercialización del producto final.

Para esto, cuenta con lo que sus representantes llaman "Maquinaria para el Estado de Arte", "la cual fue adquirida e instalada con el objeto de hacer y adaptarse a la fabricación de productos de alta calidad para el mercado del presente y del futuro".

Esta empresa mantiene una fuerza laboral de 300 empleados y se estima que produce setenta y seis (76) millones de barras de jabón translúcido al año El 98% de su producción es destinada a la exportación a los siguientes paises

Tabla 1

Paises que importan jabon translúcido de Guatemala

- Estados Unidos	- Italia	- Australia
- Suecia	- Alemania	- Suiza
- Canada	- Turquia	- Rusia
- México	- Portugal	- Inglaterra
- Francia	- Nueva Zelandia	- España
- Bélgica	- Finlandia	- Grecia
- Holanda	- Egipto	- Argentina

Los precios de exportación que manejan con sus clientes varian entre Q 2 20 y Q2 78 por unidad de jabón, con una masa de 125 gramos, producto puesto en Guatemala

Para el consumo nacional guatemalteco se deja el 2% de su producción, estimándose ésta en unas 130,000 unidades de consumo mensual La comercialización que se lleva a cabo en Guatemala está otorgada en exclusividad a una cadena de tiendas de reconocido prestigio en el pais Los precios al consumidor final en Guatemala, para el jabon translúcido nacional, son de Q4 00 y Q5 00 por unidad para pastillas de 100 y 125 gramos respectivamente

En conjunto con el jabón translúcido producido localmente, en el mercado nacional se encuentra el jabón translúcido importado El consumo combinado entre las distintas marcas que se pueden encontrar se estima en 50,000 unidades mensuales Los precios al consumidor final son más altos que el jabón translúcido nacional y varian entre Q 6 50 hasta Q 20 00 por unidad en presentación de 100 gramos

Los personeros de la empresa nacional productora del jabon translúcido indicaron que han llevado a cabo estudios para la obtención de un jabón transparente, sin

embargo, no han alcanzado los resultados deseados debido a la apariencia final del producto, su consistencia y en algunos casos, debido al alto costo que les representan ciertos procesos empleados que no se mencionaron por razones de uso propio

III. JUSTIFICACIÓN

La industria jabonera del país no cuenta en la actualidad con empresas que se dediquen a la fabricación de jabón transparente Aun en nuestro medio, este tipo de jabón no es muy conocido por los consumidores y su disponibilidad en el mercado es muy poca, reduciendose a jabones importados con precios de venta muy elevados, comparado con los jabones opacos y translúcidos.

En el presente trabajo se diseña y evalúa una linea de fabricación de jabón transparente, independiente de las empresas que conforman el monopolio existente para la industria del jabón.

Debido a que en nuestro país la comercialización de jabones translúcidos está otorgada en exclusividad, el presente proyecto busca llenar las expectativas de los comercializadores nacionales que se encuentran excluidos de la participación de comercializar estos productos, a causa de las concesiones pactadas entre los grandes productores y los grandes comercializadores

El jabón transparente es de amplia aceptacion en los países extranjeros, los cuales presentan demandas bastante grandes; debido a lo anterior, este trabajo es una guia para el desarrollo de proyectos a mayor escala

IV. OBJETIVOS

A. General:

1 Diseñar una linea de fabricación de jabón transparente, partiendo de una fórmula establecida.

B Específicos:

1. Determinar la relación óptima de parámetros de temperatura y tiempo de neutralización para la fórmula base establecida.

2. Determinar las características del jabón transparente ofrecido por la fórmula base establecida.

3 Diseñar el equipo de neutralización para la linea de fabricación de jabón transparente

4 Diseñar el equipo de moldeo, enfriamiento y corte para la linea de fabricacion de jabon transparente

5 Diseñar el equipo de troquelado para la linea de fabricación de jabón transparente

6 Diseñar la etapa de empaque para la linea de fabricacion de jabon transparente

7 Establecer el costo del producto en base al diseño del equipo, del proceso de operacion y de los costos de materia prima

V. PROBLEMA A RESOLVER

Con el presente proyecto se pretende

A. Desarrollar en la industria nacional del país una línea de jabón transparente, ya que no se tiene actualmente.

B. Dar propuestas de solución concretas al proceso de fabricacion de jabon transparente en Guatemala, principalmente a niveles medianos.

C. Evaluar la posibilidad de ofrecer jabón transparente al consumidor, a un menor costo y la misma o mejor calidad que el importado.

VI. METODOLOGÍA

A. Fórmula utilizada durante el modelo de trabajo

La fórmula que se utiliza para el diseño de la linea de fabricación de jabón transparente, ha sido proporcionada directamente del departamento técnico de una empresa multinacional de gran renombre, que se dedica a la venta de las principales materias primas en la fabricación de este jabón (de esta empresa se omite el nombre por razones de propiedad) Su desarrollo no conlleva un fundamento cientifico profundo y comprobado, pero ha demostrado ser efectiva

Tabla 2

Fórmula de jabón transparente a utilizar

INGREDIENTE No	CODIGO	%MASA
1	INT001	14.04
2	INT002	26.22
3	INT003	32.78
4	INT004	2.00
5	INT005	18.60
6	INT006	4.96
7	INT007	1.40
8	INT008	0.10

Por razones de propiedad en la publicación del trabajo, se hace referencia a los ingredientes de la formula, bajo códigos. Esto no impide para que los personeros y asesores de la Universidad del Valle de Guatemala puedan conocer el equivalente.

B. Procedimiento de fabricación:

El procedimiento de fabricación a nivel laboratorio se describe a continuación

A) Pesar todos lo ingredientes a utilizar

B) Mezclar 1 y 2. Fundir a 50°C.

C) Mientras B funde, verter 6 y 7 en 5. Agitar cuidadosamente hasta disolver totalmente. Permitir que la temperatura alcanzada se estabilice a 55°C.

D) Cuando B esté lista, verter 3 y 4 con agitación continua en B. Permitir que la temperatura se estabilice a 60-62°C.

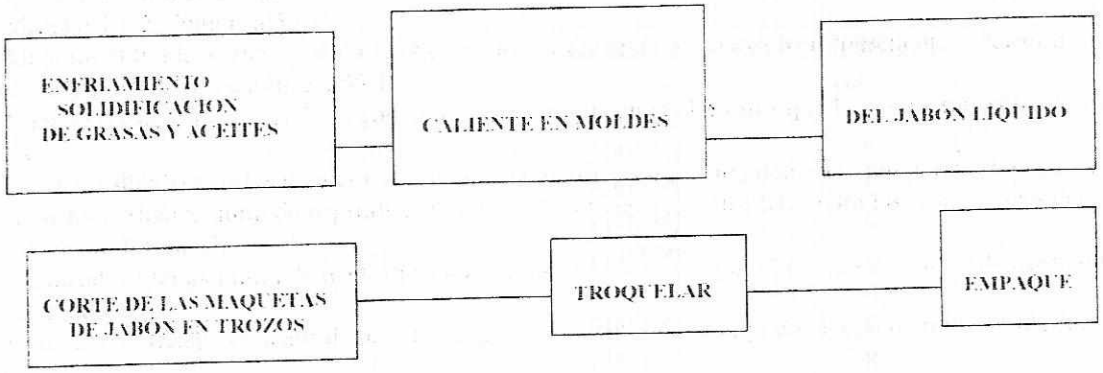
E) Una vez estabilizadas las temperaturas de C y D, vertir C en D y mantener la temperatura a la cual se evalúa la fórmula (temperatura de neutralización, ver "Parámetros a considerar para las condiciones del proceso de neutralización")

F) Alcanzada la temperatura de neutralización, permitir la reacción por el tiempo de neutralización que se está practicando

G) Cumplido el tiempo de neutralización, agregar 8 y vertir el jabón líquido obtenido en los moldes de enfriado

H) Permitir el enfriado hasta obtener una masa sólida de jabón, sacar el producto de los moldes

Diagrama 1
Diagrama De Fabricación De Jabón Transparente a Nivel Laboratorio o Industrial



Etapas en la fabricación de jabón transparente

C. Parámetros a considerar para las condiciones del proceso de neutralización

Los parametros del proceso de neutralización que se tomaron en cuenta para determinar las condiciones de proceso a seguir en el diseño de la linea, son los siguientes

1 Temperatura de neutralización
2 Tiempo de neutralización

La variación de los parámetros del proceso de neutralizacion antes mencionados se

hicieron de la siguiente manera:

a Se mantuvo fijo cada uno de los tiempos de neutralizacion, mientras se varió la temperatura de neutralización. Se utilizaron tres temperaturas de neutralización diferentes, siendo éstas:

Temperatura de neutralizacion 1:	70°C
Temperatura de neutralización 2:	80°C
Temperatura de neutralización 3:	90°C

b Se mantuvo fija cada una de las temperaturas de neutralización seleccionadas, mientras se varió el tiempo de neutralización. Se utilizaron tres tiempos distintos, siendo estos:

Tiempo de neutralización 1:	25 minutos
Tiempo de neutralización 2:	45 minutos
Tiempo de neutralización 3:	60 minutos

c Se tomó como punto final de la reacción, aquel punto en el cual el sólido presente en el líquido quedó totalmente disuelto.

Se utilizaron moldes de plástico para verter el jabón líquido en ellos.

D. Propiedades evaluadas de las muestras obtenidas

Las propiedades evaluadas del producto final son:

- Especificaciones de COGUANOR
  - Materia grasa insaponificada
  - Materia grasa insaponificada más materia grasa insaponificable
  - Materia insoluble en alcohol
  - Acido libre
  - Alcali libre
  - Cloruros
- Densidad (producto líquido y producto sólido)
- Alcalinidad
- Transparencia

1. **Método para evaluar la densidad del jabón**

Jabón en fase líquida: se determinó la densidad del jabón en fase líquida. para cada una de las temperaturas de neutralización a trabajar, según el procedimiento siguiente

A' Tarar una probeta de 10 ml
B' Verter el jabón en fase líquida en la probeta.
C' Determinar la masa de la probeta con el contenido de jabón
D' Reportar los resultados.
E' Obtener la masa del jabón (por diferencia), y dividirlo entre el volumen ocupado de la probeta para calcular la densidad.

Jabón sólido: se determino la densidad del jabón transparente en fase sólida según el procedimiento siguiente

A" Cortar bloques de jabón con medidas uniformes.
B" Determinar las medidas del bloque y calcular su volumen.
C" Determinar la masa del bloque de jabón
D" Calcular la densidad dividendo la masa entre el volumen del bloque.

2. **Método para evaluar la alcalinidad de las barras**

A''' Pesar 0.5 gramos del jabón obtenido y disolver en 50 mililitros de agua destilada
B''' Calibrar el medidor de pH.
C''' Terminados A' y B', medir el pH de A'.
D''' Tomar la lectura obtenida.

