

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
OBTENCION DE DETERGENTE A PARTIR DE DERIVADOS DE ACEITE
DE PALMISTE**

**VIVIAN PAOLA ACEVEDO MONTAÑEZ
ANGELICA MARIA MONTOYA HERNANDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTA DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2009**

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA PARA
OBTENCION DE DETERGENTE A PARTIR DE DERIVADOS DE ACEITE
DE PALMISTE**

**VIVIAN PAOLA ACEVEDO MONTAÑEZ
ANGELICA MARIA MONTOYA HERNANDEZ**

Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Químico

**Director:
Ph.D MARIO ALVAREZ CIFUENTES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTA DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2009**

A DIOS, por su regalo más bello: la vida y la oportunidad de estudiar.

A MIS PADRES, quienes con su incondicional y constante apoyo construyeron una fortaleza a mis sueños de ser profesional.

A MI HERMANO Y A MIS FAMILIARES, porque siempre estuvieron pendientes del desarrollo de mi carrera.

A MI NOVIO, quien con su ayuda y conocimiento promocionó la culminación de mis estudios.

A MIS AMIGOS, porque solo con su relación aprendí las reglas más importantes de la vida.

Vivian Paola

A la memoria de mi abuela Angélica...

A los miembros de mi hogar quienes con su amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento han sido partícipes de mis logros, especialmente mi madre quien con su constancia hizo posible mi formación profesional.

Angélica María

AGRADECIMIENTOS

El ser personal y la actitud en el ser colectivo es la gran obra que el TODO PODEROSO en su omnipotente sabiduría ha creado en cada una de nosotras. A él una oración profunda de infinitas GRACIAS

El saber y el saber-hacer que con orgullo hace parte de la caracterización personal, es el trabajo intencional y productivo de nuestros abnegados MEASTROS: GRACIAS

Por su dirección y asesoría en la realización de éste proyecto, y por brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia investigativa para la concreción del mismo, al Dr. MARIO ALVAREZ CIFUENTES: GRACIAS

El trabajo en equipo, la buena convivencia y el compartir de conocimientos es el legado de todos nuestros COMPAÑEROS: GRACIAS

El amor, el sentido de la vida y el apoyo incondicional en todas las acciones son la labor responsable y desvelada de nuestros queridos PADRES: GRACIAS

Por el apoyo, la comprensión, el cariño y constante estímulo, a OSCAR y JUAN PABLO: GRACIAS

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	15
1 ESTUDIO DE MERCADO.....	16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	16
1.2 ANALISIS DE OFERTA Y DEMANDA DE SURFACTANTES ANIONICOS	17
1.2.1 Comercio de Colombia con la Comunidad Andina de Naciones 18	
1.2.2 Comercio en Colombia	18
1.2.3 Proyección de la demanda nacional.....	18
1.3 PRECIO DEL PRODUCTO	19
1.4 APROVISIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA.....	19
1.4.1 Oferta y Demanda de aceite de palmiste en Colombia	20
1.4.2 Precio de Aceite de Palmiste.....	21
2 ESTUDIO TECNICO.....	22
2.1 TAMAÑO DE LA PLANTA	22
2.1.1 Demanda.....	22
2.1.2 Disponibilidad de materia prima	22
2.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	23
2.3 TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE METÍL ÉSTER SULFONADO	26
2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	27
2.5 BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA	28
2.6 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS.....	29
2.7 CONSUMO DE MATERIA PRIMA Y SERVICIOS INDUSTRIALES	30
2.8 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....	30
2.8.1 Infraestructura	30
2.8.2 Personal	32
3 ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO	34
3.1 ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL	34
3.2 EVALUACION DE INDICADORES.....	35
3.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD	36
4 IMPACTO DEL PROYECTO	37
4.1 IMPACTO ECONÓMICO	37
4.2 IMPACTO SOCIAL	37
4.3 IMPACTO AMBIENTAL	38
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFIA	41
ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de balance de masa y energía.....	29
Tabla 2 Dimensionamiento de equipos.....	29
Tabla 3 Consumo materia prima y servicios industriales	30
Tabla 4 Departamento de producción.....	33

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS A:

Tabla A1. Clasificación de surfactantes.....	43
Figura A1. Materias primas de los surfactantes.....	44
Figura A2. Algunos surfactantes de origen oleoquímico.....	45
Tabla A2. Especificación de las propiedades de surfactantes MES.....	45
Figura A3. Uso final de los surfactantes.....	46
Tabla A3. Usos de surfactantes MES.....	47

ANEXOS B:

Gráfico B1. Colombia. Balanza comercial de surfactantes de Colombia con la Comunidad Andina de Naciones.....	47
Tabla B1. Colombia. Comportamiento comercial de surfactantes aniónicos.	48
Tabla B2. Colombia. Consumo aparente de surfactantes aniónicos.....	48
Gráfico B2. Colombia. Proyección del Consumo aparente de surfactantes aniónicos.....	49
Tabla B3. Colombia. Precio de surfactantes aniónicos producidos de la petroquímica y oleoquímica.....	49

ANEXOS C:

Tabla C1. Características genéricas del aceite de palmiste.....	50
Tabla C2. Composición química del aceite de palmiste.....	50
Tabla C3. Colombia. Oferta y consumo aparente del aceite de palmiste.....	51
Gráfico C1. Colombia. Distribución de las exportaciones de aceite de Palmiste por país de destino en el 2008.....	51
Gráfico C2. Colombia. Evolución del precio real del aceite de palmiste.....	52

ANEXO D:

Tabla D1. Colombia. Producción de la agroindustria de la palma de aceite..	53
Tabla D2. Tasa global de desempleo 2008.....	54
Tabla D3 .Colombia. Índice de precios al Consumidor Año 2008.....	54
Tabla D4. Costos de transporte terrestre entre diferentes ciudades de Colombia.....	55
Gráfico D1. Localización de las zonas francas en Colombia.....	55
Tabla D5. Zonas francas con inicio de construcción.....	56
Tabla D6. Zonas francas sin inicio de construcción.....	57
Tabla D7. Zonas francas pendientes de declaración.....	58
Tabla D8. Colombia .Planta de beneficio de fruto de palma en Colombia....	59
Tabla D9: Puntuaciones de las distintas alternativas.....	60
Gráfico D2. Alternativas de Localización de la planta productora de MES....	60
Figura D3. Ubicación geográfica de la planta productora de MES.....	61

ANEXO E:

Figura E1. Diagrama tecnológico del proceso. Fabricación del Activo.....	62
Figura E2. Diagrama del reactor de película descendente.....	62
Figura E3. Diagrama de bloques del proceso.....	63
Figura E4. Diagrama de flujo de la simulación e Hysys 3.2.....	64
Tabla E1. Balances de materia y energía.....	65
Grafico E5. Plan Layout.....	71
Figura E6. Organigrama de la planta.....	72
Tabla E2. Nomina.....	73

ANEXO F:

Tabla F1. Costo de equipos.....	74
Tabla F2. Cálculo de inversión de capital inicial para planta productora de MES.....	75
Tabla F3. Flujo de Caja.....	76
Tabla F4. Indicadores Financieros.....	77

ANEXO G:

Tabla G1. Relación de amortización de la deuda.....	77
Tabla G2. Flujo de caja con financiación.....	78
Tabla G3. Indicadores financieros con financiamiento.....	79

ANEXO H:

Gráfico H1.Variación de la tasa interna de retorno con respecto al precio del producto.....	79
Gráfico H2.Variación de la tasa interna de retorno con respecto al precio del aceite de palmiste.....	80

RESUMEN

1. TITULO

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA OBTENCIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE DERIVADOS DE ACEITE DE PALMISTE*

2. AUTORES

Vivian Paola Acevedo Montañez**
Angélica María Montoya Hernández**

3. PALABRAS CLAVES

Aceite de palmiste, oleoquímica, sulfonación, surfactantes aniónicos, detergente en polvo a base de palma.

4. DESCRIPCION

El objetivo principal de ésta investigación es realizar un análisis de prefactibilidad técnico y económico para la obtención de metil ésteres sulfonados como compuesto activo a partir del aceite de palmiste

Según estudios realizados y documentación actual, el estudio de prefactibilidad de cierta manera es un proceso de aproximaciones sucesivas, donde se define el curso del montaje y puesta en marcha de la planta. Para ello se parte de supuestos, pronósticos y estimaciones, por lo que el grado de preparación de la información y su confiabilidad depende de la profundidad con que se efectuó tanto los estudios técnicos, como económicos, financieros y de mercado.

En el presente proyecto, se desarrollo el diseño básico y detallado del sistema productivo de metil ésteres sulfonados como compuesto activo, en base a la tecnología propuesta por Chemithon Corporation. Seguidamente se evaluó la capacidad de la planta teniendo en cuenta la oferta y demanda establecidas en Colombia, se consideraron pautas permitiendo identificar las variaciones para la ubicación geográfica de la planta a partir de la elaboración de un estudio de base de naturaleza cuantitativa y cualitativa, que influyeron en la toma de la decisión más conveniente para la respectiva localización. Se analizó la viabilidad del proyecto haciendo un análisis económico y financiero. Los resultados obtenidos establecen una capacidad de 20.000 ton/año de metil ésteres sulfonados para cubrir parte de la demanda de la CAN. Con respecto a la localización de la planta, Barrancabermeja (Santander) es el lugar más indicado para llevar a cabo la construcción de la planta. Finalmente, se puede resumir al proyecto como rentable económicamente para el tamaño propuesto.

* Tesis de Grado

** Estudiantes Facultad de Ciencias Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Ph.D. Mario Álvarez Cifuentes

ABSTRACT

1. TITLE

STUDY OF TECHNICAL AND ECONOMICAL PRE-FACTIBILITY TO THE OBTAINING OF DETERGENTS BASED ON DERIVATE PRODUCTS OF THE PALMISTE'S OIL*.

2. AUTHORS

Vivian Paola Acevedo Montañez**
Angélica María Montoya Hernández**

3. KEYWORDS

PALM KERNEL OIL, OLEO-CHEMISTRY, SULFONATION, ANIONIC SURFACTANT, PALM-BASED POWDER DETERGENT.

4. DESCRIPCION

The main objective of this research is to apply a technical and economical pre-factibility analysis to the obtaining of sulfonate methyl esters as an active compound based on the palmiste's oil.

Based on some previous researches and current data, the study of pre-factibility done in certain ways is a consecutive approaching process, where the line of assembly and the setting off of the plant is defined. To do so, it is necessary to start from deductions, suppositions, predictions and estimations, then, the degree of preparation of the informational data and its reliability depends mainly on the depth in which the technical, economical, financial and market studies have been done.

In the current project, the basic and detailed design of the productive system of sulfonate methyl esters, as an active compound, was carried out based on the technology proposed by Chemithon Corporation. After that, the capacity of the plant was evaluated just by taking into account the supply and demand already established in Colombia. Some patterns were followed to identify the variations to the geographical location of the plant; and it was done through a qualitative and quantitative base study which was taken into account by the moment of choosing the location. Finally, the viability of the project was studied by doing an economical and financial analysis. The obtained results establish a capability of 20000 ton/year of sulfonate methyl esters to cover a part of the demand of the CAN. To the location of the plant, Barrancabermeja (Santander) is chosen as the most indicated place to build up the plant. Finally, the project can be summarized as economical profitable if current budget is considered.

* Degree project

** Student of faculty of physic-chemical sciences. Chemical engineering school. Director: Ph.D. Mario Álvarez Cifuentes

INTRODUCCION

La materia activa de los detergentes está constituida por tensoactivos de origen natural y/o sintético de diferentes tipos; pero recientes investigaciones en oleoquímica revelan que los alquilbencenos están siendo desplazados en forma gradual por los metil ésteres sulfonados, ya que éstos comenzaron a ganar aceptación haciéndose más competitivos debido al fuerte desarrollo en la producción de los aceites de palma y palmiste [1], e igualmente por los elevados precios del petróleo a niveles históricos que han llevado a un aumento progresivo los precios de la materia prima y esto hace más factible, desde un punto de vista económico, sustituir algunos derivados de la petroquímica que hacen parte de la vida diaria, por algunos otros procedentes de fuentes renovables y amigables con el ambiente.

Con la investigación realizada en este proyecto, se pretende llevar a cabo un análisis de viabilidad tanto técnico como económico para la obtención de metil éster sulfonado “MES” como compuesto activo en la producción de detergentes biodegradables a partir del aceite de palmiste. Esta clase de tensoactivos han sido propuestos para cubrir parte de la demanda del mercado para la comunidad andina de naciones; requiriéndose del acondicionamiento de una actual tecnología en el proceso para que pueda ser usado en las plantas vigentes obteniendo productos que posean propiedades equivalentes a las existentes, e innovando al desarrollo de nuevas formulaciones [2].

Las cadenas productivas se encuentran en su mayor parte abastecidas de productos terminados importados. Por ende, el proyecto beneficiará el desarrollo regional Santandereano generando oportunidad laboral para la comunidad y permitirá contribuir a la mejora de la calidad medioambiental.

1 ESTUDIO DE MERCADO

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La palabra surfactante o tensoactivo es una contracción del término “agente de actividad superficial”, con la que se designa a aquellas sustancias que son capaces de modificar las propiedades físicas (mecánicas, eléctricas, ópticas, etc.) de una superficie o de una interfase, reduciendo la tensión superficial [3]. Los surfactantes están formados por dos partes bien definidas, la parte no polar constituido por una larga cadena carbonada llamada hidrófobo y la parte polar denominada hidrófilo la cual se encarga químicamente de la clasificación [4]. Se elige especificar los surfactantes de acuerdo a su tipo de molécula, más particularmente en base al tipo de disociación de su molécula en solución. En el anexo A, en la tabla A1 se indica la clasificación específica de los diferentes tipos de surfactantes existentes.

Hoy, el mercado de surfactantes presenta una gran variedad tanto desde el punto de vista de la estructura química de las moléculas como de su costo. Las materias primas utilizadas en su fabricación tienen orígenes diversos y su transformación puede seguir un camino simple o complejo dependiendo del caso, tal como se explica en el anexo A la figura A1. Mundialmente el 65% de los surfactantes empleados son aniónicos. Los surfactantes aniónicos provienen de la petroquímica u oleoquímica y comprenden a aquellos que poseen uno o varios grupos funcionales que se ionizan en disolución acuosa originando iones orgánicos con carga negativa y responsables de la actividad superficial.

Los surfactantes aniónicos de origen oleoquímico mas conocidos son los metil ésteres sulfonados (MES), obtenidos por la sulfonación de los metil

ésteres. Poseen buena propiedad de detergencia, buena característica de biodegradación y buena sensibilidad a la dureza del agua [5] en el anexo A de la figura A2 se presentan algunos otros surfactantes provenientes de la oleoquímica. La calidad de los metil ésteres sulfonados está dada por la cadena de carbono del metil éster proveniente; de manera general, se puede decir que los carboxilatos de cadena corta (C10-12) son rápidamente soluble en agua, producen espuma y toleran el agua dura. Sin embargo son también irritantes para las pieles sensibles. Por otra parte los carboxilatos en C18 saturados o insaturados no son irritantes y pueden usarse en jabones y cremas fáciles. En el caso especial del aceite de palmiste, cuya composición química es diferente al aceite de palma, se hace predominante el ácido graso láurico que apropia una distribución completa de la cadena de carbono logrando así un tensoactivo con características particulares, descritos en el anexo A de la tabla A2.