3. **Método para evaluar la transparencia de las barras**

A'''' Tomar una barra de 5 milímetros de espesor cuadrado.
B'''' (Utilizar la carta en la sección de anexos).

E. **Equipo utilizado a nivel laboratorio para las muestras**

Las muestras trabajadas fueron de 0.800 Kg cada una

1. **Equipo para hacer las muestras**

Tabla 3

Equipo	Cantidad (Unidades)
Beaker 200 ml	1
Beaker 100 ml	3
Termómetro	2
Estufa	1
Varilla de agitación	2
Vidrio de reloj	4
Espátula	2
Moldes	4
Balanza	1

2. **Especificaciones**

Beaker 100 ml, ± 5 ml Rasotherm, Made in Germany
Beaker 200 ml, ±10 ml Rasotherm, Made in Germany
Termómetros. VWR Scientific, -20 a 150°C, ± 0.5°C Cat No. 61010-041 Made in USA
Estufa. Atlas Electrica, S.A., 120 volts, 16 amp. MOD 24E1-20. Hecho en Costa Rica
Varilla de Agitación Kimax, MEX. No. 40500
Balanza, Triple Beam Balance, OHAUS, 700 Series, 0.1g a 3,110g
pH Meter, PS-15, Cat.No. 475810, Range 0.0 - 14.0 pH. Accuracy ± 0.2 pH

3. **Equipo para evaluar las propiedades y especificaciones de las muestras** Las propiedades evaluada para las muestras obtenidas son transparencia y alcalinidad (pH) Las especificaciones de COGUANOR se determinaron en Laboratorios SERQUIM (Laboratorio privado autorizado por LUCAM)

Tabla 4

Equipo para evaluar las propiedades de las muestras de jabón

Descripción del equipo		Cantidad (Unidades)
PH Meter/Potenciómetro		1
Balanza		1
Probeta (50 ml)		1

F. **Reactivos necesarios:**
Para las muestras de laboratorio

Tabla 5

Cantidad de materia prima necesaria en las corridas

COMPUESTO		CANTIDAD (kilogramos)
INT001		1.10
INT002		2.00
INT003		2.45
INT004		0.25
INT005		1.45
INT006		0.45
INT007		0.15
INT008		0.07

En la evaluación:

Tabla 6

Cantidad de reactivos a usar en la evaluación de propiedades

COMPUESTO	CANTIDAD (Kilogramos)
Agua	1.000

G. Selección del conjunto de parámetros óptimos del proceso

Para esta selección se tomaron en cuenta las propiedades de transparencia y alcalinidad que presentan las barras finales y la relación de tiempo de reacción vs. temperatura

H. Diseño de la línea de producción

1. **Diseño del equipo de neutralización.** Se tomó como base de producción para una mediana industria, lo necesario para producir un consumo mensual de 50.000 unidades de jabón de 150 gramos cada una. Utilizando los parámetros de reaccion seleccionados en conjunto con el procedimiento de fabricación, se trasladó a una escala mayor, para la producción de masa o volumen necesario según la base seleccionada

Los equipos diseñados son:

Tanque principal de reacción
Tanque para contener los compuestos codificados INT005, INT006 e INT007.
Tanque para contener los compuestos codificados INT003 e INT004

2. **Diseño del equipo de moldeo, enfriamiento y corte.** Utilizando el conjunto de parámetros seleccionados para esto y fijando el tiempo de enfriamiento se calculó el tamaño de los moldes de enfriamiento, así como el tamaño del cuarto de enfriamiento que se necesita para solidificar el jabón liquido.

En el cuarto de enfriamiento se disminuye la temperatura del jabón liquido de 70°C hasta 45°C (temperatura en la cual el jabón ya es un sólido) en una hora.

El equipo de corte se refiere al instrumento que corta en trozos las maquetas obtenidas de las bandejas.

3. **Diseño del equipo de troquelado.** Diseñado para la capacidad de producción que se tiene El troquelado se refiere a la acción de impartir cualquier forma característica a manera de presentación del jabón sólido

4. **Diseño de la etapa de empaque.** El diseño de esta parte de la linea se redujo a calcular el número de operarios requeridos para mantener un empaque continuo utilizando la cantidad de unidades que un operario empaca por hora.

5. **Evaluación global de la línea de producción.** Se evaluó la línea de tres maneras diferentes (1) comparando el costo de producción de la unidad de jabón con el costo obtenido por un análisis regresivo del jabón traslúcido que se encuentra en el mercado. (2) utilizando establecido el costo del producto, se determinó la tasa interna de retorno del proyecto para 10 y 5 años y (3) se determinó el tiempo de recuperación de inversion para tres puntos de operacion de la capacidad instalada de la linea

VII. RESULTADOS

A. Resultados experimentales:

Tabla 7

Resultados para cada corrida experimental

No Corrida	Temperatura final (°C)	Tiempo de Neutralización (m)	Tiempo final de Reaccion (m)	Apariencia del producto
1.00	**70.00**	**25.00**	**11.00**	**transparente**
2.00	70.00	45.00	13.00	transparente
3.00	70.00	60.00	12.00	transparente y sudoroso
4.00	80.00	25.00	2.00	transparente y sudoroso
5.00	80.00	45.00	4.00	transparente y sudoroso
6.00	80.00	60.00	2.00	transparente y sudoroso
7.00	90.00	25.00	2.00	opaco y sudoroso
8.00	90.00	45.00	2.00	opaco y sudoroso
9.00	90.00	60.00	2.00	opaco y sudoroso

Tabla que muestra las condiciones de temperatura y tiempo de neutralizacion en cada corrida, asi como el tiempo final de la reaccion y la apariencia del jabon obtenido. La corrida 1 muestra las condiciones para la corrida seleccionada

Tabla 8

Comparación de especificaciones de jabón transparente (corrida 1) vs. requisito COGUANOR

Característica	Requisito COGUANOR	Determinación Experimental
Materia grasa insaponificada	1.00%	0.32%
Materia grasa insaponificada		
mas materia insaponificable	1.25%	1.08%
Materia insoluble en alcohol	2.75%	1.20%
Acido libre (ácido oleico)	0.3%	9.87%
Alcali libre (hidróxido de sodio)	0.05%	0.51%
Cloruros (cloruro de sodio)	0.8%	0.36%

Tabla que muestra las especificaciones obtenidas del jabón transparente y las compara contra las especificaciones para jabones de tocador reguladas por COGUANOR

B. Resultados de dimensionamiento:

Tabla 9

Tamaño de tanques I, II y III

	DIAMETRO DE LA ESFERA Y/O CILINDRO (m)	ALTURA DEL CILINDRO (m)	TAMAÑO DE LA RESISTENCIA (m)	MATERIAL DE CONSTRUCCION (kw)
TANQUE I	0.78	0.48	10	Acero Inox. 304
TANQUE II	0.53	0.41	N.A.*	Acero Inox. 304
TANQUE III	0.45	0.35	N.A.*	Acero Inox. 304

*N.A.: No aplica

En este cuadro se muestran las dimensiones de cada uno de los tanques utilizados en la etapa de neutralización de la línea de fabricación de jabón transparente.

Tabla 10
Tamaño de moldes

	ALTURA DEL MOLDE (m)	LARGO DEL MOLDE (m)	ANCHO DEL MOLDE (m)
MOLDES	0.06	1.35	0.45

En este cuadro se muestran las dimensiones de cada molde, utilizados en la etapa de moldeo de la línea de fabricación de jabón transparente.

Tabla 11
Tamaño del cuarto de enfriamiento

	ALTURA DEL CUARTO (m)	FRENTE DEL CUARTO (m)	FONDO DEL CUARTO (m)	VENTILADOR (pies3 m)	TAMAÑO DEL MOTOR (HP)
CUARTO FRIO	1.2	1.55	0.52	64.141	5

En este cuadro se muestran las dimensiones del cuarto de enfriamiento utilizado en la etapa de enfriamiento así como el tamaño del ventilador y del motor utilizado en el mismo.

C. Resultados económicos de la línea

Tabla 12

Resumen de inversión, necesidades de capital, costo y precio de venta unitario del producto

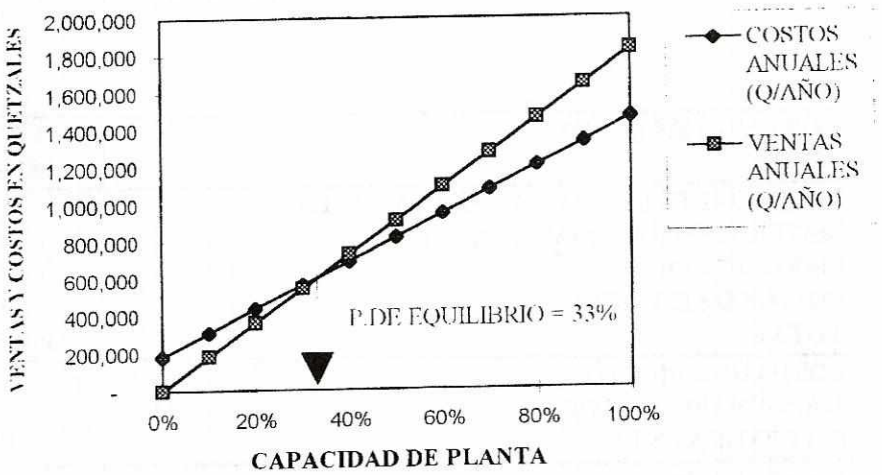
INVERSION EN EQUIPO		182,600
TOTAL		**182,600**
NECESIDADES DE CAPITAL PARA 3 MESES		
MATERIA PRIMA Y MATERIALES		303,954
MANO DE OBRA		46,238
COSTOS DE ENERGIA		1,446
TOTAL		**351,638**
COSTO UNITARIO (Q/U)		2.43
MARGEN PRODUCTOR	20%	
PRECIO DE VENTA		3.04

Valores en Quetzales

En este cuadro se muestra el resumen de inversión para la línea de fabricación de jabón transparente, la necesidad de capital para que la línea opere tres meses y el precio de venta a partir del cual se estableció el análisis económico de la línea.

Gráfica 1

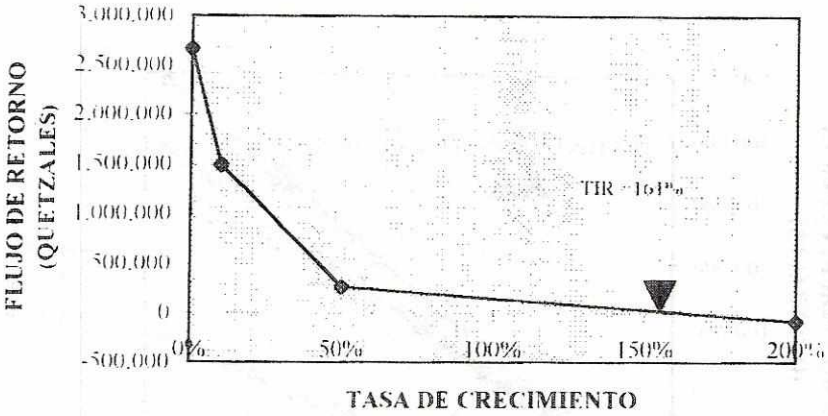
Costos anuales y ventas anuales vs. Capacidad de la planta (punto de equilibrio)



Esta gráfica muestra los costos y ventas anuales vs. la capacidad utilizada de la planta. El punto en el cual los costos y las ventas son iguales muestra el punto de equilibrio de la planta en función de la producción.

Gráfica 2

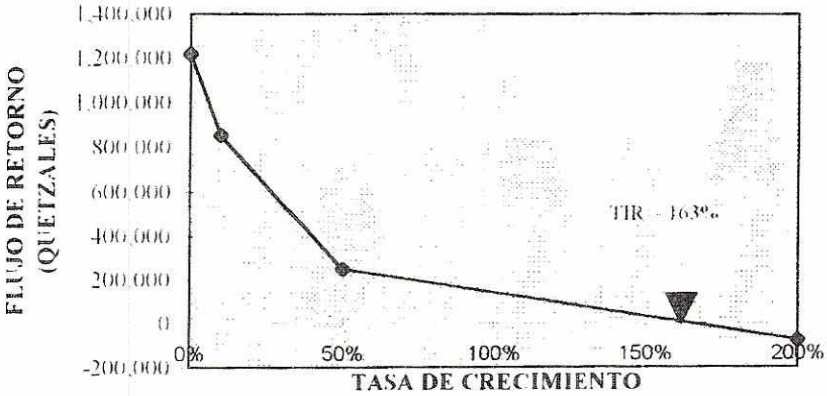
Tasa Interna de Retorno (TIR) para 10 años de operación



La tasa interna de retorno o recuperación del proyecto para 10 años es una medida de la rentabilidad que se tiene. Específicamente indica que se tiene una mejor tasa de interés que la ofrecida por el mercado bancario guatemalteco.

Gráfica 3

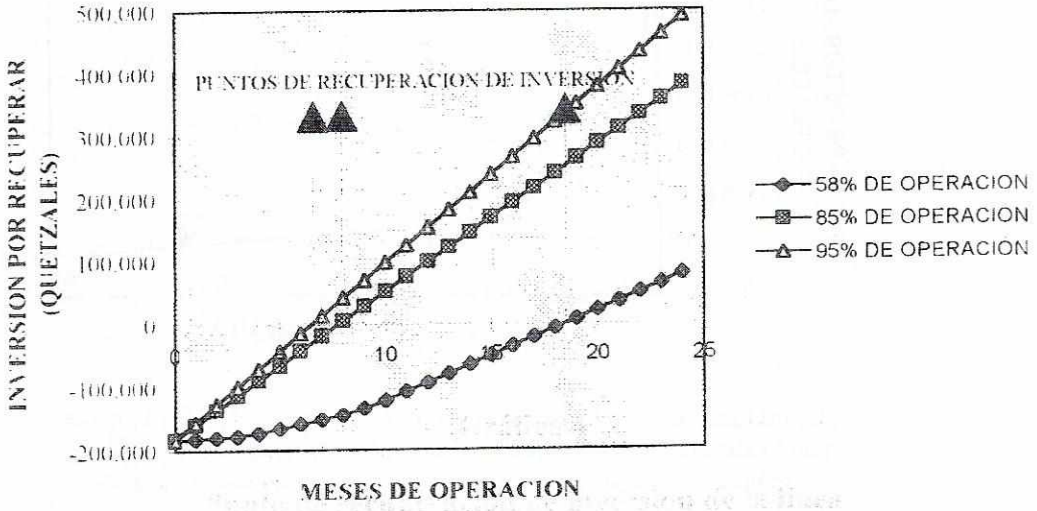
Tasa Interna de Retorno (TIR) para 5 años de operación



La tasa interna de retorno o recuperación del proyecto para 5 años es una medida de la rentabilidad que se tiene. Específicamente indica que se tiene una mejor tasa de interés que la ofrecida por el mercado bancario guatemalteco.

Gráfica 4

Punto de recuperación de inversión de la línea



La gráfica indica tres diferentes puntos de recuperación de inversión de la línea dependiendo la capacidad utilizada de producción que se tiene. Se muestra que a 57.5% de operación la inversión se recuperara en 18 meses. El período de recuperación mínimo se da al 95% de la capacidad y es aproximadamente 6 meses

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

A. Selección del conjunto de parámetros óptimos del proceso:

A partir de la metodologia utilizada, al tener las combinaciones de tres diferentes temperaturas y tres diferentes tiempos de neutralización, se presentan en total nueve alternativas en los parámetros que rigen el proceso.

Debido a que las caracteristicas finales, principalmente transparencia y textura del producto, son las que determinan los parámetros a utilizar, se lleva a cabo el siguiente analisis de las nueve corridas realizadas, tres de ellas (corrida 7, 8 y 9) no poseen la transparencia requerida en el producto final, es decir producen un jabón opaco. Estas corridas presentan en común una temperatura de neutralización de 90°C independientemente del tiempo de neutralización permitido. Las causas de esta opacidad en el producto no son objeto del presente proyecto, por lo cual se omite su investigación y discusión en este informe. Simplemente se concluye que para los propósitos del mismo, este parámetro en común, mencionado con anterioridad, no es favorable en el proceso, a pesar que en los resultados se muestra que el tiempo final de la reacción experimentado en estas corridas sea el menor.

La presencia del compuesto INT003 en la formulación del jabón, el cual pertenece al grupo orgánico de las aminas, da como resultado la característica de *sudoración* encontrada en las corridas 3,4, 5, 6, 7, 8 y 9. Al ser las aminas compuestos de fácil oxidación a circunstancias como humedad, luz y altas temperaturas, el estar sometida a temperatura de 80°C o expuestas por largos períodos de tiempo al calor, conlleva una cierta oxidación que se manifiesta por la sudoración mostrada en la superficie del jabon sólido.

La presencia de esta sudoración en el jabón no favorece la presencia y textura del mismo, creando desconfianza en el consumidor, a pesar que la sudoración puede ser otra especie no definida de jabón producido por una reacción lateral favorecida por altas temperaturas en el proceso de neutralización al estar presente jabón normal con el

compuesto INT003

Al tener como alternativa disponible las corridas 1 y 2, se puede seleccionar cualquiera de ellas, ya que ambas cumplen con las caracteristicas que se demandan en el jabon (transparencia y textura). Sin embargo, por determinaciones propias de optimización de tiempo en el proceso, se ha elegido los parámetros de la corrida 1, temperatura de neutralización de 70°C y tiempo de neutralización de 25 minutos.

B. Especificaciones del jabón transparente:

Los resultados obtenidos de las especificaciones del jabón transparente por parte Laboratorios SERQUIM (ver Tabla 8), utilizando como parámetros de comparación los establecidos por las normas COGUANOR, muestran que las barras transparentes cumplen en 90% con las exigencias para jabones de tocador fabricados por métodos tradicionales. Este resultado se considera bueno para el proceso, ya que al utilizar procesos diferentes a los tradicionales se obtienen resultados cercados a los exigidos; sin embargo debe exponerse los resultados a las autoridades de COGUANOR debido a que el metodo de fabricación y la relación entre las materias primas en el jabón transparente es técnicamente diferente a los tradicionales; siendo éstas las causas principales en las diferencias de las categorías de acido libre expresado como acido oleico y álcali libre expresado como hidroxido de sodio.

C. Dimensionamiento de los tanques I, II y III:

La tabla 9 en la sección de Resultados muestra las dimensiones para cada uno de los tanques involucrados en la etapa de neutralización del proceso. Estas dimensiones se obtuvieron en la base de fabricación de 50,000 unidades de jabón mensuales. Por tratarse de una industria mediana, la fabricación se justifica en una operacion batch que corresponde a las dimensiones relativamente pequeñas de los equipos.

El valor obtenido para la resistencia eléctrica del Tanque I puede variar según el tiempo de fundición que se requiere para los compuestos INT001 e INT002. Así, por ejemplo, el valor obtenido corresponde a una hora de fundición, si se quisiera mejorar el tiempo de fundición se requeriria una resistencia mayor.

Los tanques II y III no requieren suministro de calor debido a que los compuestos que contienen se encuentran en fase liquida y al entrar en contacto con los compuestos INT001 e INT002 del Tanque I reaccionan exotérmicamente proporcionando la energia necesaria para llevar a cabo la neutralizacion y formación de jabón.

Es necesario que los equipos principales (tanques y tuberias) que tienen contacto con los compuestos iniciales (materias primas) y con el producto final, sean de acero inoxidable debido principalmente a la resistencia corrosiva que presenta. La clase 304 de acero inoxidable se consigue y es trabajada localmente, además de ser resistente a la temperatura de operación y a la corrosión. Otra alternativa seria la clase 316, la cual es mas estable que el 304 para condiciones de operación mas exigentes en corrosión, pero es mas caro. Cualquiera de las clases antes mencionada puede ser utilizada. Por satisfacer las necesidades del proceso y por costo se utiliza en la construcción la clase 304.

En todas aquellas partes de los equipos que no tienen contacto con el producto o materias primas, tal como estructuras de soporte , se debe utilizar hierro con recubrimientos indusriales anticorrosivos para su protección del ambiente de trabajo. Los moldes de troquelado se hacen de bronce o samak (aleación de antimonio- zinc) y deben ser con acabados lisos para mejor presentación del producto y su fácil limpieza.

D. <u>Dimensionamiento del cuarto frío</u>:

Como se muestra en el Tabla 11, el cuarto de enfriamiento no ocupa un espacio grande y el calor a retirar en una hora es de 21 kw. Este valor es alto comparado con el requerimiento de calor para fundir INT001 e INT002 debido a la mayor cantidad de masa que se debe enfriar y a valores muy iguales de calor latente de solidificación (fusión). No se cuenta con un valor exacto de este último para el jabón, la aproximación usada utiliza

los valores de los ingredientes que lo forman en proporción, según la composición de éstos en el jabón.

E. Análisis económico

Tal y como indican las Gráficas 2 y 3 en la sección de Resultados, la Tasa Interna de Retorno (TIR) para la línea varía poco y el mínimo es 161% anual para 10 años. La TIR obtenida es un valor económico que muestra la rentabilidad de la línea como muy buena, ya que es un valor que está por encima de las tasas de interés bancario en Guatemala (16% - 19%).

Los valores de inversión en equipo, accesorios e instalaciones, ascienden a Q182,600. Este valor podría parecer bajo, pero debe tomarse en cuenta que se está evaluando una línea complementaria para una industria mediana cosmética ya establecida. En otras palabras, la infraestructura física no está considerada, ya que se cuenta con ella.

El punto de equilibrio de la línea se establece cuando ésta opera al 33% de su capacidad, según la Gráfica 1 (Resultados). Este valor implica que la línea cubre sus costos desde un punto bajo de operación, lo que indica que la utilidad se percibe desde 33% de operación. Todo esto concuerda con la TIR obtenida.