Los surfactantes se utilizan en innumerables aplicaciones, no sólo en productos de limpieza, sino en las industrias agro-alimenticias, farmacéuticas, cosméticas, metalúrgicas, pinturas, polímeros, textiles, petroleras, etc. Los bienes finales que demandan los oleoquímicos se presentan en el anexo A de la figura A3 y se hace hincapié en los usos para MES a producir en el anexo de la tabla A3.

1.2 ANALISIS DE OFERTA Y DEMANDA DE SURFACTANTES ANIONICOS

La descripción de la interacción de los surfactantes en el mercado Colombiano ha mantenido una senda de estabilidad a lo largo de la última década. La fuente principal de crecimiento ha sido de origen interno, principalmente por la recuperación de la inversión privada y de igual forma el aumento en el dinamismo de consumo en los hogares.

1.2.1 Comercio de Colombia con la Comunidad Andina de Naciones

El comercio exterior de los países miembros de la Comunidad Andina registra un resultado favorable constituyendo el principal mercado de importación y exportación de Colombia. De acuerdo con la encuesta obtenida por las estadísticas de la Comunidad Andina, las exportaciones de Colombia hacia la CAN tienen comportamientos irregulares los cuales son contrarestados con las importaciones para presentar una balanza comercial de surfactantes con un comportamiento creciente tal como se registra en el anexo B de la figura B1.

1.2.2 Comercio en Colombia

La producción de surfactantes en el país representa una mínima parte de la producción total de la industria química colombiana. De acuerdo con las declaraciones procesadas por el DANE y la DIAN, las importaciones a lo largo de los últimos años responden a la baja competitividad de los surfactantes, jugando un papel importante para el cubrimiento de la demanda nacional. Dichos registros se encuentran en el anexo B de la tabla B1.

1.2.3 Proyección de la demanda nacional

La demanda nacional de surfactantes aniónicos, expresada como consumo nacional aparente se ha reportado de acuerdo con los registros históricos de los datos inspeccionados por el DANE. El consumo aparente puede estar sobreestimado, respecto a las ventas reportadas al Fondo de Estabilización de precios para el palmiste.

Para obtener una percepción del comportamiento durante los 10 años siguientes, se realiza la proyección por ajuste lineal a los datos referidos en el anexo B de la tabla B2. La demanda para el 2008 fue de 65.104 ton con

una proyección descrita en el anexo B de la figura B2 para el 2018 de 157.802,7 ton de MES.

1.3 PRECIO DEL PRODUCTO

En la tabla B3 del anexo B, se presenta una comparación entre el precio del surfactante más comercial y la actual propuesta para surfactantes en donde se refleja el menor precio de los MES ante los LABS. En el 2008 los precios de surfactantes aniónicos proveniente de la petroquímica y de la cadena de aceites y grasas fueron estipulados en US\$ 2.100/ton y US\$ 1.500/ton respectivamente [6]. Para la fabricación de alquilsulfatos se requieren exigentes condiciones de hidrogenación y el empleo de catalizadores de gran costo, lo cual representa otras posibilidades de competitividad de los MES en el mercado de los surfactantes aniónicos.

1.4 APROVISIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA

Del fruto de la palma se tienen dos tipos de aceites, el aceite de palma el cual se extrae del mesocarpio o pulpa del fruto; y el aceite de palmiste se obtiene de la almendra que se halla rodeada por la pulpa.

El contenido de aceite de palmiste es entre un 46-53% y se obtiene una vez que el producto se ha secado, desmenuzado y acondicionado mediante presión o descamación y extracción. En el anexo C de la tabla C1 se muestran las características genéricas del aceite de palmiste.

El aceite de palmiste es semisólido a temperatura ambiente promedio y en su estado crudo es ligeramente amarillo pero una vez refinado es completamente claro lo que le permite ser ampliamente utilizado [7].

La composición química del aceite es elevadamente saturada, con énfasis en el ácido láurico, lo que lo hace fundamentalmente diferente del aceite de

palma. El contenido del aceite de palmiste se presenta en el anexo C de la tabla C2.

1.4.1 Oferta y Demanda de aceite de palmiste en Colombia

La comercialización de los aceites de palma y de palmiste se rige por la relación entre oferta y demanda en el mercado de los aceites y grasas. En el nivel doméstico, la oferta de estos productos varía según los picos de cosecha o períodos en los que se incrementa la producción de frutos, la capacidad de almacenamiento de los productores, su decisión de exportar y su comportamiento ordenado de cara a los compradores potenciales. A su vez, la demanda está sujeta al consumo de aceites y grasas, al manejo de inventarios por los industriales, a la competitividad frente a productos similares y a las políticas macroeconómicas que favorecen o limitan su importación.

En el anexo C de la tabla C3 se muestra el aumento en la producción de aceite de palmiste por sus valiosos ácidos grasos C12-C14, los cuales han conducido a un aumento en la producción de subproductos de bajo valor. Igualmente se expone la oferta disponible del aceite de palmiste en Colombia para el año 2007, presentando un decrecimiento del 9.4% debido al aumento del 11.2% que se presentó en las exportaciones.

Según los reportes hallados en la literatura, en el 2008 se exportaron 43.792 ton de aceite de palmiste que corresponde al 19% de la variación con respecto al año 2007 superando el dinamismo registrado en años anteriores. El mercado mexicano continúa siendo el principal destino de las exportaciones colombianas de aceite de palmiste. Su participación aumentó del 44% en el 2007 al 51% en el 2008 tal como aparece en la grafica C1 del anexo C

1.4.2 Precio de Aceite de Palmiste

El precio de referencia para las ventas de los aceites de palmiste y palma en el mercado Colombiano está en función de los precios internacionales de estos productos y de sus sustitutos como soya, coco, en varios mercados de referencia como Róterdam, Malasia, Chicago, Argentina y Ecuador [8] lo cual arroja un precio de paridad para el mercado nacional. Los precios reales fueron reflectados por el índice de precios al productor. En el anexo C la gráfica C2 aparece el comportamiento del precio del aceite de palmiste donde se refleja que hasta el año 2006 el precio a nivel nacional estuvo por encima del precio internacional del mercado CIF Róterdam. Para los años siguientes el precio nacional se reporta por debajo del precio internacional.

2 ESTUDIO TECNICO

Al evaluar el estudio técnico del proyecto se tienen en cuenta parámetros fundamentales tal como el tamaño y la ubicación geográfica de la planta, e igualmente se presenta la descripción del proceso junto con un análisis preliminar de los equipos empleados y su respectiva distribución.

2.1 TAMAÑO DE LA PLANTA

Para determinar la dimensión adecuada de la planta se debe tener en cuenta la demanda del producto y de la materia prima a nivel nacional. Datos analizados en el estudio de mercados.

2.1.1 Demanda

La planta debe cubrir con una parte de la demanda de surfactantes aniónicos registrada en el estudio de mercados, la cual presenta un incremento anual que refleja inconformidad con respecto a la demanda de materia prima. En el 2008 Colombia ostenta una demanda de 65.104 ton y la CAN durante el periodo 2002-2006 presenta una balanza comercial de 21.600 ton/año. Se propone un tamaño de planta de 20.000 ton/año para satisfacer parte de la demanda nacional y un equivalente de la demanda de la CAN.

2.1.2 Disponibilidad de materia prima

Los métodos de producción de ésteres metílicos tienen conversiones hasta del 98% como materia prima para la producción de MES. Por lo tanto, se requieren alrededor de 20.409 ton/año de aceite de palmiste para proporcionar 20.409 ton/año de ésteres de métilos necesarias para la producción de 20.000 ton/año de MES.

De acuerdo al estudio de mercados, existe una disponibilidad aproximada de 31.100 ton/año de aceite de palmiste, lo cual permite cubrir los requerimientos de producción del tamaño propuesto.

2.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

Para determinar las posibles ubicaciones de la planta, se toma en consideración varios aspectos relevantes que intervienen en la decisión de localización de la misma, estableciéndose un conjunto de localizaciones candidatas para un análisis más profundo, rechazándose aquéllas que claramente no satisfagan los factores dominantes. Dichos aspectos se describen a continuación:

1. Disponibilidad de materia prima

En Colombia existen cuatro zonas productoras del fruto de la palma y la disponibilidad del aceite de palmiste como materia prima que se muestra en el anexo D de la tabla D1; es necesario asegurar que los volúmenes de producción son suficientes para satisfacer los requerimientos.

2. Disponibilidad de mano de obra

La disponibilidad de mano de obra se hace referente a la tasa de desempleo según la información suministrada por el DANE, la tasa de desempleo a nivel nacional anual de 2008, fue de 11,2% tal como observa en anexo la tabla D2.

3. Costo de vida

El costo de vida se indica según las características de la comunidad, medios y costos existentes, pueden tener un efecto muy importante en la ubicación. Para éste análisis se consulta el índice de precios al consumidor registrado en el anexo D en la tabla D3.

4. Costo de transporte

Debido a que el medio más utilizado en Colombia para el transporte de mercancías es el terrestre, únicamente se analizaron las tarifas locales de este entorno. El precio del transporte de mercancías según la resolución 003175 del 1 de agosto de 2008 referenciada en la tabla D4 del anexo D.

5. Impuestos

Para los impuestos se considera si la zona de ubicación es zona franca, ya que son áreas geográficas delimitadas que tienen como objetivo primordial promover el proceso de industrialización de bienes y servicios fundamentalmente desarrollados. Colombia cuenta con 24 Zonas Francas [9] de las cuales 16 son Zona Franca Permanente y 8 son Zona Franca Uniempresarial, ubicadas en puntos estratégicos para atender las necesidades de cada sector tal como se refleja en la gráfica D1 y las tablas D5, D6 Y D7 del anexo D. Igualmente el anexo de la tabla D8 se especifica las 56 plantas de beneficio que se encuentran en diferentes zonas del país.

A través de análisis cuantitativos se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una alternativa que sea mejor que todas las demás en todos los aspectos. Para determinar la localización definitiva de la planta se emplea el método de evaluación de alternativas de localización denominado método los factores ponderados que consta de los siguientes pasos:

1. Determinar una relación de los factores relevantes.
2. Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa.
3. Fijar una escala a cada factor.
4. Multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada localización.
5. Hacer una recomendación basada en la localización que halla obtenido la mayor puntuación, sin dejar de tener en cuenta los resultados obtenidos a través de métodos cuantitativos.

Para la localización de una nueva planta de producción de MES se ha identificado el conjunto de criterios importantes anteriormente nombrados para el éxito de la decisión; al mismo tiempo, ha distinguido el grado de importancia de cada una de las alternativas en una escala de 0 a 10. Todo esto se recoge en la Tabla D9 del anexo D.

En el anexo de la gráfica D2 se acoplan los resultados derivados del método de factores ponderados, presentando la zona oriental como la mejor zona para la localización de la planta productora de MES seguida de la zona central. Como factores que pueden afectar los resultados se tienen:

- En la zona oriental se hallan localizadas la mayoría de reconocidas empresas que son competencia para la planta.
- Las fuentes de abastecimiento de materias primas no son precisamente las más altas.

Al analizar la zona central propuesta como segunda opción de localización de la planta productora de MES se establecen:

- Poder llevar a cabo el ingreso de una nueva fuente de trabajo para esta región que cuenta con 21.288 ton de aceite de palmiste como materia prima, es la zona con mayor producción.
- Se encuentra la planta productora de azufre para la obtención de SO_3 ; e igualmente cuenta con zona franca y con costos de transporte no muy elevados.
- Se resalta que posee fácil acceso para comercialización con otras ciudades y el crecimiento industrial en la zona.

Se hace el planteamiento de localización de la planta productora de MES en el departamento de Santander más exactamente en Barrancabermeja, tal como se especifica en el gráfico D3 del anexo D.

2.3 TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE METÍL ÉSTER SULFONADO

Los agentes sulfonantes más relevantes son el Ácido Sulfámico, Ácido sulfúrico, Ácido Clorosulfónico, Oleum y una mezcla de Aire/SO₃. La elección del agente se basa en las propiedades fisicoquímicas y en criterio económico [10].

El Ácido sulfámico es utilizado para etoxilar y sulfatar formando sales amónicas neutralizadas, es bastante costoso y ligero. El proceso se lleva a cabo por lotes. El Ácido sulfúrico produce SO₃ a muy alto costo aunque más barato que el ácido sulfámico, es altamente corrosivo y riesgoso ya que libera HCL. Es altamente exotérmico lo cual causa un oscurecimiento no deseado del producto y su sulfonación se da por lotes o en continuo. El Ácido clorosulfónico tiene la gran ventaja de sulfonar sin dar lugar a la producción de agua, pero produce HCl que también causa un problema de residuo ácido. El Oleum es económico y se puede operar por lotes o en continuo. Produce una buena sulfonación pero impedidamente se da una gran cantidad de ácido sulfúrico sin reaccionar, por ende se necesitarían más equipos para aprovechar al máximo todo lo que se produce y esto conllevaría a mayores costos. Una de las desventajas es que su almacenamiento es de alto riesgo. La mezcla de Aire/SO₃ es el de más bajo costo y genera productos de alta calidad a pesar de utilizar equipos costosos. Este método se basa en diluir el SO₃ gaseoso y el aire seco, ya que estos pueden reaccionar directamente con el compuesto orgánico [11].

Propuestas técnicas y comerciales para la ingeniería del proceso de producción han sido realizadas por industrias como Meccaniche Moderne, Mazzoni S.p.A, Chemithon Corp. y Ballestra S.p.A., Trivedi Industrial Research y Associates.

Para la tecnología de sulfonación con aire/SO₃, la inclinación va hacia la tecnología de Chemiton Corporation indicada en el anexo E de la figura E1; el reactor anular de película descendente de Chemithon son los más comunes en la producción de detergentes y cosméticos elaborados con materiales oleoquímicos. Este reactor establece el estándar de la industria para la calidad del producto y la fiabilidad de plantas (> 96%), es considerado el mejor reactor de su tipo, tiene un sistema alternativo para sulfonación de sustrato y es menos costoso de instalar por ser compacto y medir aproximadamente dos metros en altura. Además el sistema de distribución por bridas reduce el contenido de sales disódicas formadas durante la sulfonación [12]. En el reactor de película, el alimento orgánico desciende por la pared del reactor y continúa medido por un fluxómetro de masa y con una velocidad controlada por la bomba del equipo (parte naranja), tal como se muestra en la anexo E en la gráfica E2. El SO₃, diluido con aire seco, fluye sobre la película de material orgánico, se difunde y reacciona para formar ácido sulfónico (parte azul). El alimento orgánico y el SO₃ fluyen en corriente paralela desde el tope hacia el fondo del reactor y el calor de reacción es retirado con una chaqueta de enfriamiento debajo de la superficie de reacción.