El precio de venta para el cual se realizaron los cálculos de rentabilidad está en función del costo de producción mínimo por pastilla que tiene la línea. Esto se presenta a un 100% de capacidad utilizada. Esto implica que el precio de venta utilizado es menor que el calculado a partir del análisis regresivo que sería Q.3.30 por unidad (Anexo B, Sección B.1). Si se hubiera utilizado el costo obtenido regresivamente, la TIR sería mayor y el proyecto presentaría mayor rentabilidad.

No se puede predecir con exactitud a qué se debe la obtención de un costo menor al establecido por el mercado, ya que entran en cuenta parámetros como franquicias (de existir alguna), precios en materias primas y márgenes de ganancia de los productores. Se atribuye principalmente a los márgenes que están ganando los productores, es decir que el 20% estipulado para esta línea sea menor al de otros fabricantes (30% ó 40%). En

este caso el costo de fabricación propio habría de ser mayor o igual que el de los otros.

La Gráfica 4 muestra tres puntos que indican la recuperación de la inversión en la línea para tres distintas capacidades de utilización de la planta. Para el caso de 58% de operación, la línea recupera la inversión en 18 meses de trabajo, lo cual no se considera un tiempo excesivo, ya que se tienen referencias de empresas transnacionales que aceptan hasta 36 meses de recuperación. Si la línea operara al 95% de su capacidad, la inversión se recupera en 6 meses de trabajo. El punto de operación de la línea está principalmente relacionado con la demanda que se tenga del producto.

IX. CONCLUSIONES

A. La corrida experimental que proporciona la relación óptima determinada entre temperatura y tiempo de neutralización para la fabricación de jabón transparente con la fórmula establecida es la que operó a 70°C y 25 minutos.

B. El tiempo de neutralización es menor que el supuesto de 25 minutos para la corrida experimental seleccionada (a 70°C de temperatura de neutralización).

C. A pesar de no tener establecidas en Guatemala las especificaciones para jabones transparentes terminados, el análisis de las barras de jabón cumple con las especificaciones de jabones de tocador establecidas por COGUANOR en 90%. Esto se considera bueno, a pesar que se obtienen especificaciones cercanas a las estipuladas para un proceso de fabricación diferente al utilizado en este proyecto, debido a que el producto va a satisfacer demandas y necesidades similares.

D. La línea producción de jabón transparente diseñada presenta un costo unitario de fabricación menor que el de jabón translúcido en el mercado, partiendo de un análisis regresivo y asumiendo que los productores operan con los mismos márgenes de utilidad. El costo es de Q.2.42 contra el de Q.2.64 proporcionado por el análisis regresivo.

E. La línea de producción de jabón transparente diseñada tiene un punto de equilibrio del 32% y una Tasa Interna de Retorno de 161%, lo cual implica bajo riesgo para operar con pérdidas y una rentabilidad económica por encima de la ofrecida en el mercado financiero del país.

X. RECOMENDACIONES

A. Aumentar el rango de corridas alrededor del conjunto de parámetros seleccionado, para determinar una mejor relación entre los parámetros de temperatura de neutralización y tiempo de neutralización. Con esto se logrará disminuir el tiempo de reacción y favorecer los costos de producción. Tomar en cuenta las características del producto final en cada corrida.

B. Tramitar y discutir con los personeros de COGUANOR las especificaciones de barras de jabón transparente, ya que el proceso de fabricación, terminado y relación de materias primas es técnicamente distinto a los tradicionales.

C. Diseñar para una industria a gran escala la fabricación de jabón transparente, con los mismos conceptos básicos planteados. Se logrará mayor competitividad en costos, implementando automatización y un mejor control de calidad.

D. Emplear el margen de utilidad establecido del 20% para la línea diseñada, ya que brinda resultados económicos satisfactorios a pesar que la competencia pudiera tener un mejor margen. Aumentar el margen establecido podría afectar en la demanda del producto y favorecer a la competencia.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Bannerjee, R. Manufacture of Soap. Industry Publishers, Ltd., 2 ed. 1950 Calcutta.

2. COGUANOR. Especificaciones para Jabón de Baño. 1989.

3. Emery Group. Specifications and Characteristics of Fatty Acids and Fatty Alcohols.

4. Formo, M. Bailey´s Industrial Oil and Fat Products. John Wiley 1979 and Sons Inc. 4 ed. Nueva York.

5. International Critical Tables of Numerical Data, Physics, Chemistry and Technology. 1933. McGraw-Hill Inc. London. Vol 5.

6. Perry, R. Perry´s Chemical Engineers´ Handbook. University 1984. Graphics Inc. 5 ed. Malasia.

7. Scansetti, V. Manual del Fabricante de Jabones. Editorial Gustavo Gili, 1949 S.A. 5 ed. España.

8. Soap & Detergent Association. Soaps and Detergents. 2 ed. 1994. Estados Unidos de Norteamérica

9. Spitz, L. Soap Technology for the 1990´s. American Oil 1990. Chemists´Society. 1 ed. Estados Unidos de Norteamérica

10. Whalley, G. See-through Soaps. Artículo, revista Happi. Edición de 1993. julio.

APÉNDICE

APÉNDICE A

A BALANCE DE MASA PARA LA FABRICACIÓN DE 50,000 UNIDADES MENSUALES DE JABÓN TRANSPARENTE

A partir del siguiente balance de masa se deriva la cantidad (masa) de cada materia prima a utilizar para la fabricación de las 50,000 unidades mensuales de jabón transparente. Con esto se procede a determinar la capacidad de los tanques, la cual servirá de base para calcular el dimensionamiento de los mismos.

Tipo de operación: Batch (se escogió así debido a la cantidad de material a procesar).

A partir de:

Base de cálculo:	50,000 unidades de jabón de 150 gramos cada una.
Días de trabajo por mes:	23
Días necesarios por batch:	1

Se obtiene:

Número de batch disponibles por mes:	23
Unidades de jabón a producir por día:	2,174
Masa teórica de jabón a producir por batch:	326.00 kilogramos
Rendimiento del proceso:	88%
Masa real de jabón a producir por batch:	370.55 kilogramos

Tabla 13

Demanda de compuestos para producir 370.55 Kg de jabón transparente

Compuesto	% Peso	Necesidad en kilogramos
TANQUE I		
INT001	14.04%	52.03
INT002	26.22%	97.16
TOTAL	40.26%	149.19
TANQUE II		
INT003	32.78%	121.47
INT004	2.00%	7.41
TOTAL	34.78%	128.88
TANQUE III		
INT005	18.50%	68.55
INT006	4.96%	18.38
INT007	1.40%	5.19
TOTAL	24.86%	92.12
INT008	0.10%	0.37
GRAN TOTAL	100.00%	370.55

Demanda mensual en kilogramos para la producción de 50,000 unidades de150 gramos cada una de jabón transparente . Se utiliza un proceso por lotes.

B. CÁLCULOS PARA DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JABÓN TRANSPARENTE

1. Conjunto de parámetros obtenidos en cada corrida

Tabla 14

Tiempo de neutralización y tiempo final de reacción para cada corrida

No.Corrida	Temperatura final (°C)	Tiempo de Neutralización (in)	Tiempo final de Reacción (in)	Apariencia del producto
1.00	70.00	25.00	11.00	transparente
2.00	70.00	45.00	13.00	transparente
3.00	70.00	60.00	12.00	transparente y sudoroso
4.00	80.00	25.00	2.00	transparente y sudoroso
5.00	80.00	45.00	4.00	transparente y sudoroso
6.00	80.00	60.00	2.00	transparente y sudoroso
7.00	90.00	25.00	2.00	opaco y sudoroso
8.00	90.00	45.00	2.00	opaco y sudoroso
9.00	90.00	60.00	2.00	opaco y sudoroso

Condiciones de temperatura y tiempo de neutralización de cada corrida, así como el tiempo final de la reacción y la apariencia del jabón obtenido.

2. Diseño del equipo de neutralización. Para el diseño de la línea de producción se han tomado como base de cálculo (según lo establecido en el protocolo de este

proyecto) la producción mensual de 50,000 unidades de jabón de 150 gramos cada una.

La distribución del tiempo estándar para cada una de las etapas en el proceso se muestra en la tabla 15.

Tabla 15

Distribución de tiempo de operación por etapa del proceso

ETAPA		TIEMPO (HORAS)
NEUTRALIZACION		2.00
MOLDEO		1.00
ENFRIAMIENTO		1.00
DESMOLDADO		1.00
TROQUELADO		8.00
EMPAQUE		8.00
TOTAL		21.00

Tiempo correspondiente a cada una de las etapas correspondientes al proceso de fabricación de jabón transparente. Proceso por lotes.

Para el proceso que se tiene, se hace necesario la construcción de tres tanques. Éstos están distribuidos así:

Tanque 1: Contiene los compuestos INT001 e INT002. Es el tanque principal en donde se lleva a cabo la reacción de neutralización, por lo que llega a contener el jabón transparente final (producto) en fase líquida.

Tanque 2: Contiene los compuestos INT003 e INT004.

Tanque 3: Contiene los compuestos INT005, INT006 e INTO07.

a. <u>Tanque 1</u>. Se toma el Tanque I como tanque principal en la reacción de neutralización. Este tanque contiene los compuestos INT001 e INT002 que son principalmente ácidos grasos con puntos de fusión de 56°C máximo. Se requiere entonces un sistema de calentamiento para fundir estos compuestos y mantener la temperatura de reacción a 70°C.

La cantidad de calor a suministrar está en función de la masa de INT001 e INT002 a procesar, así como del tiempo de fundición requerido para estos compuestos. El cálculo es el siguiente:

Calor que debe suministrarse al tanque I = Q

$$Q = (M_{INT001}*Cp_{INT001} + M_{INT002}*Cp_{INT002})*T + \text{Calor Fusión}$$

donde:	Cp_{INT001} = Calor específico de INT001 =	415 cal/g-°C (8)
	Cp_{INT002} = Calor específico de INT002 =	225 cal/g-°C (8)
	T = Cambio de temperatura =	Temp. final - Temp. inicial
	Temperatura final =	62°C
	Temperatura inicial =	20°C
	M_{INT001} = Masa de INT001 a procesar =	52.03 Kg
	M_{INT002} = Masa de INT002 a procesar =	97.16 Kg

NOTA: la temperatura final de 62°C se ha seleccionado por ser el punto de fusión más alto entre los compuestos INT001 e INT002. Por su parte, M_{INT001} y M_{INT002} se han obtenido del Balance de Masa.

El calor para fundir los compuestos INT001 e INT002 se calcula así:

Calor para fundir INT001 e INT002 = Mi*Calor Latente de i

Calor Latente de fusión INT001 (cal/g) = 39.18 (7)

Calor Latente de fusión INT002 (cal/g) = 47.22 (7)

Al sustituir valores se obtiene:

$$Q = 8{,}451{,}180 \text{ calorías}$$

su equivalente en B.t.u y kilojoules es

$$Q = 33{,}537 \text{ Btu} = 35{,}383 \text{ kJ}$$

i. Diseño de la resistencia eléctrica que estará colocada en la base del Tanque I:

$$Q = R*t$$

donde: R = resistencia, kw

t = base de tiempo de fundición para INT001 e INT002, hr = 1 hora.

Al sustituir valores:

$$R = 10 \text{ kw}$$

ii. Costos de consumo de energía en la etapa de neutralización.

Consumo de Energía = 10 Kw-h

Costo Energía (Q/Kw-h) = Q0.75 (Fuente: Empresa Eléctrica, tarifa C12 para la zona de operación de la línea en la capital de Guatemala.)

Costo de consumo (Q/mes)= Q172.50

iii. Determinación del volumen del tanque I: El tanque debe diseñarse para tener una carga de 370.55 kg. de jabón transparente, según se determinó mediante el balance de masa (Anexo A, Sección A). Según los resultados obtenidos para la densidad del jabón líquido, se tiene:

Densidad Jabón Líquido(kg/m^3) = 1,030

Volumen del Tanque I = 359.21 lt = 0.36 m^3

iv. **Determinación de las dimensiones del tanque I:** La construcción del tanque I se limita básicamente a la construcción de una marmita de forma esférica en su base y cilíndrica en la parte superior. Este tipo de marmita es de fácil construcción y la forma esférica en la base permite la instalación de un enchaquetado que distribuya adecuadamente el calor que se debe suministrar.

Una regla gruesa pero usada con efectividad en el dimensionamiento de estas marmitas es dejar un 10% de margen a favor en la longitud de la altura del cilindro respecto al diámetro del mismo (que es el de la esfera también). Tomando esto en cuenta, la distribución del volumen total se da a 65% para el cilindro y 35% para la esfera, quedando las dimensiones siguientes:

Diámetro de la esfera = 0.78 m

Diámetro del cilindro = 0.78 m

Altura del cilindro = 0.48 m

b. **Tanque II:** El Tanque II contiene los compuestos INT003 e INT004. Ambos compuestos se presentan en fase líquida a las condiciones del ambiente que se tiene (Ciudad de Guatemala, Temperatura promedio de 20°C y presión atmosférica promedio de 0.86 atm). Para este tanque no se requiere suministro de calor. Según el paso "D" del procedimiento a seguir en el proceso, se indica que los compuestos del Tanque II (INT003 e INT004) se vierten al contenido del Tanque I (INT001 e INT002). Este paso se caracteriza por llevar a cabo la primera etapa en la reacción de neutralización. No alcanza aumentos significativos en la temperatura de la mezcla resultante, permitiendo que se estabilice entre 60°C y 63°C.

i. **Determinación del volumen del tanque II:** La determinación del volumen

que debe tener el tanque II se hace conociendo del balance de masa la cantidad de INT003 e INT004 y la densidad respectiva de los compuestos mencionados. Se calcula como sigue:

Del balance de masa se tiene que:

Masa INT003 =	121.47 Kg
Masa INT004 =	7.41 Kg
Densidad INT003 =	1,126 kg/m^3
Densidad INT004 =	1,260 kg/m^3
Volumen aproximado ocupado por la mezcla =	113.76 lt = 0.11 m^3

ii. <u>Determinación de las dimensiones del tanque II</u>: Al igual que para el Tanque I, se busca para la marmita una forma esférica para el fondo y cilíndrica en la parte superior, permitiendo un margen de aproximadamente 10% entre la longitud de la altura total de la marmita y su diámetro. Para el dimensionamiento de la marmita esto se cumple para una distribución del volumen de 70% para el cilindro y 30% para la base esférica. De esta forma se obtiene:

Volumen del cilindro =	0.08 m^3
Volumen de la esfera =	0.03 m^3
Diámetro de la esfera =	0.53 m
Diámetro del cilindro =	0.53 m
Altura del cilindro =	0.41 m

c. <u>Tanque III</u>: El Tanque III contiene los compuestos INT005, INT006 e INT007. Estos constituyen la solución que reacciona para llevar a cabo la segunda

y última etapa de la neutralización. Los compuestos INT006 e INT007 se disuelven en INT005; su disolución es exotérmica.

i. **Temperatura final de la solución de INT006-7 en INT005:** Del siguiente balance de masa y energía se calcula la temperatura final de la solución:

Calor de solución de INT006 en INT005 = 2.10 kcal/gmol

Cp_{INT006} = 0.0336 cal/g -°C

Del balance de masa se tiene:

Cantidad másica de INT006 = 18.38 Kg

Cantidad molar de INT006 = 459.49 gmol

Calor de solución de INT007 en INT005 = 0.86 kcal/gmol

Cp_{INT007} = 0.05208 kcal/gmol -°C

Del balance de masa se tiene:

Cantidad de INT007 = 5.19 Kg

El calor total generado por la disolución es = 1,044.59 kcal

Utilizando la ecuación:

$$Q = masa * Cp * T$$

Si la temperatura inicial es 20°C, se tiene que:

Temperatura final alcanzada por la solución = 72°C

Según el balance realizado, se establece que no se requiere calentamiento en el tanque. Por el contrario, debe tomarse en cuenta que la temperatura final alcanzada en la solución es mayor a la establecida en el procedimiento de fabricación, por lo que se debe permitir el enfriamiento de ésta entre 55°C y 60°C para proceder con el inciso E del procedimiento.

ii. **Determinación del volumen del tanque III:** El volumen del tanque III queda establecido por la cantidad de masa que contiene y la densidad de la especie química, así:

Densidad de la mezcla INT005-INT006-INT007 = 1,190.00 kg/m^3

Masa de la mezcla INT005-INT006-INT007 = 92.12 kg.

Volumen aproximado del tanque = 77.43 lt = 0.08 m^3

iii. **Determinación de las dimensiones del tanque III:** Para dimensionar el Tanque III se usan los mismos parámetros de similitud geométrica y relación de tamaños usados anteriormente.

Volumen del cilindro = 0.05 m^3

Volumen de la esfera = 0.03 m^3

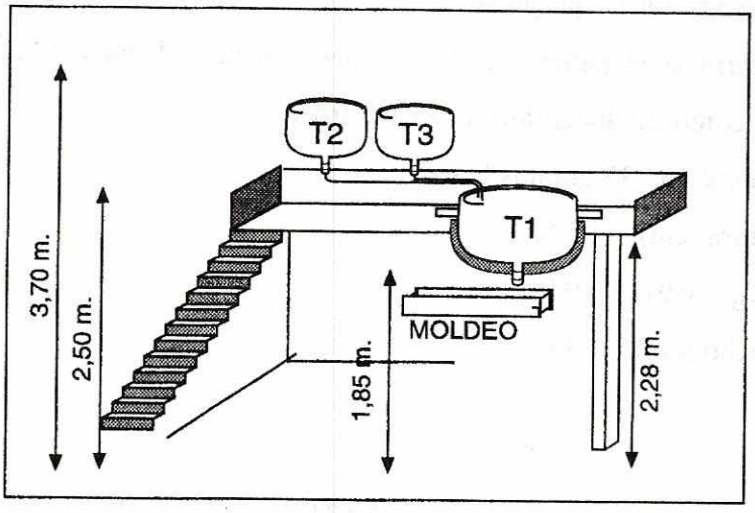
Diámetro de la esfera = 0.45 m

Diámetro del cilindro = 0.45 m

Altura del cilindro = 0.35 m

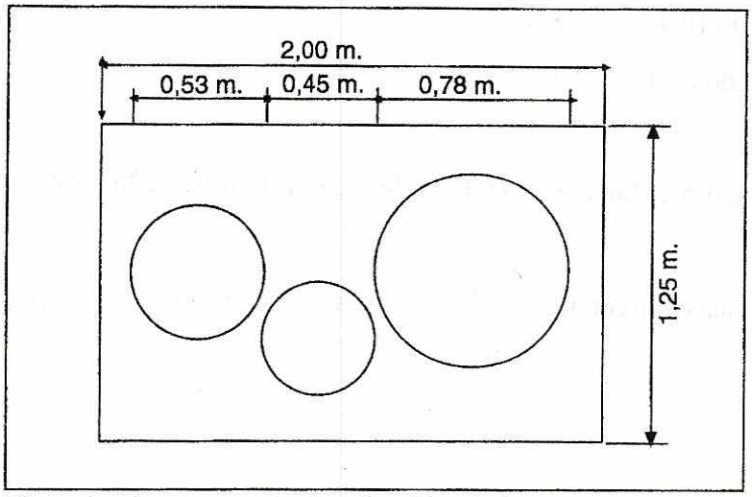
d. Distribución del equipo de neutralización.

Figura 1



Perspectiva frontal de la distribución de los tanques 1 - 2- 3 que forman el equipo de neutralización para la línea de jabón transparente

Figura 2



Vista de planta para la distribución de los tanques 1 - 2- 3 que forman el equipo de neutralización para la línea de jabón transparente

3. **Diseño del equipo de moldeo, enfriamiento y corte.**

a. **Equipo de moldeo.** En esta etapa se persigue vertir el jabón líquido en moldes para su enfriamiento, con el propósito de formar maquetas sólidas que se cortan posteriormente en trozos para ser troquelados.

Para este propósito se determina el tamaño de las bandejas fijando el número de trozos a obtener por bandeja así como las dimensiones de cada trozo.

Dimensiones de trozos para dar 163.35 gramos/trozo:

altura (cm): 5.5

largo (cm): 9.0

ancho (cm): 3.0

Del balance de masa:

Unidades a producir por día: 2,174

Unidades por bandeja: se fijan 225

Necesidad de bandejas: 10 bandejas

Tamaño de las bandejas:

altura (m): 0.06

largo (m): 1.35

ancho (m): 0.45

Estas dimensiones proporcionan 5 columnas y 45 filas de trozos para dar 225 trozos a troquelar.

La carga de las bandejas se hace directamente del Tanque I y luego se trasladan al cuarto frío para su enfriamiento.

b. <u>Equipo de enfriamiento</u>. Una vez vertido el jabón líquido a las bandejas, se puede acelerar el tiempo global de proceso en la línea, disminuyendo el tiempo en la etapa de enfriamiento.

Según se ha establecido en el diseño de proceso, se debe enfriar la masa de jabón durante una hora. Para lograr esto se requiere retirar una cantidad de calor de la masa total de jabón líquido 370.55 kg. Las condiciones de operación son las siguientes:

Calor específico del jabón (cal/g-°C):	1.60
Temperatura inicial (°C):	70.00
Temperatura final (°C):	45.00
Tiempo base de enfriamiento (h)	1.00

Utilizando la ecuación:

Q = masa * calor específico * cambio de temperatura

se obtiene que el calor a retirar en el jabón líquido es:

Calor a retirar (cal/h): 14,822.13

El calor de solidificación se calcula utilizando el calor latente de fusión (solidificación):

Calor latente de solidificación aproximado (cal/g):	47.54
Masa de jabón a solidificar (g):	370.55
Calor de solidificación (kJ/h):	73,755

Calor total a retirar (cal/h):	17,630,929
(kJ/h):	73,817
(Kw):	21

Costo de consumo de energía.