Es importante poner en marcha la unidad de manera correcta. Si la superficie del tubo es demasiado seca y caliente, el producto puede ser quemado y ocasionar adherencia a la superficie, dando lugar a continuos problemas de funcionamiento hasta que la unidad se apague y se limpie.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

En el anexo E de la gráfica E3 se presenta el diagrama de bloques que a continuación describe el proceso de producción y en el anexo de la grafica E4 se exhibe el diagrama de flujo de la simulación en Hysys 3.2.

La sulfonación se hace por absorción del SO_3 /Aire en el metil éster (ME) en un reactor de película descendente formando un compuesto intermedio que se encarga de activar el carbono alfa para la sulfonación dando lugar a otro compuesto intermedio, el cual se enfría continuamente con agua a través de una chaqueta externa. El compuesto intermedio que se produce de tal reacción se lleva a un digestor flujo pistón donde se completa la sulfonación a 85°C de temperatura, durante la etapa de digestión y formación de MESA se libera SO_3 . El MESA resultante es llevado a un mezclador donde se hace la re-esterificación con metanol para inhibir la formación de compuestos conjugados polisulfonados (di-sales) que le proporcionan un color oscuro al producto. Luego es transferido a un mezclador para adicionarle metanol y peróxido de hidrogeno a 75°C como agente blanqueador. Esta mezcla se conduce a un digestor de blanqueamiento con reflujo que mantiene una temperatura de 95°C . El MESA blanqueado se conduce a un mezclador para neutralizarlos con NaOH al 50% a pH controlado y una corriente de reciclo de la pasta neutralizada a 55°C . Si no se controla el pH de la neutralización, el MES se puede hidrolizar formando la di-sal. La pasta neutralizada se descarga continuamente a un secador, donde se obtiene el producto MES a una temperatura de 140°C . El metanol se recobra del proceso en la etapa de recuperación a 32°C , para utilizarse en la etapa del blanqueamiento

2.5 BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Dentro de la industria química, los balances de materia y energía son importantes auxiliares en el diseño, control, optimización y evaluación económica del proceso propuesto en la planta; en consecuencia el cálculo de balances de materia y energía con la exactitud requerida se establecen por medio del simulador Hysys 3.2, presentando el resumen de los resultados obtenidos en la tabla 1. En el anexo de la tabla E1 se indican en detalle los balances.

Tabla 1 Resumen de balance de masa y energía

CORRIENTE	PROCESO	FLUJO MASICO (Kg/h)	FLUJO DE CALOR (Kj/h)
1	SULFONACION	1800	-5.479*10 ⁶
2	SULFONACION	7345	-6.125*10 ⁶
3	SULFONACION	9145	-1.047*10 ⁷
4	SULFONACION	6594	-2.138*10 ⁶
5	SULFONACION	2551	-8.337*10 ⁶
6	SULFONACION	2551	-8.337*10 ⁶
7	SULFONACION	2551	-8.396*10 ⁶
8	BLANQUEAMIENTO	2868	-1.061*10 ⁷
9	BLANQUEAMIENTO	2868	-1.083*10 ⁷
10	NEUTRALIZACION	3350	-1.681*10 ⁷
PRODUCTO	SECADO	2732	-9.276*10 ⁶
12	SECADO	618.4	-5.861*10 ⁶
13	RECUP. METANOL	1330	-9.813*10 ⁶

FUENTE: Autores

2.6 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS

Para el cálculo de dimensionamiento de los equipos se suministra información de los tiempos de residencia, aportados por las patentes de Chemithon Corp., al programa de simulación Hysys 3.2. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Dimensionamiento de equipos

NOMBRE	EQUIPO	CAPACIDAD APROX.	DIAMETRO	ALTURA	MATERIAL
PFR-100	REACTOR DE PELICULA DESCENDENTE.	1.8 m ³	0.8 m	2 m	ACERO INOXIDABLE 316
V-100	TANQUE SEPARADOR	5.1 m ³	1.1 m	5.3 m	ACERO AL CARBONO
V-101	TANQUE	4 m ³	1.5 m	2.3 m	REACTOR VIDRIADO
V-102	TANQUE	3 m ³	1.4 m	2 m	ACERO INOXIDABLE 304
V-103	TANQUE	6 m ³	1.7 m	2.6 m	ACERO INOXIDABLE 304
V-104	TANQUE SEPARADOR	1.2 m ³	1 m	1.5 m	ACERO AL CARBONO
T-100	TORRE DESTILACION	20 m ³	1.5 m	12 m	ACERO AL CARBONO

Fuente: AUTORES

2.7 CONSUMO DE MATERIA PRIMA Y SERVICIOS INDUSTRIALES

El consumo de materia prima y servicios industriales para la planta de MES se registra en la tabla 3.

Tabla 3 Consumo materia prima y servicios industriales

MATERIA PRIMA	CANTIDAD
ACEITE PALMISTE	1800 Kg/Ton Producto
SO ₃ /Aire	7345 Kg/Ton Producto
NaOH	482.6 Kg/Ton Producto
H ₂ O ₂	51.02 Kg/Ton Producto
METANOL	1020 Kg/Ton Producto
SERVICIO INDUSTRIAL	CANTIDAD/Ton de Producto
ENERGÍA ELÉCTRICA	143.96
AGUA	121.37

Fuente: AUTORES

2.8 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La ordenación física de los elementos industriales proporciona un arreglo de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados. En la distribución de la planta se incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal [14].

2.8.1 Infraestructura

Los proyectos de infraestructura en Latinoamérica deben ofrecer oportunidades de inversión lucrativa. En el anexo E de la gráfica E5 se ejemplifica un esquema de la disposición de planta la cual incluye las siguientes etapas:

1. Sección de sulfatado y neutralizado: Está diseñada para permitir a las materias primas, ser contenidas en tanques de alimentación. La mezcla que será sulfatada, igual a la cantidad de agentes de reacción, son suministradas y pasadas de manera continua por un sistema de digestión donde se completará la reacción. La temperatura del sistema de recirculación es controlada por una válvula de ajuste de agua fría. Ésta mezcla ácida pasa desde el sistema de digestión hacia el sistema de mezclado que comprende de un contenedor de reacción, un intercambiador de temperatura y tuberías de conexión. La mezcla de ácido diluido pasa al sistema de separación donde el ácido sulfatado emerge a la parte superior del separador y entra al circuito de neutralización que consiste de un contenedor de reacción, un intercambiador de temperatura, y tuberías de circulación para trasladar la mezcla al tanque de ajuste de pH que hace que el producto neutralizado tenga una composición uniforme y homogénea. El producto neutralizado es controlado por un medidor continuo de pH a través de unos electrodos colocados en la cámara de fluido y en el indicador de pH.

2. Sección de preparación de la pasta: Diseñada para permitir que el producto neutralizado y agentes adicionales sean mezclados por medio de un embrague en un agitador eléctrico de baja velocidad. La pasta mezclada es convertida en una pasta homogénea y es pasada por unos filtros para remover las impurezas sólidas. Después la pasta es transportada a su tanque de almacenamiento.

3. Sección de secado: La pasta de MES es enviada a la torre de secado y esparcido desde los inyectores cortando el flujo de aire caliente para mantener volúmenes pequeños en forma de comprimidos. Luego la pasta descende suavemente y es secado dentro de dispositivos ahuecados antes de llegar al conducto de descarga de la torre de secado. Produce detergentes sólidos activos con un nivel de humedad de 1 a 5%.

El área total de la planta se dimensionará de acuerdo al equipamiento eléctrico y electromecánico que debe alojar. Las dimensiones deberán fijarse con holgura, teniendo presente no sólo el espacio físico requerido por los armarios y equipos sino las necesidades durante las etapas de montaje y de operación (circulación, apertura de puertas y desplazamiento de equipos y muebles). Teniendo en cuenta lo anterior se designa un área de planta de 2400 m²

2.8.2 Personal

La planta está apoyada por personal calificado necesario para mantenerse en funcionamiento continuo. La gráfica E6 del anexo E detalla la estructura de organización para la planta la cual se encuentra dividida por departamentos estando en relación directa con las funciones básicas que se realizan a fin de lograr sus objetivos y metas propuestas por la misma. Dichos departamentos son:

- Dirección General: Se responsabilizará de la definición, puesta en marcha y seguimiento de estrategias, así como de las acciones necesarias para lograr los objetivos establecidos y de la organización de la empresa a corto, medio y largo plazo.
- Departamento Administrativo: Planea, dirige y coordina el trabajo de sus oficinas adscritas como: Recursos Humanos, Tesorería, Contabilidad y Presupuesto, Servicios Operacionales Crédito y Cartera y Unidades de Servicios.
- Departamento de Producción: Es aquel que formula y desarrolla los métodos más adecuados para la elaboración del producto a suministrar y coordinar la mano de obra, equipo, instalaciones, materiales y herramientas requeridos.

El departamento de procesos es de gran importancia por el modo de operación y se debe contar diariamente con 3 turnos de 8 horas.

Tabla 4 Departamento de producción

CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO.	FUNCIONARIOS/TURNO.
SECCIÓN SULFATADO.	1 ingeniero, 1 operador.
SECCIÓN PREPARACIÓN DE LA PASTA.	1 operador, 2 asistente.
SECCIÓN SECADO.	2 operadores.
MANEJO DE MATERIALES.	2 asistentes.

FUENTE: Autores

- Departamento Financiero: Esta área se encarga de la obtención de fondos y del suministro del capital que se utiliza en el funcionamiento de la empresa procurando disponer con los medios económicos necesarios para cada uno de los departamentos con el objeto de que pueden funcionar debidamente.

- Departamento de Recursos Humanos: Su objetivo es conseguir y conservar un grupo humano de trabajo cuyas características vayan de acuerdo con los objetivos de la empresa a través de programas adecuados de reclutamiento, selección, capacitación y desarrollo.

Tomando como base los equipos disponibles, el área y la estructura organizacional para la planta se obtienen un equivalente global de funcionarios que cubran las operaciones en los respectivos departamentos. En el anexo de la tabla E1 se pauta la nomina del personal necesario para la actividad continua de la planta.

3 ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

El estudio económico para la obtención de detergentes a partir de derivados de aceite de palmiste se encamina en determinar el precio económico de los factores involucrados para la construcción y puesta en marcha de la planta. Se indaga sobre la viabilidad de la producción de metil ésteres sulfonados, para conocer la magnitud de las inversiones sobre las que se va a basar la operativa de la planta productora, con el fin de determinar si son suficientes para soportar el servicio de la deuda anual y de retribuir adecuadamente el capital aportado.

3.1 ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL

La estimación del capital inicial para la producción de MES, constituye a los costos como aspecto central de gran importancia en su determinación. Para detallar lo referente a costos se lleva a cabo la clasificación en dos grupos referenciados como costos directos y costos indirectos, que reflejan el monto de dinero para disponer y operar la planta. Los costos directos son aproximadamente el 70% de la inversión y en ellos se incluye terrenos, obras civiles, instalaciones y equipos. Para el costo de los equipos que son requeridos en la planta según las especificaciones obtenidas en el dimensionamiento, se referencia la página www.matche.com; y los resultados se indican en la tabla F1 del anexo F.

El capital inicial de la inversión que se requiere para el montaje de la planta cuya producción de 20.000 ton/año de metil ésteres sulfonados es de US\$ 691.760,665 los cálculos se presentan explícitamente en el anexo F en la tabla F2.

3.2 EVALUACION DE INDICADORES

La evaluación financiera consiste en construir los flujos de dinero proyectados que en un horizonte temporal serían hipotéticamente generados, para después descontarlos a una tasa adecuada de manera tal que podamos medir (Cuantificar) la generación de valor agregado y su monto.

El flujo de caja se determinó teniendo en cuenta que el tiempo proyectado para el montaje y ejecución de la planta es de 10 años y su evaluación financiera está hecha en dólares. Con el flujo de caja propuesto en el anexo de la tabla F3 se realiza el análisis financiero del proyecto, efectuado para determinar la viabilidad económica a través de los indicadores Valor presente neto (VPN), Tasa interna de retorno (TIR), y junto con un análisis de sensibilidad, permiten dar una medida, más o menos ajustada, de la rentabilidad que podemos obtener con el proyecto, antes de ponerlo en marcha. Teniendo en cuenta que la planta emplee recursos propios, se describen a continuación los parámetros calculados referenciados en el anexo de la tabla F4. Para escoger la Tasa atractiva mínima (TAM) para el proyecto se tienen en cuenta las fluctuaciones en la demanda del producto y la alta competencia en la oferta estableciendo una tasa del 18% que se consideró como la mínima aceptable para la aprobación del proyecto de inversión.

El valor presente neto (VPN) derivado de la evaluación financiera del proyecto permite realizar el análisis de factibilidad para la obtención de detergente a partir de derivados de aceite de palmiste, estimándose en US\$ 9'628.584,917 siendo éste positivo indicando al proyecto como atractivo. La Tasa interna de retorno (TIR), es uno de los indicadores financieros que permiten evaluar la posible rentabilidad del proyecto. La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base a la TIR toma como referencia la TAM. Por tanto la TIR obtenida es de 38.27% siendo mayor

que la TAM, indicando que el proyecto posee un rendimiento mayor al mínimo requerido.

Para el caso del financiamiento se tiene como base que la inversión inicial fue financiada en su totalidad por un periodo de 10 años con una tasa de interés anual del 12%. En el anexo G en la tabla G1 se presenta de forma detallada la amortización de la deuda que podría adquirir la planta [15]. El flujo de caja con financiamiento se anexa en la tabla G2 donde se muestra una variación con respecto al año de ingreso de ganancias. El anexo de la tabla G3 indica que el proyecto aun sigue siendo rentable con financiamiento ya que la TAM propuesta para éste caso es del 9,95% obteniéndose un VPN de US\$ 18'658.525 y una TIR correspondiente al 33,83%.

3.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

A fin de presentar los aspectos de incertidumbre asociados con la TIR, se examinó la manera en que varían los resultados al hacer una alteración a la alza y a la baja en un 5% a las variables críticas del proyecto, nominando como parámetros inciertos el precio del producto (MES) y el precio del aceite de palmiste. En las graficas del anexo H1 y H2 se muestran los valores de TIR para cualquier cambio previsible en cada una de las variables más relevantes de costos e ingresos mencionadas anteriormente, apreciando que el proyecto es altamente sensible a las variaciones en el precio de venta del producto y poco sensible a las variaciones del precio de la materia prima. Para el caso de financiación el comportamiento tiene una tendencia similar y cercana al obtenido por los recursos propios.

La holgura con que cuenta para competir mediante disminución del precio de venta del producto, es hasta el 18% para que la TIR no caiga por debajo de la TAM. El precio de la materia prima muestra claramente una conducta inversamente proporcional, obteniéndose beneficio a la rentabilidad con la disminución; pero siendo tolerante hasta un incremento imprevisto de US\$ 686.76/ton.