Consumo (Kw-h) =	21
Costo Q/Kw-h =	Q0.75 (Fuente: Empresa Eléctrica. tarifa C12 para la zona de operación de la línea en la capital de Guatemala.)
Costo Total / mes =	Q.362.25

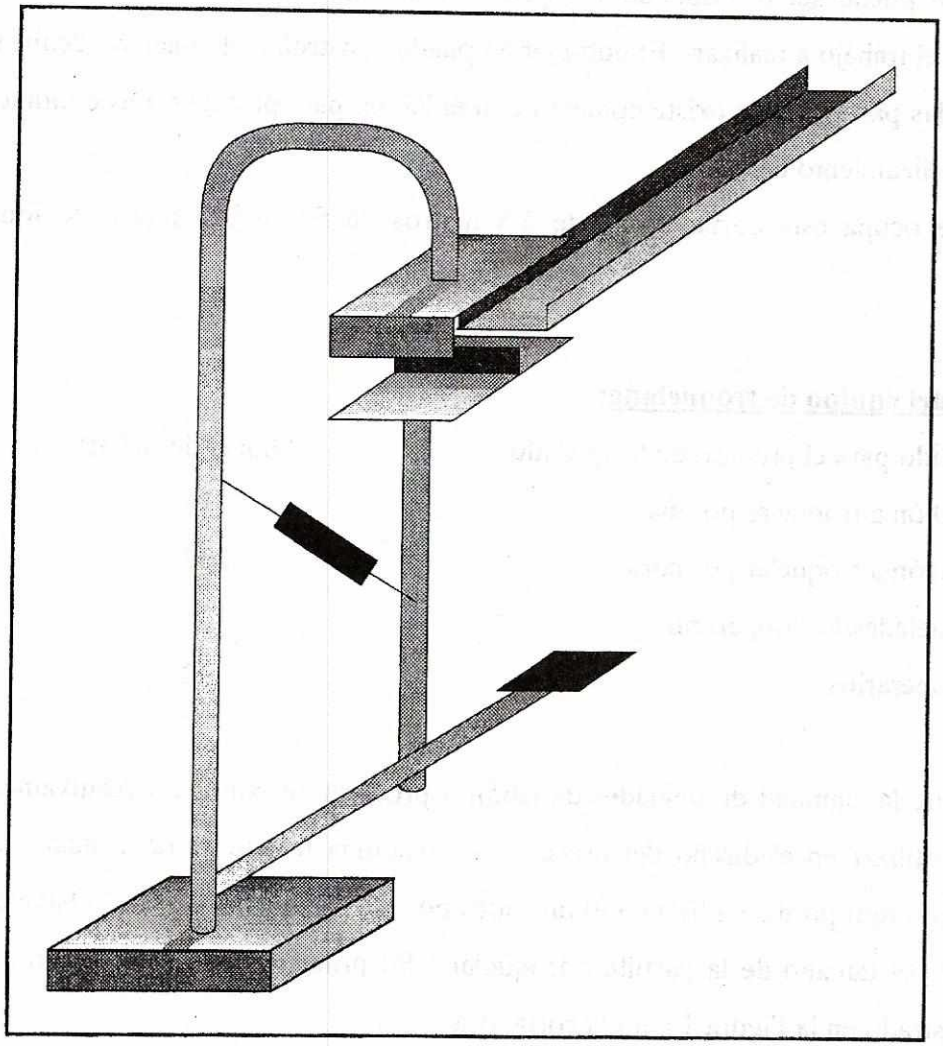
Finalmente, de acuerdo a las dimensiones de las bandejas, el cuarto de enfriamiento debe tener las siguientes dimensiones (además del espacio ocupado por la unidad de enfriamiento):

Altura intermedia entre bandejas (m):	0.05
Número de espacios intermedios (m):	12
Total de espacio libre como altura (m):	0.60
Altura ocupada por bandejas (m):	0.60
Altura total (m):	1.20
Frente (m):	1.55
Fondo (m):	0.52

c. **Equipo de corte.** Al tener en las bandejas separadores en las columnas para formar las maquetas individuales de jabón, la etapa de corte es una analogía a la extrusión del jabón opaco, en donde se persigue formar los trozos de jabón previo al troquelado.

Esta etapa se lleva a cabo utilizando una cuchilla que realiza el corte individual de cada trozo. La Figura 3 muestra un tipo de cortadora que puede ser utilizada.

Figura 3



Perspectiva de la maquina para corte del jabón en trozos, previo al troquelado.
El sistema de pedal puede ser utilizado en la máquina troqueladora

La cuchilla a utilizar se construye de acero inoxidable de 1/8 de pulgada de grosor. Con esto se tiene una cuchilla que no se pandea. La estructura de la cortadora y el porta jabón son de fácil construcción. La primera se monta sobre una base de madera y la armadura en *si* puede ser de tubo de 1½ pulgadas de diámetro, lo cual se considera suficiente para el trabajo a realizar. El porta jabón puede construirse de madera recubierta de fórmica en las partes donde existe contacto con el jabón, para proteger a este último y favorecer el deslizamiento del mismo.

El área que ocupa esta cortadora es de 2.5 metros de frente y 1 metro de fondo mínimo.

4. <u>Diseño del equipo de troquelado</u>:

Tiempo requerido para el proceso de troquelado:	8 horas de trabajo
Unidades de jabón a troquelar por día:	2,174
Unidades de jabón a troquelar por hora:	272
Unidades troqueladas/hora-operario :	150
Necesidad de operarios:	2

Debido a que la cantidad de unidades de jabón a producir se considera relativamente baja, se debe utilizar en el diseño del proceso una máquina troqueladora manual. Las máquinas de este tipo producen hasta 350 unidades por hora, dependiendo de la habilidad del operario y del tamaño de la pastilla a troquelar. Su principio de funcionamiento es análogo al mostrado en la Figura 1 para la cortadora.

Se puede diseñar líneas troqueladoras totalmente automáticas, pero su construcción es más complicada y sus costos más elevados. Este tipo de líneas justificarse para mercados más grandes.

5. **Diseño de la etapa de empaque.**

Tiempo requerido para el proceso de empaque:	8 horas de trabajo
Unidades de jabón a empacar por día:	2,174
Unidades de jabón a empacar por hora:	272
Unidades empacadas/hora-operario:	90
Necesidad de operarios:	3

Para aprovechar la transparencia del producto como una ventaja mercadológica, el empaque que se utiliza es una película de polipropileno transparente con propiedades definidas de porosidad y resistencia. El proceso de empaque es totalmente manual y hay que tecnificar a los operarios para el mismo, facilitándoles accesorios como porta rollos para la película, tijeras y cinta adhesiva.

APÉNDICE B

A. Evaluación económica de la línea de producción.

1. Análisis regresivo de costo: Se realiza un análisis regresivo para el costo unitario de la unidad de jabón partiendo de los precios de un jabón tipo traslúcido en el mercado, por ser ésta la competencia que se tiene y poder establecer si el producto puede ser competitivo o no.

Tabla 16

Análisis regresivo del costo de fabricación de jabón traslúcido de venta en el mercado guatemalteco

	%	Q/UNIDAD 125 gramos	Q/UNIDAD 135 gramos
PRECIO EN EL MERCADO		4.99	5.39
PRECIO EN EL MERCADO SIN IVA	10%	4.49	4.85
PRECIO AL DETALLISTA	20%	3.59	3.88
PRECIO AL DISTRIBUIDOR	15%	3.05	3.30
COSTO DE FABRICACION DEL PRODUCTO	20%	2.44	2.64

Esta tabla indica que el costo de fabricación del jabón transparente debe ser máximo de Q2.64 la unidad, para que sea competitivo en el mercado guatemalteco contra el jabón traslúcido.

La Tabla 16 indica cual es el costo máximo al que se debe producir el producto para que el mismo tenga competitividad en el mercado, transformándose este valor en el parámetro decisivo de fabricación.

2. Costo de la unidad de jabón producida en la línea. Para establecer el costo de la unidad de producto terminado, se procede a establecer la inversión en la línea de producción, los costos de operación y capital para materia prima.

a. **Costos de equipo**. A partir de los resultados obtenidos se cotizaron los equipos necesarios (ver apéndice E).

Tabla 17

Resumen de costos de equipos

EQUIPO	COSTO (Q)	TOTAL (Q)
TANQUE I. ENCHAQUETADO	24.000	
RESISTENCIA DE 10 kw	3.600	
AGITADOR	12.000	
ACCESORIOS Y CONTROLES ELECTRICOS	4.500	
TANQUE II	10.000	
TANQUE III	9.000	
ESTRUCTURAS	15.000	
ELEVADOR MANUAL CON POLIPASTO	6.000	
TOTAL		**84,100**
BANDEJAS		
COSTO DE BANDEJAS	6.500	
CORTADORA	5.000	
TOTAL		**11,500**
ENFRIADOR		15.000
TROQUELADORAS	30.000	
MOLDES	17.000	
TOTAL		**47,000**
OBRAS CIVILES		25.000
TOTAL DE INVERSION		**182,600**

Se detalla el costo de los equipos individuales involucrados en cada etapa de la línea de fabricación de jabón transparente. No incluye costrucción de la planta debido a que se cuenta con la infraestructura física necesaria.

b. Capital requerido para materia prima. Indica el capital que se requiere para adquirir materia prima y materiales para procesarla por un mes de operación.

Unidades de jabón a producir por mes:	50,000
Kilogramos de jabón a producir por mes:	8,522.73

Tabla 18

Necesidad de materia prima y materiales para la producción mensual de jabón transparente

COMPUESTO	CANTIDAD (kg.)	Q/kg.	TOTAL (Q)	%PESO	%COSTO
INT001	1196.59	16.00	19.145	14.04%	21.20%
INT002	2234.66	10.65	23.799	26.22%	26.35%
INT003	2793.75	14.86	41.515	32.78%	45.96%
INT004	170.45	10.00	1.705	2.00%	1.89%
INT005	1576.70	0.30	473	18.50%	0.52%
INT006	422.73	5.90	2.494	4.96%	2.76%
INT007	119.32	8.95	1.068	1.40%	1.18%
INT008	8.52	14.00	119	0.10%	0.14%
TOTALES	8522.73		90.318	100.00%	100.00%
Requerimiento de materia prima por mes (quetzales)			**90,318**		

Se muestra la necesidad económica mensual en el rubro de materia prima para operar la línea de fabricación de jabón transparente. Adicionalmente se muestra el porcentaje en costo para cada una de las materias primas, por lo que se puede mantener el costo del producto mediante el control estricto de las materias primas con mayor porcentaje en costo.