4 IMPACTO DEL PROYECTO

4.1 IMPACTO ECONÓMICO

El proyecto generará utilidades a partir del cuarto año. En los primeros años fueron sus flujos bajos, esto debido a que se trataba de períodos de inversión y de estabilización de la planta. De acuerdo con la tasa interna de retorno (TIR) del 38.27%, lo cual da cuenta de la robustez del proyecto, hace que pueda valorarse no sólo por el logro de los resultados científico - tecnológicos, sino que por su aplicación y comercialización en la producción y los mercados. Por ello el país debe mantener la competitividad y buscar implementar alternativas tecnológicas que beneficien al consumidor, al sector industrial y a la economía nacional.

Se estima un tiempo de vida útil de la planta de 10 años, ya que éste depende principalmente de la tecnología empleada, la cual puede presentar cambios. Principalmente se piensa cubrir parte del mercado de la Comunidad Andina de Naciones.

4.2 IMPACTO SOCIAL

Este proyecto incentiva la producción de aceite de palmiste el cual ha tenido rezago tecnológico. La implementación para reducir las pérdidas y aumentar la extracción ha estado dirigida en mayor proporción al aceite de palma, y no tanto al aceite de palmiste.

La palma de aceite promueve la formación de cadenas productivas y la generación de aglomerados agroindustriales de actividades y empresas que se complementan y encadenan para consolidar su desarrollo regional y

nacional. De igual forma se busca darle un valor agregado a esta materia prima para disminuir en gran medida la importación de tensoactivos aniónicos y fortalecer la industria oleoquímica en el país.

4.3 IMPACTO AMBIENTAL

La contaminación ambiental del sistema terrestre es un fenómeno ampliamente extendido, puesto que se utiliza un elevado número de compuestos orgánicos e inorgánicos para una gran diversidad de aplicaciones. A ellos hay que añadir todos aquellos productos vertidos como subproductos no deseados generados en varios procesos tecnológicos.

Entre los residuos mas comunes derivados del uso domestico y la industria, se encuentran los tensoactivos. Se considera que el factor más importante en la evaluación toxicológica de los distintos tensoactivos es la diferencia de biodegradabilidad entre ellos. El aumento en el consumo de éstos compuestos provocó la aparición de espumas en los ríos lo cual llevo a importantes inversiones de tiempo y recursos para el desarrollo de tensoactivos más biodegradables con lo que se desea empezar a reducir el impacto en el medio acuático.

El proceso de síntesis de los metil éster sulfonados genera emisiones a la atmósfera de vapor de agua ocasionadas por posibles escapes de alcohol metílico que contribuye con la formación de gas de invernadero en la etapa de blanqueamiento. El factor que se contribuye a optimizar es el agua, pues el proceso requiere de gran cantidad de la misma y ésta se debe neutralizar para evitar vertimientos contaminantes, requiriendo técnicas de disposición adecuada que permitan garantizar la calidad de nuestro ambiente cumpliendo con la legislación ambiental Colombiana.

CONCLUSIONES

- Al desarrollar el estudio de mercados se determinó el tamaño de la planta para un volumen de producción óptimo de 20.000 ton/año de MES, asegurando la posibilidad de competir en el mercado andino a medida que el producto logre un mejor escalamiento.
- El criterio de rentabilidad de inversión se contempla como un indicador confiable para la evaluación financiera del proyecto mediante el cálculo del VPN y la TIR. El VPN para el proyecto es de US\$ 9'628.584,917 y la TIR es del 38.27%, al fijarse una TAM del 18% obteniéndose un concepto muy favorable para su ejecución, considerándose económicamente rentable.
- Al realizar el análisis de sensibilidad ante las variaciones de los precios de materia prima y del producto, se logra establecer que para el caso de reducciones en el precio de venta del producto el proyecto es sensible a soportar hasta un 18% que es el valor de la TAM. Esto significa que a éste nivel de sensibilidad la planta puede seguir operando con un precio de venta de producto igual a U\$1370/ton. El incremento en el precio de materia prima indica que la planta puede operar con un tope máximo de U\$686.76/ton.
- Hoy en día se requieren equipos más sofisticados que trabajen con materias primas naturales y renovables; por tal motivo la tecnología seleccionada para el desarrollo de este proyecto fue el reactor de película descendente de Chemithon Corp., debido a que proporciona ventajas técnicas, productos de alta calidad y gracias a la aceptación internacional es asequible en comparación con otras tecnologías.

RECOMENDACIONES

- Éste proyecto se puede llevar a un estudio de factibilidad, puesto que desde el punto de vista técnico y financiero es viable, exitoso y no representa riesgo alguno para los interesados; logrando así contribuir al desarrollo en la industria oleoquímica en Colombia.
- Tener en cuenta las observaciones emitidas por la secretaría del medio ambiente en lo referente al manejo de los residuos tóxicos, con la finalidad de no generar daño ambiental.
- Se sugiere seguir muy de cerca la evolución que muestre la tasa de interés para financiamiento. La importancia de su seguimiento, radica en que ante los posibles incrementos que llegara a experimentar, en forma gradual y continua, alcance niveles altos y peligrosos para la buena marcha de la economía en su conjunto, logrando ocasionar que el proyecto, sufra alguna posposición o cancelación, representando mayores gastos financieros debido a los créditos contratados y de ésta manera ver reducidas sus utilidades.
- Enfatizar la importancia que tiene hoy en día la utilización de simuladores como Hysys en el campo de la ingeniería y fomentar la realización de estudios empleando la simulación como herramienta para analizar el comportamiento de los procesos.
- La industria palmera ha tenido un rápido crecimiento debido a la alta demanda de aceite de palma y palmiste, haciendo necesaria la inversión empresarial y apuesta por nuevas e innovadoras tecnologías para estar a la vanguardia con otros países.

BIBLIOGRAFIA

Con la finalidad de respaldar los conceptos contenidos en cada uno de los capítulos que componen el presente documento, se entrega a continuación la totalidad de la bibliografía consultada. Cabe señalar que, adicionalmente, se entrega la ruta de acceso a la información consultada vía internet, en atención a que una parte de los antecedentes no poseen un autor identificable.

De igual manera, se presenta la información bibliográfica revisada pero que no aportó antecedentes relevantes para el estudio.

[1]. WOLFGANG, Rupilius. Uso de los aceites de Palma y de Palmiste en el sector de jabones y detergentes. Revista Palmas, Volumen 28 N° Especial, Tomo1, 2007.

[2]. APARICIO, Jorge. Presentación Tecnología Chemithon / Sulfonacion.Pdf

[3]. COLOMBIA. FEDEPALMA. Revista Palmas, Volumen 25 N° 1 2004.

[4]. Malaysian Palm Oil Promotion Counsil, 2000.Parkert

[5]. SHEATS. Brad and Dr. FOSTER, Norman C. Concentrated products from methyl ester sulfonates. The chemithon corporation, www.chemithon.com

[6]. COLOMBIA. CENIPALMA. Metil Esteres Sulfonados. Una nueva generación de surfactantes.

[7]. AARHUS UNITED. El aceite de palma y sus aplicaciones.

[8].http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/AI_Documentos/ejercicio%20palma%20de%20aceite.PDF

[9].<http://www.mincomercio.gov.co/eContent/Documentos/intervenciones/2008/Zonas Francas.pdf>

[10].Related:materias.fi.uba.ar/7218/SULFONACION_APUNTE_Def_2007.pdf

[11]. <http://www.scribd.com/doc/6992148/Teoricas-Ind2-Ind2Quimicaorganica1>

[12]. <http://www.chemithon.com/SULFONACION.html>

[13]. turnkey.taiwantrade.com.tw/.../133/layout.gif

[14]. PETERS, Max and TIMMERHAUS, Klaus. Diseño de planta y su evaluación económica para ingenieros químicos. Ed. Géminis, Buenos Aires. 1958

[15] www.Pymesfuturo.com

- www.matche.com
- NARVAEZ, P.C. RINCON, S.M. CASTAÑEDA, L.Z. SANCHES, F.J. Determination of some physical and transport properties of palm oil and of its methyl esters. Departamento de Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- HOVDA, Keith. THE CHALLENGE OF METHYL ESTER SULFONATED. www.Chemithon.com
- OBTENCION DE ESTERES GRASOS Y JABONES A PARTIR DE ACIDOS GRASOS SUBPRODUCTOS DE LA REFINACION DEL ACEITE DE PALMA AFRICANA. (QP12778)
- HANDBOOK OF DETERGENT, PART C: ANALYSIS
- HANDBOOK OF DETERGENT, PART D: FORMULATION
- MAURAD, Zulina. GHAZALI, Razmah. Alpha-sulfonated methyl ester as an active ingredient in palm based power detergent, *Malaysian Palm Oil Board Information Series* (2002).
- JURADO, E. BRAVO, D. Enzyme-based detergent formulas for fatty soils and hard surface in a continuous flow device. *Journal of Surfactants and Detergent*. January 1, 2006.
- www.monografias.com/trabajos/grasas/grasas.html
- www.psenterprise.com/gproms/applications/reaction/images/ffr_falling_film_reactor.png

ANEXOS

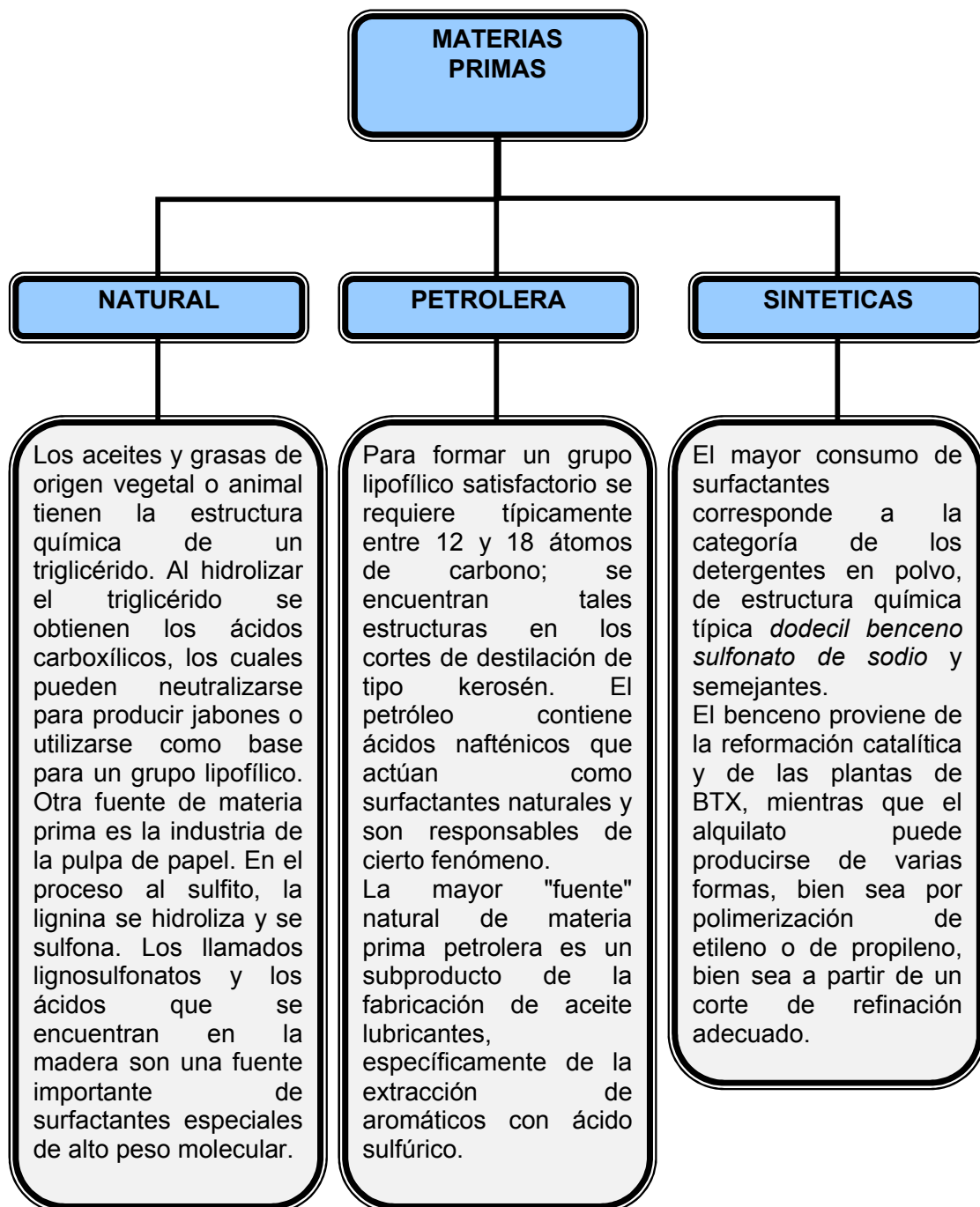
• ANEXOS A:

Tabla A1. Clasificación de surfactantes

Surfactantes aniónicos	Son aquellos que en solución acuosa se disocian en un anión anfífilo y un catión, el cual es generalmente un metal alcalino. A este tipo pertenecen los surfactantes de mayor producción: detergentes como alquilbenceno sulfonatos, jabones o sales de ácidos carboxílicos grasos, espumantes como el lauril éster sulfato etc.
Surfactantes noiónicos	Por orden de importancia industrial vienen justo después de los aniónicos, y hoy en día su producción está aumentando. En solución acuosa no forman iones, ya que su parte hidrofílica está formado por grupos polares no ionizados como: alcohol, tiol, éter o éster. Una gran parte de estos surfactantes son alcoholes o fenoles etoxilados (lavaplatos, champúes). Ciertos derivados producen surfactantes no-tóxicos para uso farmacéutico o alimenticio.
Surfactantes catiónicos	Son aquellos que se disocian en un catión anfífilo y un anión generalmente de tipo halogenado. Estos surfactantes se usan solamente en aplicaciones especiales donde la carga positiva del anfífilo produce ventajas como en enjuagues o emulsiones asfálticas.
Otros tipos de surfactantes	La combinación en la misma molécula de un grupo con tendencia aniónica y de un grupo con tendencia catiónica produce un surfactante anfotérico. Según el pH del medio una de las dos disociaciones prevalece. Este tipo de surfactante se usa sólo en casos particulares debido a su alto costo.

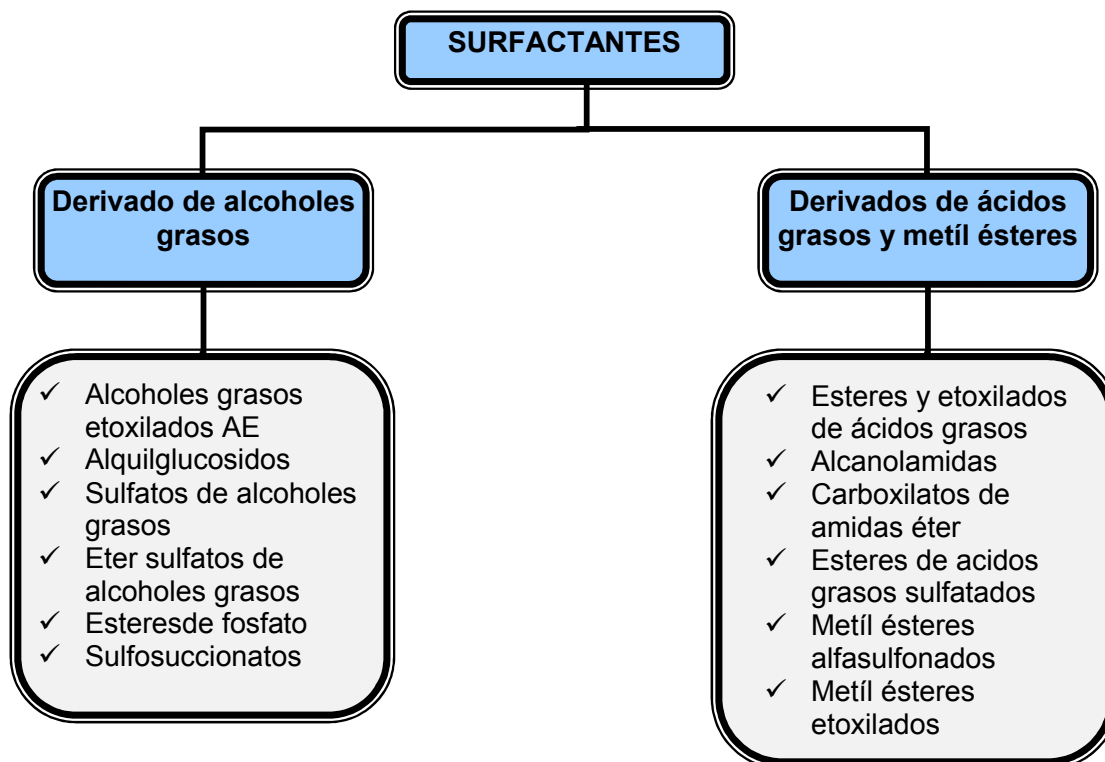
Fuente: Cuaderno FIRP

Figura A1. Materias primas de los surfactantes



Fuente: Cuaderno FIRP

Figura A2. Algunos surfactantes de origen oleoquímico



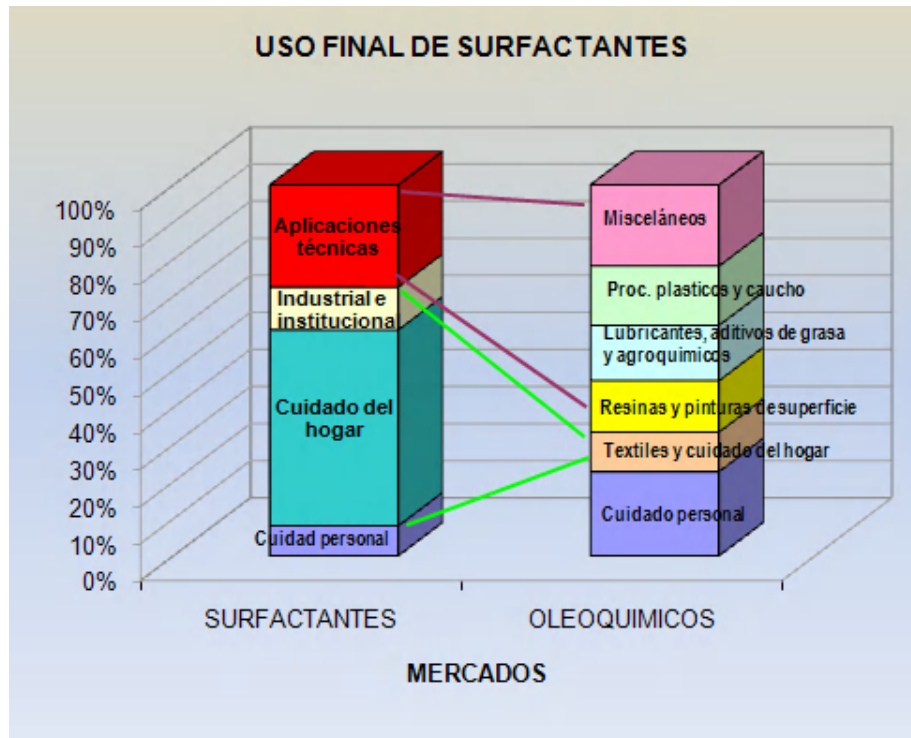
Fuente: Jacobo Delgado- ACIQ

Tabla A2. Especificación de las propiedades de surfactantes MES

PROPIEDADES DEL METIL ESTER SULFONADO (MES)	
Activos	88.7%
Di-sal	5.57
Jabón	0.28%
Color (Klett)	5%
Agua	2.27%
Metanol	<0.1

Fuente: CENIPALMA

Figura A3. Uso final de los surfactantes



Fuente: Jacobo Delgado- ACIQ

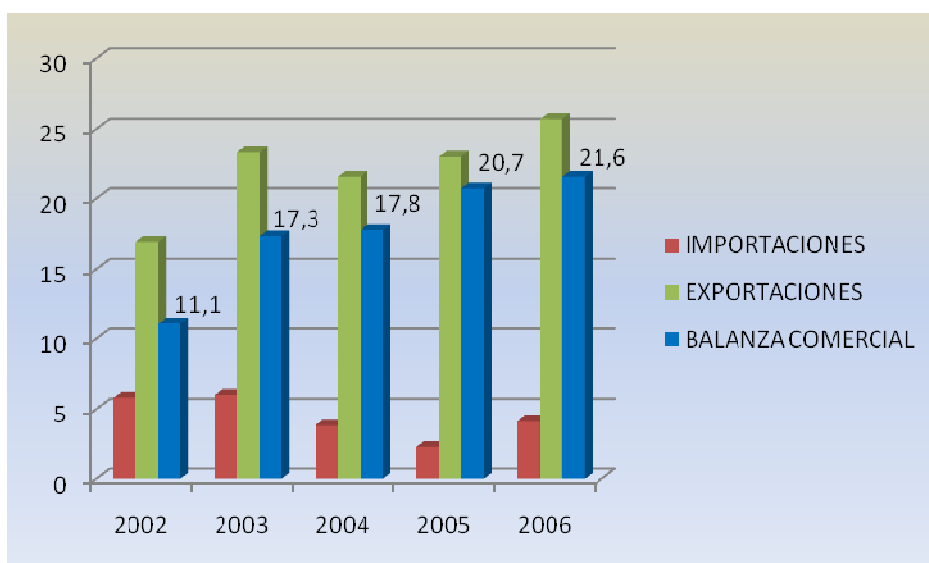
Tabla A3. Usos de surfactantes MES

USOS DEL METIL ESTER SULFONADO		
Formula para detergente de lavandería:	Formulaciones en barras de detergente:	Formulaciones liquidas-diluido a una concentración deseada
<ul style="list-style-type: none"> • Con formulaciones de MES en polvo • Producto aglomerado mezclado 	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclado en liquido o en polvo en barra • Mezclado y extruido para una forma deseada 	Como detergente comercial: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de lavandería comercial en polvo: 23.5% MES
_____	_____	<ul style="list-style-type: none"> • Detergente liquido 4% MES • 4% non-iónico

Fuente: CENIPALMA

• ANEXOS B:

Grafico B1. Colombia. Balanza comercial de surfactantes de Colombia con la Comunidad Andina de Naciones (1000Ton)



Fuente: FEDEPALMA

Tabla B1. Colombia. Comportamiento comercial de surfactantes aniónicos (ton)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION
2002	2.447	20.268	13.907
2003	2.365	26.271	13.760
2004	2.448	34.052	13.988
2005	2.393	43.219	14.687
2006	3.572	54.146	15.976
2007	3.726	66.486	16.390
2008	3.915	79.186	17.997

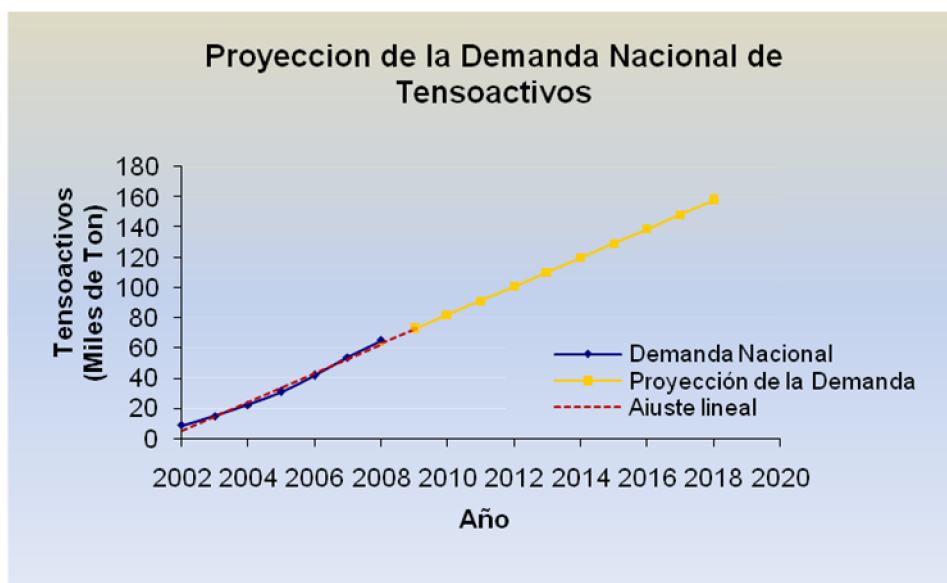
Fuente: DANE-Autores

Tabla B2. Colombia. Consumo aparente de surfactantes aniónicos (ton)

AÑO	CONSUMO APARENTE
2002	8.808
2003	14.876
2004	22.512
2005	30.925
2006	41.742
2007	53.822
2008	65.104

Fuente: Autores

Gráfico B2. Colombia. Proyección del Consumo aparente de surfactantes aniónicos



Fuente: AUTORES

Tabla B3. Colombia. Precio de surfactantes aniónicos producidos de la petroquímica y oleoquímica (US\$/ton)

AÑO	PRECIO LAB	PRECIO MES
2001	1.694,8	853.1
2002	1.503,1	1.077,5
2003	2.095,7	1.045
2004	2.187,3	1.156,5
2005	2.375,2	—

Fuente: FEDEPALMA- Proyecto de Grado¹

¹ HERNANDEZ, Flavio. DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA PRODUCCION DE SURFACTANTES ANIONICOS A PARTIR DE ACEITE DE PALMISTE ANALISIS TECNICO ECONOMICO DEL PROCESO A ESCALA INDUSTRIAL.

• ANEXOS C:

Tabla C1. Características genéricas del aceite de palmiste

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	MINIMO	MAXIMO
Punto de Fusión °C	23	30
Densidad a 40/25°C	0.9	0.92
Índice de Yodo	14.5	19.5
Materia insaponificable %	-----	1.5
Índice de refracción a 40°C	1.448	1.452
Índice de saponificación	240	255

Fuente: INDUPALMA

Tabla C2 .Composición química del aceite de palmiste.

NOMBRE (ACIDO)	TIPO	NIVEL
Caproico	C6:0	<0.8
Caprilico	C8:0	2,4-6,2
Caprico	C10:0	2,6-2,5
Laurico	C12:0	41-55
Mirístico	C14:0	14-16
Palmitico	C16:0	6,5-10
Estearico	C18:0	1,3-3,0
Oleico	C18:1	12-19
Linoleico	C18:2	1,0-3,5
Linolenico	C18:3	-----
-----	C20-24:1	-----

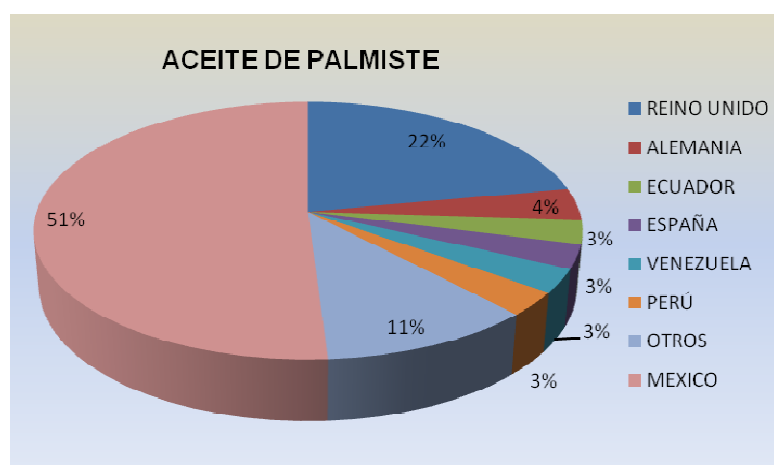
Fuente: INDUPALMA

Tabla C3. Colombia. Oferta y consumo aparente del aceite de palmiste. (En miles de ton)

PRODUCTO	2003	2004	2005	2006	2007	Variación %
I. Producción nacional	49.8	60.4	63.7	67.4	67.9	0.7
II. Importaciones	1.6	3.5	0.9	0.0	0.0	
III. Exportaciones	27.2	34.7	36.8	33.1	36.8	11.2
IV. Oferta Disponible(I+II-III)	24.2	29.3	27.8	34.3	31.1	-9.4
V. Cambio de Inventario	-4.3	0.4	-3.5	1.2	-4.7	
VI. Consumo aparente(IV-V)	28.5	28.8	31.3	33.1	35.8	8.2
Población (en millones)	41.8	42.4	42.9	43.4	43.9	1.2
Consumo per cápita de aceite de palma (kg)	0.58	0.69	0.65	0.79	0.71	-10.5
Participación de aceite de palmiste en el consumo total de aceites y grasas	3.6	3.5	3.7	3.6	4.5	

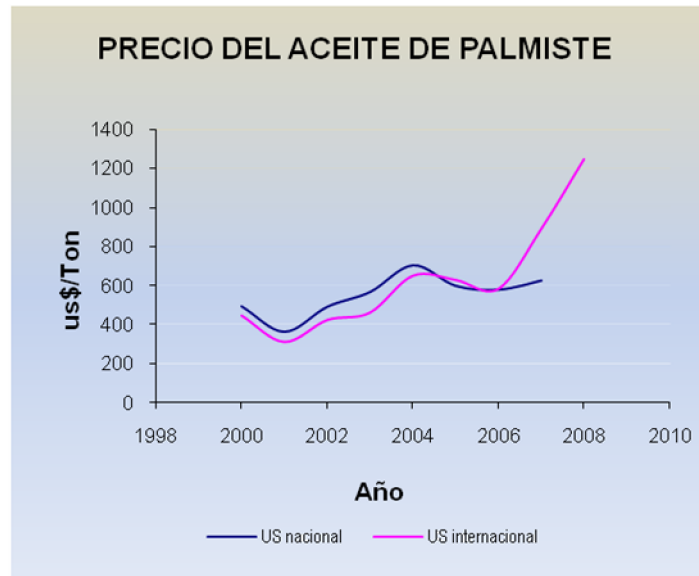
Fuente: FEDEPALMA

Gráfico C1. Colombia. Distribución de las exportaciones de aceite de Palmiste por país de destino en el 2008