Tabla 18a

Necesidad mensual de materiales por mes

MATERIALES	CANTIDAD	Q/U	TOTAL (Q)
COSTO ETIQUETA/UNIDAD	50.000	0.15	7.500
COSTO CAJA MULTIPLE/UNIDAD	50.000	0.17	3.500
Requerimiento de materiales por mes (quetzales)			**11,000**

Se muestra la necesidad económica mensual en el rubro de materiales para el jabón transparente como producto terminado.

c. Costos de operación de la línea.

Tabla 19

Costos de Fabricación para la Línea

ETAPA	SUELDO MENSUAL (Q)	PRESTAC. 45% MENSUAL (Q)	BONIF.POR OPERARIO (Q)	TOTAL POR OPERARIO (Q)	CANT. OPER.	TOTAL (Q)	GRAN TOTAL (Q)
NEUTRALIZACION	810	365	690	1,865	1	1,865	
MOLDEO	610	275	500	1,385	1	1,385	
CORTE	610	275	500	1,385	1	1,385	
TROQUELADO	610	275	250	1,135	2	2,269	
EMPAQUE	610	275	167	1,052	3	3,155	
SUPERVISOR	1,500	675	500	2,675	1	2,675	
JEFE DE LINEA	3,000	1,350	1,000	5,350	1	5,350	
TOTAL						**18,082**	**18,082**
CONSUMO DE ENERGIA							
EN NEUT.						170	
EN ENF.						313	
TOTAL							**482**
DEPRECIACIONES DE EQUIPO	182,600	0.83%					**1,516**
GRAN TOTAL							20,080

El cuadro de costos de fabricación para la línea de fabricación de jabón transparente esta integrado por los rubros de sueldos, prestaciones y bonificaciones de operarios y encargados de la línea, consumos de energía eléctrica de los equipos y de las depreciaciones del equipo. Las bonificaciones devengadas por los operarios están calculados en función de la capacidad utilizada de la línea, asumiendo 100%.

d. Costos, ventas y capacidad utilizada de la línea.

Tabla 20

Costos y Ventas Anuales vs. Capacidad Utilizada de la Línea

CAPACIDAD DE PLANTA	UNIDADES DE JABON ANUAL	COSTOS FIJOS (Q/AÑO)	COSTOS VARIABLES (Q/AÑO)	COSTOS TOTALES (Q/AÑO)	VENTAS ANUALES (Q/AÑO)	COSTO UNITARIO (Q/U)	MARGEN (Q/AÑO)
0%	-	184,952		184,952			
10%	60,000	184,952	127,188	312,140	182,104	5.20	(130,036)
20%	120,000	184,952	254,376	439,328	364,208	3.66	(75,120)
30%	180,000	184,952	381,564	566,516	546,312	3.15	(20,204)
40%	240,000	184,952	508,752	693,704	728,416	2.89	34,712
50%	300,000	184,952	635,940	820,892	910,521	2.74	89,629
60%	360,000	184,952	763,128	948,080	1,092,625	2.63	144,545
70%	420,000	184,952	890,317	1,075,269	1,274,729	2.56	199,460
80%	480,000	184,952	1,017,505	1,202,457	1,456,833	2.51	254,376
90%	540,000	184,952	1,144,693	1,329,645	1,638,937	2.46	309,292
100%	600,000	184,952	1,271,881	1,456,833	1,824,041	2.43	367,208

Este cuadro muestra el costo unitario y el margen de ganancia que tiene la línea de fabricación de jabón transparente según la capacidad utilizada a la cual opera. Muestra además el punto de equilibrio de la línea, así como los costos y las ventas anuales que se pueden alcanzar.

e. Cuadros de tasa interna de retorno.

Tabla 21

Tasa Interna de Retorno para 10 años de vida de la línea

AÑO DE VIDA	CAPACIDAD DE PLANTA	SALIDAS (Q)	INGRESOS (Q)	FF (Q) s.d.	FF (Q) 10%	FF (Q) 50%	FF (Q) 200%
0		182,600		(182,600)	(182,600)	(182,600)	(182,600)
1	50%	728,416	910,521	182,105	165,549	121,403	60,701
2	55%	801,258	1,001,573	200,315	165,549	89,029	22,257
3	62%	903,236	1,129,045	225,809	169,654	66,906	8,363
4	75%	1,092,625	1,365,781	273,156	186,569	53,957	3,372
5	90%	1,311,150	1,638,937	327,787	203,530	43,165	1,349
6	98%	1,427,696	1,784,620	356,924	201,474	31,335	490
7	98%	1,427,696	1,784,620	356,924	183,158	20,890	163
8	90%	1,311,150	1,638,937	327,787	152,915	12,790	50
9	85%	1,238,308	1,547,885	309,577	131,291	8,053	16
10	80%	1,165,466	1,456,833	291,367	112,334	5,053	5
TOTAL		11,589,601	14,258,752	2,669,151	1,489,423	269,981	(85,834)

F.F.: Flujo de fondos

s.d.: sin desviación de interés

Para esta tabla se ha definido un ciclo de vida de 10 años para la línea de fabricación de jabón transparente. Se muestra que la Tasa Interna de Retorno (o recuperación) esta por 161%, con lo cual se indica la rentabilidad del proyecto para este tiempo de vida.

Tabla 22

Tasa Interna de Retorno para 5 años de vida de la línea

AÑO DE VIDA	CAPACIDAD DE PLANTA	SALIDAS (Q)	INGRESOS (Q)	FF (Q) s.d.	FF (Q) 10%	FF (Q) 50%	FF (Q) 200%
0		182,600		(182,600)	(182,600)	(182,600)	(182,600)
1	50%	728,416	910,521	182,104	165,549	151,753	60,701
2	60%	874,100	1,092,625	218,525	180,599	151,753	24,281
3	100%	1,456,833	1,821,041	364,208	273,635	210,709	13,489
4	90%	1,311,150	1,638,937	327,787	223,883	158,076	4,047
5	85%	1,238,308	1,547,885	309,577	192,223	124,412	1,274
TOTAL		5,791,407	7,011,009	1,219,601	853,289	614,103	(78,808)

F.F.: Flujo de fondos

s.d.: sin desviación de interés

Para esta tabla se ha definido un ciclo de vida de 5 años para la línea de fabricación de jabón transparente. Se muestra que la Tasa Interna de Retorno (o recuperación) esta por 163%, con lo cual se indica la rentabilidad del proyecto para este

APÉNDICE C

A. Evaluación de la calidad del jabón transparente.

1. **Normas COGUANOR.** La norma COGUANOR NGO 30016 tiene por objeto establecer las características y especificaciones que debe cumplir el jabón en pastillas, fabricado en Guatemala o el jabón de origen extranjero que se comercializa en Guatemala. Estas normas no están definidas para jabones transparentes, pero servirán de base para establecer las características de éstos. A continuación se muestran la norma 30016 de COGUANOR y el certificado de análisis No. Q2051-95, extendido por el Laboratorio SERQUIM. Este último proporciona las especificaciones de las muestras de jabón que determinan la calidad del mismo.

1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer las características y especificaciones que debe cumplir el jabón para baño, en pastillas, fabricado en el país o de origen extranjero.

2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

COGUANOR NGO 4 010 2a. Revisión	Sistema Internacional de Unidades (SI)
COGUANOR NGO 30 022	Jabones y detergentes. Métodos de ensayo y análisis.
COGUANOR NGO 49 015	Productos envasados. Verificación de la masa neta y de la masa escurrida y variaciones permitidas para las mismas.

3. TERMINOLOGIA

3.1 Jabón para baño, en pastillas. Es el producto en forma de pastillas, resultante de la saponificación de los ácidos grasos propios de las grasas animales y/o vegetales con un álcali, destinado, por su acción detergente, a la higiene personal; puede contener adicionalmente colorantes, perfumes y otras sustancias permitidas que le imparten características especiales.

3.2 Alcali combinado. Es el álcali presente en el jabón combinado con la materia saponificable.

3.3 Acido libre. Es el ácido graso sin combinar (libre), presente en el jabón y se expresa como porcentaje en masa de ácido oléico.

3.4 Alcali libre. Es el álcali sin combinar (libre), presente en el jabón y se expresa como porcentaje en masa de hidróxido de sodio.

3.5 Materia insoluble en alcohol. Involucra la mayoría de sales alcalinas, tales como talco, carbonatos, boratos, silicatos, fosfatos, así como sulfatos y almidón, los cuales son insolubles en alcohol bajo las condiciones de ensayo.

3.6 Jabón anhidro total. Representa los ácidos grasos presentes en el jabón combinados con álcali. (1)

3.7 Materia grasa total. Incluye sustancias solubles en éter bajo las condiciones de ensayo, tales como ácidos grasos y ácidos de resina combinados, materia insaponificada y materia insaponificable.

---

(1) Es una costumbre errónea determinar el contenido de jabón anhidro total restándole al jabón la humedad y materia volátil. Este no es un método exacto aún para jabones puros y no debe aplicarse a jabones con materiales agregados.

Continúa

5.1.2 El producto podrá colorearse, con colorantes permitidos, con la condición de que el color sea uniforme y no cambie durante el almacenamiento a temperatura ambiente, cuando se almacena en condiciones adecuadas en su envase primario original.

5.1.3 El producto deberá producir espuma fácilmente cuando se ensaye en agua regulada a temperatura ambiente y con una dureza de 200 mg/kg, expresada como carbonato de calcio.

5.1.4 El producto podrá perfumarse y en su estado sólido o bien, cuando se disuelve en agua caliente, deberá poseer un olor fresco agradable.

5.1.5 Al almacenar el producto en su envase primario original a temperatura ambiente durante 6 meses y en condiciones adecuadas de almacenamiento, no deberá desarrollar olores desagradables y, si es perfumado, no deberá variar su fragancia.

5.2 Características químicas.

5.2.1 El jabón para baño, en pastillas, deberá cumplir con los requisitos indicados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Requisitos químicos para el jabón para baño, en pastillas

Característica	Requisito
Contenido total de grasa en el jabón como se recibe, en porcentaje en masa, mínimo	76.0
Resina, (Colofonia o Trementina) expresada como ácido de resina, en porcentaje en masa con respecto a la materia grasa total, máximo	3.0
Materia grasa insaponificada, en porcentaje en masa (1), máximo	1.0
Materia grasa insaponificada más materia insaponificable, en porcentaje en masa (1), máximo	1.25
Materia insoluble en alcohol, en porcentaje en masa (1), máximo	2.75
Cloruros, expresados como cloruro de sodio, en porcentaje en masa (1), máximo	0.8
Acido libre, expresado como ácido oléico, en porcentaje en masa (1), máximo	0.3
Alcali libre, expresado como hidróxido de sodio, en porcentaje en masa (1), máximo	0.05

(1) Debido a que el jabón puede perder humedad durante el almacenamiento, los resultados de los análisis deben recalcularse en base a la materia grasa total mínima especificada en el presente cuadro, utilizando la siguiente ecuación:

(véase la ecuación en página 4/8)

Continúa

3.8 Materia insaponificable. Incluye sustancias tales como alcoholes alifáticos de alta masa molecular, esteroles, materias colorantes e hidrocarburos, que puedan estar presentes en el jabón y que no son capaces de ser saponificados por un álcali pero que son solubles en los solventes que corrientemente se usan para grasas.