Fuente: FEDEPALMA

Gráfico C2. Colombia. Evolución del precio real del aceite de palmiste (miles de pesos/ton)



Fuente: FEDEPALMA

• ANEXOS D:

Tabla D1. Colombia. Producción de la agroindustria de la palma de aceite (Ton)

PRODUCTO	ZONA	2003	2004	2005	2006	2007	Part. %
Fruto de palma de aceite	<i>Oriental</i>	797520	1023943	979682	1064154	1040536	29.1
	<i>Norte</i>	786001	898295	946180	974146	1076559	30.1
	<i>Central</i>	622329	770749	882856	992016	1093874	30.5
	<i>Occidental</i>	373607	413539	432014	424980	370813	10.4
	Total	2579457	3106526	2340732	3451295	3581781	100
Aceite de palma crudo	<i>Oriental</i>	167094	206666	207656	220602	215259	29.4
	<i>Norte</i>	160072	183759	194310	203999	221461	30.2
	<i>Central</i>	122835	156446	181694	203254	223324	30.5
	<i>Occidental</i>	76632	83518	88937	87832	72401	9.9
	Total	526634	630388	672597	715687	732446	100
Almendra de palma	<i>Oriental</i>	35499	46223	48761	51144	49459	29.2
	<i>Norte</i>	36430	43213	48137	47730	51523	30.4
	<i>Central</i>	31727	39356	42398	44354	53087	31.4
	<i>Occidental</i>	15115	16948	18875	18127	15226	9.0
	Total	118717	145740	158172	161355	169305	100
Aceite de palmiste crudo	<i>Oriental</i>	14874	19166	19645	21375	19837	29.2
	<i>Norte</i>	15264	17918	19394	19948	20661	30.4
	<i>Central</i>	13293	16319	17082	18537	21288	31.4
	<i>Occidental</i>	6333	7027	7605	7576	6106	9.0
	Total	49765	60429	63726	67437	67891	100
Torta de palmiste	<i>Oriental</i>	19560	25643	26695	28454	26915	29.2
	<i>Norte</i>	20073	23973	26353	26564	28032	30.4
	<i>Central</i>	17481	21833	23211	24865	28883	31.4
	<i>Occidental</i>	8329	9402	10333	10088	8284	9.0
	Total	65443	80851	86592	89802	92114	100

Fuente: FEDEPALMA

Tabla D2. Tasa global de desempleo 2008

CIUDAD	TASA DE DESEMPLEO
Medellín	12,60%
Barranquilla	12,30%
Cartagena	10,60%
Manizales	15,80%
Montería	12,50%
Villavicencio	11,10%
Pereira	13,30%
Bucaramanga	9,30%
Cali	11,10%
Pasto	14,80%
Ibagué	20,60%
Cúcuta	9,40%

Fuente: DANE

Tabla D3 .Colombia. Índice de precios al Consumidor Año 2008

CIUDADES	ALIMENTO	VIVIENDA	VESTUARIO	SALUD	EDUCACION	CULTURA	TRANSPORTE	GASTOS VARIOS	TOTAL
Nacional	13,17	6,65	-0,25	5,3	6,07	-0,03	5,22	4,51	7,76
Barranquilla	11,84	8,17	0,88	5,1	5,8	0,65	2,71	5,46	7,8
Bogotá	13,87	5,82	-0,18	5,78	6,65	-1,97	5,14	4,42	7,49
Bucaramanga	12,5	8,47	1	2,36	4,81	1,76	7,13	4,31	8,21
Cali	12,92	7,53	-3,04	4,86	5,05	1,34	4,17	4,36	7,59
Cartagena	12,66	5,96	1,08	7,32	4,18	-1,5	7,55	3,14	8,17
Cúcuta	14,9	10,53	0,73	6,58	5,1	3,12	6,65	3,71	9,84
Manizales	11,07	5,46	-0,13	4,37	5,4	-0,15	3,64	5,58	6,08
Medellín	11,79	6,66	-0,46	4,95	6,81	3,14	6,15	4,48	7,89
Montería	11,09	7,17	0,89	5,71	4,17	0,58	6,61	5,82	7,59
Neiva	17,77	11,03	2,05	6,07	5,25	0,57	4,23	5,18	10,83
Pasto	17,8	4,61	2,08	4,33	3,02	-0,97	5,27	4,72	7,85
Pereira	11,81	5,71	0,63	4,63	5,68	1,7	7,17	5,12	7,2
Villavicencio	13,37	7,58	-1,89	4,74	5,42	-2,81	3,82	4,88	8,05

Fuente: DANE

Tabla D4. Costos de transporte terrestre entre diferentes ciudades de Colombia.

	Medellin	B/quilla	Bogotá	Cartagena	Manizales	V/vicencio	Pereira	B/manga	Cali
Medellin		\$68028	\$65042	\$66598	\$47547	\$83122	\$47778	\$71296	\$58547
Barranquilla	\$98633		\$123723	\$33665	\$118157	\$141542	\$122844	\$91090	\$137667
Bogotá	\$62168	\$81214		\$81214	\$59973	\$38790	\$58259	\$57715	\$66296
Cartagena	\$94938	\$29992	\$127089		\$113085	\$146847	\$113085	\$93730	\$135408
Manizales	\$46346	\$97658	\$70952	\$95343		\$79288	\$36398	\$82143	\$45913
Villavicencio	\$80615	\$103053	\$38790	\$103053	\$64213		\$69865	\$69691	\$78215
Pereira	\$59956	\$103470	\$68309	\$101273	\$33665	\$81838		\$81375	\$37366
Bucaramanga	\$86121	\$70868	\$71006	\$79580	\$80963	\$88979	\$79377		\$100938
Cali	\$67474	\$118850	\$73897	\$118850	\$47232	\$90544	\$39341	\$101442	

Fuente: Resolución 003175 de 1 de agosto de 2008 del Ministerio de Transporte

Figura D1. Localización de las zonas francas en Colombia

Cundinamarca (9)

Valle Cauca (3)

Atlántico(2)

Boyacá (2)

Santander (1)

Bolívar (5)

Magdalena (2)

Antioquia (2)

Caldas (1)

Cauca (1)

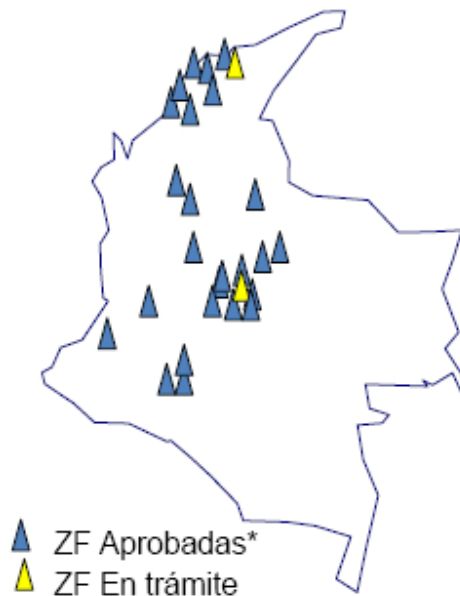


Tabla D5. Zonas francas con inicio de construcción.

ZF Declaradas con inicio de construcción

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
República de Colombia



EMPRESA	CLASE DE ZONA FRANCA	SECTOR	LOCALIZACION	MONTO INVERSION (Millones \$)	GENERACION DE EMPLEO	HECTAREAS
INTEXMODA S.A.	Permanente	Textil - Confección	COTA - C/MARCA	21.909	6.400	40
K-C ANTIOQUIA GLOBAL LTDA	Unipresarial	Industrial - Papel en línea aseo	BARBOSA - ANTIOQUIA	85.300	169	39
GYPLAC S.A.	Unipresarial	Industrial - Placas Yeso cartón	CARTAGENA MAMONAL - BOLIVAR	71.760	150	12
ARGOS S.A.	Unipresarial	Industrial - Cemento	CARTAGENA - BOLIVAR	712.331	355	158,79
AGROINDUSTRIAS DEL CAUCA S.A.	Unipresarial	Agroindustrial - Azúcar	GUACHENE - CAUCA	39.761	535	1,3
BIO D S.A.	Unipresarial	Agroindustrial - Biocombustibles - Aceite de Palma	FACATATIVA - C/MARCA	42.356	34	8
BIOCOMBUSTIBLES SOSTENIBLES DEL CARIBE S.A.	Unipresarial	Agroindustrial - Biocombustibles - Aceite de Palma	SANTA MARTA - MAGDALENA	16.035	30	15
LA CAYENA	Permanente	Construcción - Cluster	BARRANQUILLA - ATLANTICO	57.354	429	112
CERVECERIA DEL VALLE S.A.	Unipresarial	Industrial - Bebidas	YUMBO -VALLE DEL CAUCA	332.667	211	30
TOTAL	9			1.359.373	8.313	418

Tabla D6. Zonas francas sin inicio de construcción.

ZF Declaradas sin inicio de construcción

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
República de Colombia



EMPRESA	CLASE DE ZONA FRANCA	SECTOR	LOCALIZACION	MONTO INVERSION (Millones \$)	GENERACION EMPLEO	HECTAREAS
TAYRONA S.A.	Permanente	Industrial - Multiusuario	SANTA MARTA - MAGDALENA	53.482	31	204
PLIC S.A.	Permanente	Industrial - Agroindustrial	COTA - C/MARCA	340.000	6.591	52
ZF RIONEGRO	Ampliación	Industrial - Confecciones manufacturas	ANTIOQUIA - RIONEGRO	244	0	0,66
DEXTON	Permanente	Industrial - Petroquímicos, plásticos, textiles	CARTAGENA MAMONAL - BOLIVAR	38.884	1280	23,7
MAQUILAGRO S.A.	Unipresarial	Agroindustrial - Biocombustibles - Remolacha azucarera	TUTA - BOYACA	79.334	120	21,3
INTERNACIONAL DEL ATLANTICO	Permanente	Industrial	GALAPA - ATLANTICO	41.277	4.592	120
ZF BOGOTA	Ampliación	Industrial	BOGOTA - C/MARCA	277	280	1,64
AGROINDUSTRIAL DEL MAGDALENA MEDIO	Permanente	Agrícola y pecuario	LA DORADA - CALDAS	36.250	820	35
TOTAL	8			569.748	13.704	458

Tabla D7. Zonas francas pendientes de declaración.

ZF aprobadas pendientes de declaración				Ministerio de Comercio, Industria y Turismo República de Colombia		
EMPRESA	CLASE DE ZONA FRANCA	SECTOR	LOCALIZACION	MONTO INVERSION (Millones \$)	GENERACION DE EMPLEO	HECTAREAS
VIDRIO ANDINO S.A.	Unipresarial	Industrial - Vidrio Plano	SOACHA – C/MARCA	317.240	140	21
PEPSICO ALIMENTOS LTDA.	Unipresarial	Industrial - Alimentos	FUNZA, C/MARCA	69.958	220	5,2
ACERIAS PAZ DEL RIO	Unipresarial	Industrial - Acero	BELENCITO - BOYACA	383.000	2.271	203,8
PUERTA DE LAS AMERICAS	Permanente	Multiusuario - Servicios	CARTAGENA, BOLIVAR	194.000	28	20,5
DESTILERIA RIOPAILA	Unipresarial	Biocombustibles - Azúcar	ZARZAL - VALLE	38.660	36	5,7
SIEMENS MANUFACTURING	Unipresarial	Eléctrico - electrónico	TENJO, C/MARCA	91.858	215	9,6
TERMINAL CONTENEDORES BUENAVENTURA	Unipresarial	Servicios - Portuarios	B/VENTURA - VALLE	326.799	791	26,26
ESTRATEGIAS CONTACT CENTER	Unipresarial	Servicios	BOGOTA – C/MARCA	5.474	564	0,18
CONTECAR S.A	Unipresarial	Servicios - Portuarios	CARTAGENA - BOLIVAR	232.330	134	78,31
ECODIESEL COLOMBIA S.A.	Unipresarial	Biocombustibles - Palma de Aceite	B/BER MEJA, SANTANDER	69.500	179	29
CORFERIAS S.A.	Unipresarial	Servicios	BOGOTA – C/MARCA	71.650	20	14,52
TOTAL	11			1.800.469	4.598	414

Tabla D8. Colombia .Planta de beneficio de fruto de palma en Colombia

ZONA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PLANTAS DE BENEFICIO		
Oriental	Caquetá	Belén de los andagués	1		
	Casanare	Villanueva	2		
	Cundinamarca	Paratebueno	1		
	Meta	Acacias	7		
		Barranca de Upía	1		
		Cabuyaro	1		
		Cumaral	2		
		Puerto Gaitan	1		
		San Carlos de Guarda	5		
		San Martín	2		
		Norte	Antioquia	Mutatá	1
			Bolívar	Maria La Baja	1
Cesar			Agustín de Codazzi	2	
	Becerril		1		
Magdalena	Bosconia		1		
	El Copey		1		
	Aracataca	3			
	Ciénaga	3			
Central	Cesar	El Reten	1		
		Zona Bananera	2		
		Aguachica	1		
		San Alberto	1		
		San Martín	1		
	Norte de Santander	El Zulia	1		
		Santander	Puerto Wilches	4	
			Sabana de Torres	1	
			San Vicente de Chucuri	1	
			Tumaco	7	
Occidental	Nariño				
Colombia	12	28	56		

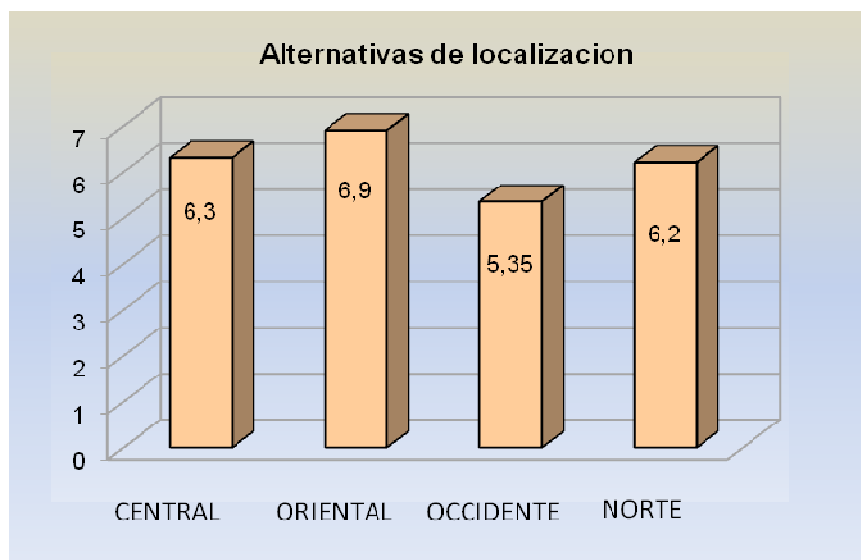
Fuente: FEDEPALMA

Tabla D9: Puntuaciones de las distintas alternativas.

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas			
		ZONA. ORIENTE	ZONA. CENTRO	ZONA. OCCIDENTE	ZONA. NORTE
Disponibilidad de materia prima	30	6	8	2	7
Disponibilidad de mano de obra	30	7	6	8	7
Costo de transportes	20	8	7	7	4
Impuestos	15	7	3	4	6
Costo de vida	5	7	5	7	6
Puntuación total		6.9	6.3	5.35	6.2

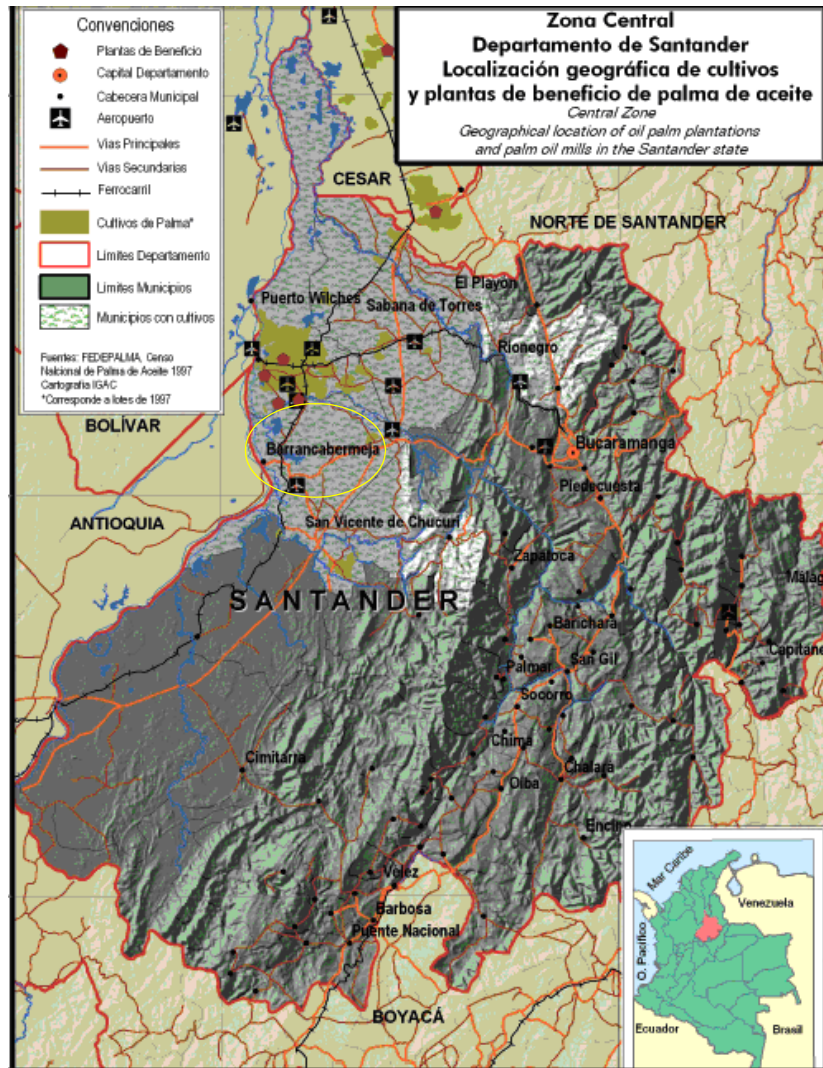
Fuente: AUTORES

Grafico D2. Alternativas de Localización de la planta productora de MES



Fuente: AUTORES

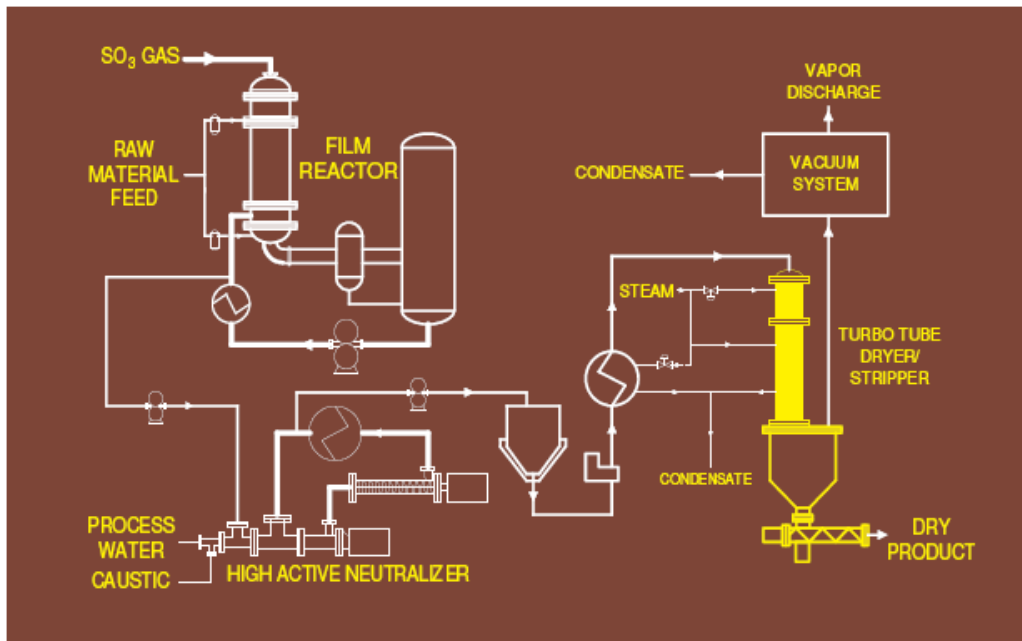
Figura D3. Ubicación geográfica de la planta productora de MES



Fuente:FEDEPALMA

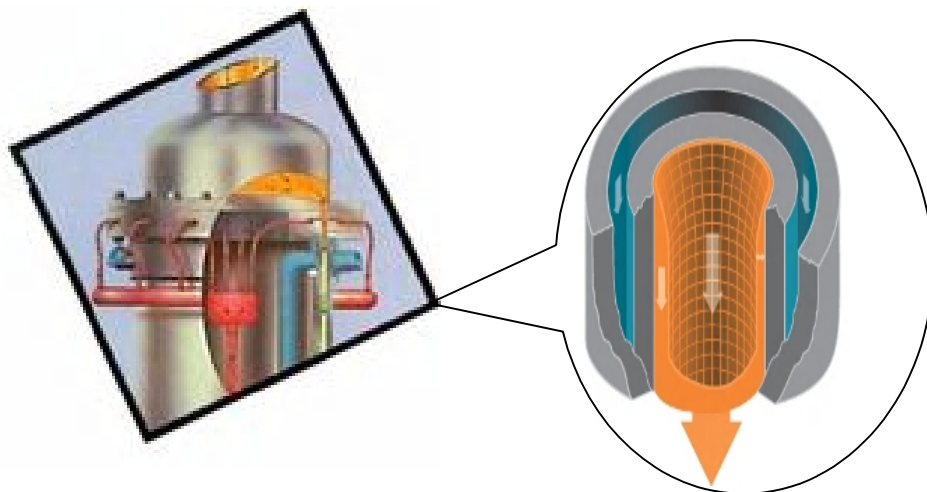
• ANEXOS E:

Figura E1. Diagrama tecnológico del proceso. Fabricación del Activo



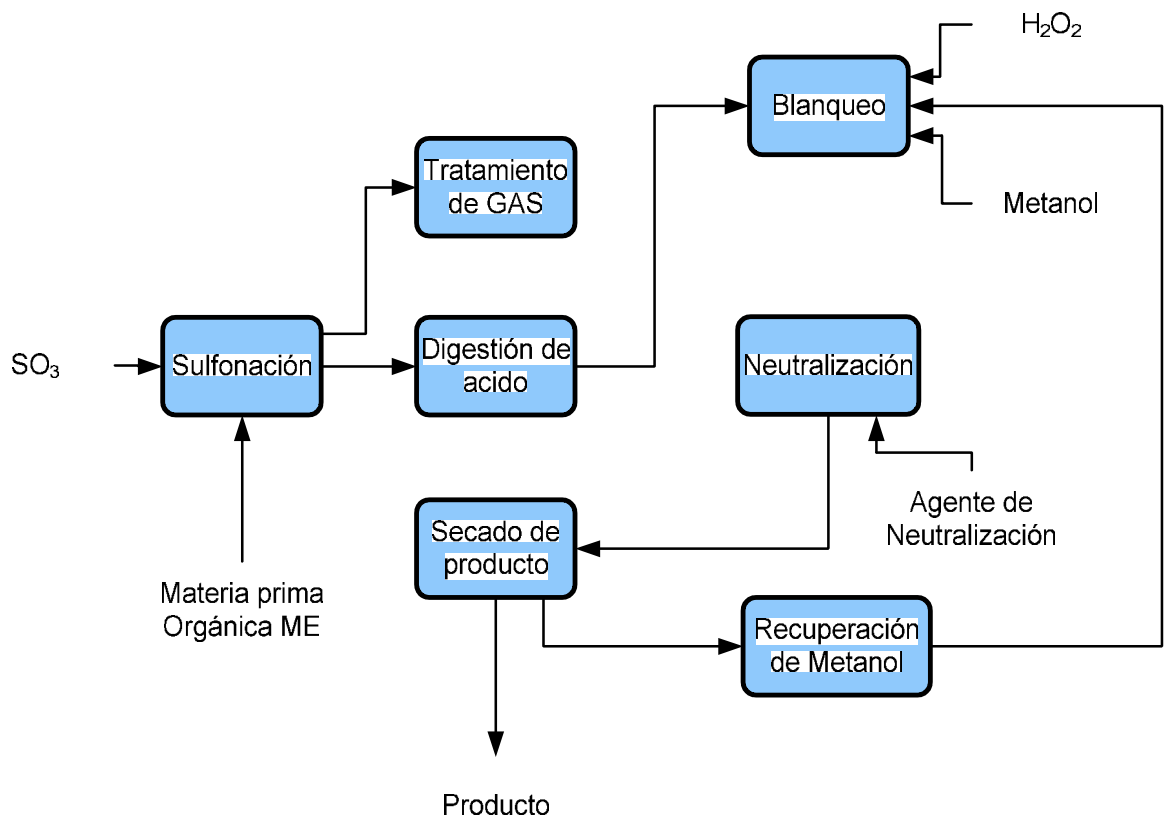
Fuente: Chemiton Corp.

Figura E2. Diagrama del reactor de película descendente



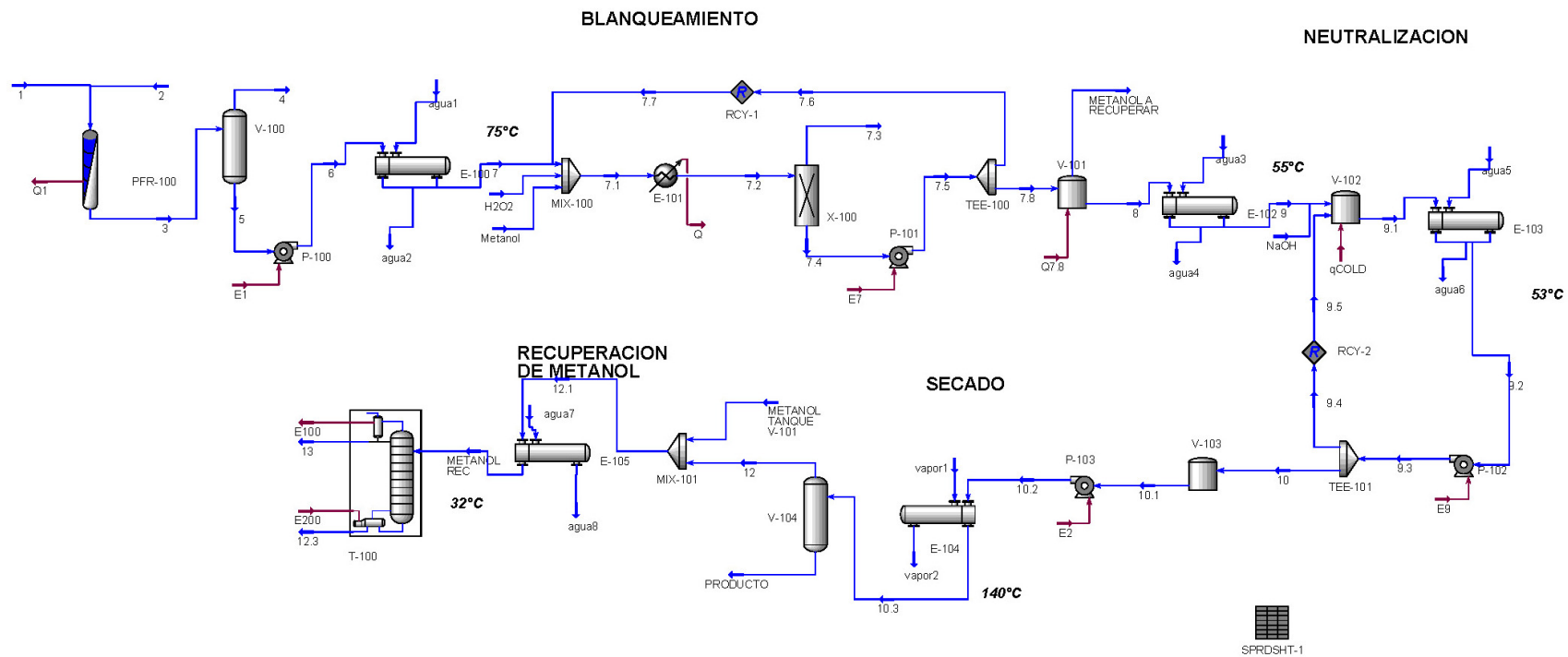
FUENTE: www.psenterprise.com/gproms/applications/reaction/images/ffr_falling_film_reactor.png