3.9 Materia grasa insaponificada. Es la grasa neutra (grasa insaponificada (1)) presente en el jabón.

3.10 Carga o partida ("Batch"). Es el producto manufacturado a partir del jabón proveniente de un tacho o paila o, en el caso de un proceso de producción contínuo, el procedente de la producción de un solo día.

3.11 Envase.

3.11.1 Envase primario. Es todo recipiente que tiene contacto directo con el producto, con la misión específica de protegerlo de su deterioro, contaminación o adulteración y de facilitar su manipuleo.

Nota. También se designa simplemente como "envase".

3.11.2 Envase secundario. Es todo recipiente que tiene contacto con uno o más envases primarios, con el objeto de protegerlos y facilitar su comercialización hasta llegar al consumidor final. El envase secundario usualmente es usado para agrupar en una sola unidad de expendio, varios envases primarios.

Nota. El envase secundario también se designa como "empaque".

3.11.3 Envase terciario. Es todo recipiente utilizado para facilitar la manipulación y proteger el envase primario y/o el envase secundario, contra los daños físicos y agentes exteriores durante su almacenamiento y transporte; estos recipientes se utilizan durante la distribución del producto y normalmente no llegan al usuario final.

Nota. El envase terciario también se designa como "embalaje".

3.12 Unidad. Es una pastilla de jabón sin su envoltura o envase primario.

3.13 Lote. Es la cantidad de jabón que corresponde a la misma identificación de la carga o partida, procedente de un mismo fabricante y que se somete a inspección mediante muestreo del mismo.

4. CLASIFICACION Y DESIGNACION

4.1 Clasificación. Las pastillas de jabón para baño de clasificarán en un solo grado de calidad.

4.2 Designación. El producto se designará de cualesquiera de las formas siguientes: "pastilla de jabón para baño", "jabón de baño" o "jabón de tocador".

5. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES

5.1 Características generales.

5.1.1 El jabón para baño en pastillas, deberá ser homogéneo, bien comprimido, suave y deberá tener buenas propiedades espumantes y de limpieza.

(1) Triglicéridos neutros.

Continúa

LABORATORIO **SERQUIM**

7a. Calle 10-43, Zona 7 Colonia Nueva Montserrat.
Guatemala, C. A.

Tel.-Fax: 923528

CERTIFICADO DE ANALISIS No. Q 2051-95

NOMBRE DE LA MUESTRA: JABON DE GLICERINA AROMA FLORAL

No. de lote: Lote Piloto
Nombre del Remitente: INTERCORP, S.A.
Fecha de Recibida: 29-09-95 Recibida por: JBJ
Tipo Recipiente: Empaque de celofán Peso Neto: 10 unidades
Determinaciones Solicitadas:

ANALISIS QUIMICO Y FISICO

Q U I M I C O:

1. MATERIA GRASA INSAPONIFICADA: ..... 0.32 %
2. MATERIA GRASA INSAPONIFICADA MAS MATERIA INSAPONIFICABLE: ..... 1.08 %
3. MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL: ..... 1.20 %
4. ACIDO LIBRE (Acido oléico): ..... 9.87 %
5. ALCALI LIBRE (Hidroxido de Sodio): ..... 0.51 %
6. CLORUROS (Cloruro de Sodio): ..... 0.36 %

F I S I C O:

COLOR: ..... ROSADO

OLOR: ..... FLORAL

APARIENCIA: ..... SOLIDO RECTANGULAR

VARIACION DE PESO ..... CUMPLE

Métodos: USP XXII y Coguanor NGO 30022.

Los Resultados se refieren a la muestra tal como fue entregada.

Fecha Terminado: 06-10-95
Analistas: JB/SCC/CA.

Aracely de León Amézquita
QUIMICO FARMACEUTICO
COLEGIADO No. 509

APÉNDICE D

A. Evaluación de la Transparencia.

Como un punto de referencia, los jabones transparentes han sido definidos como aquellos jabones brillantes y con un amplio rango de color Sin embargo tienen suficiente transparencia para que cualquier persona con visión normal pueda ver efectivamente a traves de una barra de tocador. La prueba consiste en poder leer una letra de 14 puntos a traves de una barra de 5 milimetros de grosor. Adjunto se encuentra una carta con distintas escalas. con la cual se mide el grado de transparencia y/o translucencia de una barra de jabón

Cuadro 1 Escala de transparencia/translucencia para jabón en barra

TRANSPARENTE 12

TRANSPARENTE 14

TRANSLÚCIDO 16

TRANSLÚCIDO 18

OPACO 20

Para determinar el grado de translucencia/transparencia en jabón, use una pieza de 5 milímetros de espesor del producto, y encuentre el tamaño de letra que se lee más fácilmente a través de él.

Luis Spitz

APÉNDICE E

A. Cotizaciones de equipos.

Guatemala, 27 de febrero de 1,996.

Sr. David Lezana
Presente.

Estimado señor:

Por la presente le envio los datos y costos de un trabajo de fabricación y montage de un equipo para fabricar y procesar Jabón.

Los trabajos a efectuar son:

1) Fabricar marmita o tanque de una capacidad de 370Kg. de capacidad con un forro adicional tipo chaqueta para calentamiento a vapor.
El calor será generado por una resistencia de 10 Kw soldada por la parte inferior en un tubo de 4" de diametro.

También llevará un agitador fabricado de acero inoxidable con aspas del mismo material o de teflón, haciendo girar el mismo por un Motoreductor con relación a 60/2 ó 60/18 de una capacidad de 1/2 H.P.
Incluyendo en el costo total la resistencia de 6 elementos y sus controles eléctricos, según capacidad necesaria.

Costos por separado de cada parte de la marmita;

Soló marmita con chaqueta	Q.24,000.00
Resistencia de 6 elementos 240v. 3 fases	Q. 3,600.00
Agitador de acero inoxidable de 14 R.P.M.	Q.12,000.00
Accesorios y sus dispositivos de seguridad mecá-nicos, eléctricos y sus tuberias,	Q. 4,500.00
TOTAL	Q.44,100.00

2- Fabricar e instalar marmita de 130kg. sin chaqueta, sin agitador y sin resistencia, saliendo el costo total materiales y mano de obra. Q. 10,000.00

3.- Fabricar e instalar marmita de 100 kg. sin chaqueta sin agitador y sin resistencia con tuberia de agua fria y filtrada. Filtro adicional para purificar el agua.
Costo total mano de obra y materiales Q. 9,000.00

4.- Fabricar y montar gradas y estructura de soporte del equipo de producción. Costo total de mano de obra y materiales Q. 15,000.00

5.- Fabricar 2 troqueladoras de golpe de hierro de 3/4" incluyendo base para fijar moldes. Costo total de materiales y mano de obra. Q.30,000.00

Continuación hoja No.2

Hoja No. 2
David Lezana
27/febrero/1996.

Costos totales por equipo separado

Marmita grande	Q. 44,100.00
Marmita de 130 Kg.	Q. 10,000.00
Marmita de 100 Kg.	Q. 9,000.00
Soporteria de equipo	Q. 15,000.00
2 Troqueladoras	Q. 30,000.00

La oferta es válida hasta 6 meses a partir de la fecha de entrega.

Solicitando 50% para iniciar, 30% según avances y 20% al concluir.

Atentamente,

MULTISERVICIOS PEREZ

Enemias Pérez

EP/ipp
c.c. Archivo No. 14/96

APÉNDICE F

A. Glosario

1. Ácido Graso:

Es la cadena carbonada resultante de la separación de glicerina de un triglicérido.

2. COGUANOR:

Comite Guatemalteco de Normas. Es el comité responsable de la edición de especificaciones para productos cosméticos y farmacéuticos.

3. Equipo de moldeo:

El equipo de moldeo se refiere a las bandejas o formas en la que se vierte la solución jabonosa luego que ésta ha terminado su tiempo de neutralización y es necesario que solidifique.

4. Equipo de neutralización:

Se refiere a la unidad en la cual se lleva a cabo la reacción principal de neutralización de los ácidos grasos

5. Equipo de troquelado:

Es la unidad que le da la forma final y el estampado a la barra de jabón

6. Fórmula base establecida:

Es la composición cuantitativa inicial para la fabricación del jabón transparente, y es la base para el estudio del diseño de la linea de producción.

7. Glicerina:

Compuesto químico con 99% de glicerol ($OHCH(CH_2OH)_2$). Se obtiene de la saponificación de grasas animales y vegetales.

8. Grados Baumé:

Medida de la concentración de un sólido disuelto en un líquido. Medida de la densidad del líquido

9. Hidróxido:

Alcali o base fuerte. Utilizados en la saponificación o neutralización de grasas y aceites como agente neutralizante

10. Higroscopicidad:

Propiedad de algunos compuestos químicos de absorber la humedad, según las circunstancias del medio ambiente.

11. Jabón:

Compuesto quimico que actúa como surfactante (disminuye la tension superficial del agua) con el fin de mejorar la acción limpiadora del agua.

12. Jabón Transparente:

Es el tipo de jabón en pastillas que permite ver con claridad a través de él. Son jabones de alta tecnología y por su apariencia son apreciados y aceptados por los consumidores.

13. Jabón Traslúcido:

Es el tipo de jabón en pastillas que tiene una transparencia intermedia entre el jabón transparente y el jabón opaco.

14. Jabón Opaco:

Es el tipo de jabón en pastillas convencional que se conoce en el mercado. Su característica es que no permite la visibilidad a través de él.

15. LUCAM:

Laboratorio Unificado para el Control de Alimentos y Medicamentos. El LUCAM es la entidad que en conjunto con el Ministerio de Salud Pública en su sección de Sanidad regulan y autorizan las formulaciones según las especificaciones de COGUANOR de alimentos, medicamentos y cosméticos que se lanzan al mercado guatemalteco.

16. Marmita:

Tanque para contener especies quimicas. Generalmente de forma esférica en el fondo.

17. Solidificación:

Paso del jabon liquido a sólido.

18. Sudoración:

Se refiere a la formación y acumulación en la superficie del jabón transparente sólido de pequeñas gotas de algún compuesto quimico no determinado, como causa de alguna reacción secundaria a la neutralizacion de las grasas.

19. Tasa interna de retorno:

Método de evaluación de inversiones que calcula la tasa real de rendimiento de un proyecto sin preestablecer tasas irreales. La tasa real del proyecto es la que descuenta todos los flujos de entradas de los flujos de salida de manera que el valor obtenido sea cero.

20. Troquelado

Acción de impartir una forma particular al jabón sólido final.