Figura E3. Diagrama de bloques del proceso



Fuente: AUTORES

Figura E4. Diagrama de flujo de la simulación e Hysys 3.2



Fuente: AUTORES

Tabla E1. Balances de materia y energía

CONDICIONES	REACTOR DE PELICULA DESC.PFR-100			TANQUE SEPARADOR V-100			ENFRIADOR E-100		
	Entrada	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Salida	Entrada	Entrada	Salida
Name	1	2	3	3	4	5	6	Agua 1	7
Vapor	0	1	0.9615	0.9615	1	0	0	0	0
Temperature [C]	40	45	85	85	89.02	89.02	89.02	25	75.03
Pressure [Kpa]	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	121.3	101.3	121.3
Molar Flow [Kgmole/h]	7.903	225.8	218.4	218.4	216.4	8.445	8.445	34.97	8.445
Mass Flow [Kg/h]	1800	7345	9145	9145	6594	2551	2551	630	2551
Liq Vol Flow [m ³ /h]	1.829	7.584	10.16	10.16	7.185	2.743	2.743	0.6313	2.743
Heat Flow [KJ/h]	-5,5E+06	-6,1E+06	-1,0E+07	-1,0E+07	-2,1E+06	-8,3E+06	-8,3E+06	-9,9E+06	-8,4E+06
M-Laureate	0.7438	0	0.0001	0.0001	0	0.0030	0.0030	0	0.0030
M-Myristate	0.1409	0	0	0	0	0.0006	0.0006	0	0.0006
M-Oleate	0.1152	0	0	0	0	0.0005	0.0005	0	0.0005
SO ₃	0	0.07	0	0	0.0297	0.0050	0.0050	0	0.0050
Air	0	0.93	0.9616	0.9616	0.9703	0.0013	0.0013	0	0.0013
MLS*	0	0	0	0	0	0.0008	0.0008	0	0.0008
MMS*	0	0	0	0	0	0,0001	0.0001	0	0.0001
MOS*	0	0	0	0	0	0.0001	0.0001	0	0.0001
MLS2*	0	0	0.0285	0.0285	0	0	0	0	0
MMS2*	0	0	0.0053	0.0053	0	0	0	0	0
MOS2*	0	0	0.0043	0.0043	0	0	0	0	0
MLS3*	0	0	0	0	0	0.7383	0.7383	0	0.7323
MMS3*	0	0	0	0	0	0.1380	0.1380	0	0.1380
MOS3*	0	0	0	0	0	0.1123	0.1123	0	0.1123
H ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	1	0
H ₂ O ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Methanol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MLSNa*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MMSNa*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOSNa*	0	0	0	0	0	0	0	0	0

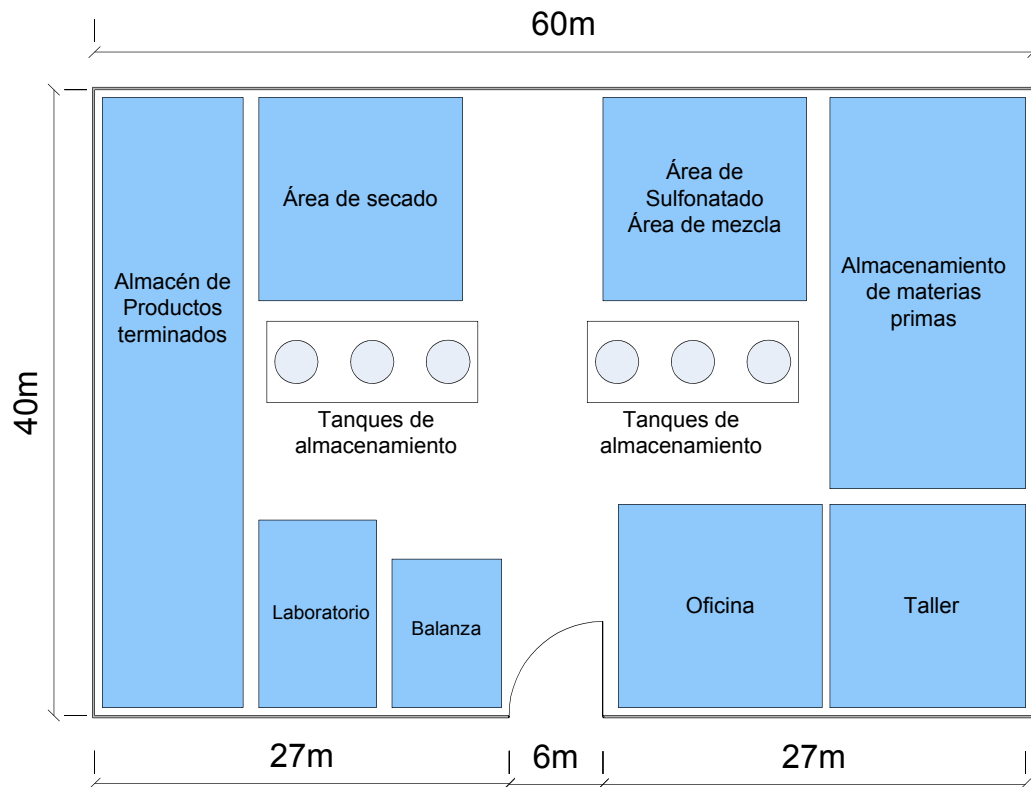
X-100	DISTRIBUIDOR DE FLUJO TEE-100			TANQUE V-101			ENFRIADOR E-102		
Salida	Entrada	Salida	Salida	Entrada	Salida	Salida	Entrada	Entrada	Salida
7.4	7.5	7.6	7.8	7.8	8	Met. a Rec.	8	Agua 3	9
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24.88	24.88	24.88	24.88	24.88	95	95	95	25	55.06
101.3	111.3	111.3	111.3	111.3	191.3	191.3	191.3	101.3	191.3
60.07	60.07	18.02	42.05	42.05	18.63	23.43	18.63	888.1	18.63
5152	5152	1545	3606	3606	2868	738.3	2868	1.6E+04	2868
5.785	5.785	1.736	4.050	4.050	3.137	0.9125	3.137	16.03	3.137
-2,4E+07	-2,4E+07	-7,2E+06	-1,7E+07	-1,7E+07	-1,1E+07	-4,7E+06	-1,1E+07	-2,5E+08	-1,1E+07
0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0014	0	0.0014	0	0.0014
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0	0.0003	0	0.0003
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0	0.0002	0	0.0002
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004	0	0.0004	0	0.0004
0	0	0	0	0	0.0001	0	0.0001	0	0.0001
0	0	0	0	0	0.0001	0	0.0001	0	0.0001
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1477	0.1477	0.1477	0.1477	0.1477	0.3335	0	0.3335	0	0.3335
0.0276	0.0276	0.0276	0.0276	0.0276	0.0624	0	0.0624	0	0.0624
0.0225	0.0225	0.0225	0.0225	0.0225	0.0508	0	0.0508	0	0.0508
0.0232	0.0232	0.0232	0.0232	0.0232	0.0010	0.0409	0.0010	1	0.0010
0.0232	0.0232	0.0232	0.0232	0.0232	0.0221	0.0241	0.0221	0	0.0221
0.7547	0.7547	0.7547	0.7547	0.7547	0.5278	0.9350	0.5278	0	0.5278
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

E-102	TANQUE V-102				ENFRIADOR E-103				TEE-101
Salida	Entrada	Entrada	Entrada	Salida	Entrada	Entrada	Salida	Salida	Entrada
Agua 4	9	NaOH	9.5	9.1	9.1	Agua 5	9.2	Agua 6	9.3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.38	55.06	25	53.05	76	76	25	53.05	27.79	53.05
101.3	191.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3
888.1	18.63	16.64	15.21	50.71	50.71	1221	50.71	1221	50.71
1.6E+04	2868	482.6	1436	4786	4786	2.2E+04	4786	2.2E+04	4786
16.03	3.137	0.3369	1.540	5.133	5.133	22.04	5.133	22.04	5.133
-2,5E+08	-1,1E+07	-3,9E+06	-7,2E+06	-2,4E+07	-2,4E+07	-3,5E+03	-2,4E+07	-3,5E+08	-2,4E+07
0	0.0014	0	0.0007	0.0007	0.0007	0	0.0007	0	0.0007
0	0.0003	0	0.0001	0.0001	0.0001	0	0.0001	0	0.0001
0	0.0002	0	0.0001	0.0001	0.0001	0	0.0001	0	0.0001
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.0004	0	0.0002	0.0002	0.0002	0	0.0002	0	0.0002
0	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.3335	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.0624	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.0508	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.0010	0.5	0.4693	0.4693	0.4693	1	0.4693	1	0.4693
0	0.0221	0	0.0116	0.0116	0.0116	0	0.0116	0	0.0116
0	0.5278	0	0.2770	0.2770	0.2770	0	0.2770	0	0.2770
0	0	0.5	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0.1784	0.1784	0.1784	0	0.1784	0	0.1784
0	0	0	0.0333	0.0333	0.0333	0	0.0333	0	0.0333
0	0	0	0.0291	0.0291	0.0291	0	0.0291	0	0.0291

DISTRIBUIDOR DE FLUJO		TANQUE V-103		CALENTADOR E-104			TANQUE SEPARADOR V-104		
Salida	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Entrada	Salida	Salida	Entrada	Salida
9.4	10	10	10.1	10.2	Vapor 1	10.3	Vapor 2	10.3	12
0	0	1	2	0	0	0.7489	0	0.7489	1
53.05	53.05	53.05	53.05	53.05	150	140.5	110.3	140.5	140.7
101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	1013	90.40	1013	90.40	100.4
15.21	35.50	35.50	35.50	35.50	555.1	35.50	555.1	35.50	26.55
1.436	3350	3350	3350	3350	1,0E+04	3350	1,0E+04	3350	618.4
1.540	3.593	3.593	3.593	3.593	10.02	3.593	10.02	3.593	0.6932
-7,2E+06	-1,7E+07	-1,7E+07	-1,7E+07	-1,7E+07	-1,5E+08	-1,5E+07	-1,5E+08	-1,5E+03	-5,9E+03
0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0	0.0007	0	0.0007	0.0001
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0	0.0001	0	0.0001	0
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0	0.0001	0	0.0001	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0	0.0002	0	0.0002	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4693	0.4693	0.4693	0.4693	0.4693	1	0.4693	1	0.4693	0.6266
0.0116	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116	0	0.0116	0	0.0116	0.0146
0.2770	0.2770	0.2770	0.2770	0.2770	0	0.2770	0	0.2770	0.3587
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1784	0.1784	0.1784	0.1784	0.1784	0	0.1784	0	0.1784	0
0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0	0.0333	0	0.0333	0
0.0291	0.0291	0.0291	0.0291	0.0291	0	0.0291	0	0.0291	0

V-104	MEZCLADOR MIX-101			ENFRIADOR E-105				TORRE DESTILACION T-100		
Salida	Entrada	Entrada	Salida	Entrada	Entrada	Salida	Salida	Entrada	Salida	Salida
Producto	12	Metanol. Tan. V-101	12.1	12.1	Agua 7	Metanol Recuperado	Agua 8	Metanol Recuperado	12.3	13
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
140.7	140.7	95	111.5	111.5	25	32.38	69.57	-33.97	101.2	62.99
100.4	100.4	191.3	100.4	100.4	101.3	100.4	101.0	100.4	105	95
8.949	26.55	33.26	59.81	59.81	915.9	59.81	915.9	59.81	18.13	41.68
2732	618.4	1055	1674	1674	1,7E+04	1674	1,7E+04	1674	344.1	1330
2.900	0.6932	1.311	2.005	2.005	16.53	2.005	16.53	2.005	0.3355	1.669
-9,3E+06	-5,9E+06	-6,6E+06	-1,3E+07	-1,3E+07	-2,6E+08	-1,5E+07	-2,6E+08	-1,5E+07	-4,9E+06	-9,8E+06
0.0026	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0.0001	0
0.0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0026	0.6266	0.0247	0.2919	0.2919	1	0.2919	1	0.2919	0.9400	0.0100
0.0028	0.0146	0.0173	0.0161	0.0161	0	0.0161	0	0.0161	0.0532	0
0.0346	0.3587	0.9579	0.6919	0.6919	0	0.6919	0	0.6919	0.0067	0.9900
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gráfico E5. Plan Layout



Fuente: AUTORES

Área total de la planta esta estipulada en 2400m²

Área de la planta: 2,000 m².

Almacén: 1000 m².

Área para los tanques: 800 m².

Oficinas: 200 m².

Otras áreas: 400 m².

Figura E6. Organigrama de la planta



Fuente: AUTORES

Tabla E2. Nomina

DEPARTAMENTO	CARGO	FUNCIONARIOS	SALARIO US\$	SALARIO MENSUAL US\$	SALARIO ANUAL US\$
Dirección General	Gerente	1	1.000	1.000	12.000
	Secretaria	1	310	310	3.720
Administrativo	Auditor general	1	380	380	4.560
	Secretaria	1	310	310	3.720
	Mensajero	1	260	260	3.120
	Oficios varios	1	246	246	2.952
Producción	Ingeniero de procesos	3	744	2.232	28.800
	Secretaria de planta	1	310	310	3.720
	Operarios	30	400	12.000	114.000
	Técnicos de mantenimiento	5	420	2.100	25.200
	Jefe de almacén	1	380	380	4.560
	Auxiliares de almacén	4	290	1.160	13.920
Finanzas	Contador	1	500	500	6.000
	Auxiliar contable	1	250	250	3.000
Recursos Humanos	Trabajador Social	1	550	550	6.600
TOTAL		53		22.158	283.622
PRESTACIONES SOCIALES	Cesantías	8.33%	-----		23.626,3063
	Primas	8.33%	-----		23.626,3063
	Salud	8.50%	-----		24.108,4758
PRESTACIONES PARAFISCALES	ICBF	3%	-----		2.140,8326
	Caja de Compensación	4%	-----		2.854,4435
	SENA	2%	-----		1.427,2217
TOTAL NOMINA					361.413

Fuente: AUTORES

- ANEXO F

Tabla F1. Costo de equipos.

NOMBRE	EQUIPO	PRECIO US\$
PFR-100	REACTOR DE PELICULA DESCENDENTE	61.061
V-100	TANQUE SEPARADOR	2.047
V-104	TANQUE SEPARADOR	1.326
V-101	TANQUE	30.676
V-102	TANQUE	22.694
V-103	TANQUE	38.510
T-100	TORRE DESTILACION	14.840
P-100	BOMBA	2.822
P-101	BOMBA	2.822
P-102	BOMBA	2.822
P-103	BOMBA	2.822
E-100	ENFRIADOR	350
E-101	ENFRIADOR	952
E-102	ENFRIADOR	785
E-103	ENFRIADOR	3.251
E-105	ENFRIADOR	1.325
E-104	CALENTADOR	1.975
MIX-100	MEZCLADOR	8.300
MIX-101	MEZCLADOR	5.700
X-100	SEPARADOR	4.600
TEE-100	DISTRIBUIDOR DE FLUJO	1400
TEE-101	DISTRIBUIDOR DE FLUJO	1700
TOTAL		212.780

Fuente: AUTORES

Tabla F2. Calculo de inversión de capital inicial par planta productora de MES

CALCULO DE INVERSION	
<u>Costos Directos</u>	
Costo de Equipos	212.780,691
Instalación de Equipos	82.984,4695
Instrumentación y controles	59.578,5935
Cañerías y tuberías	65.962,0142
Instalaciones eléctricas	21.278,0691
Instalación de servicios	117.029,38
Obras civiles	46.811,752
Terreno	12.766,8415
TOTAL COSTOS DIRECTOS	406.411,12
<u>Costos Indirectos</u>	
Ingeniería y supervisión	68.089,8211
Gastos de construcción	72.345,4349
Honorarios contratista	27.342,3118
Eventuales	54.684,6376
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	140.435,256
COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS	628.873,332
Gastos de puesta en marcha	62.887,3332
TOTAL COSTO INVERSION FIJA	691.760,665

Fuente: AUTORES

Tabla F3. Flujo de Caja

	CONCEPTO/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ingresos											
	Unidades a vender	0	7008,39	8109,67	9358,5	10732,87	12271,21	13972,46	15846,07	17902,03	20000	20000
	Precio de venta	0	1500	1665	1848,15	2051,4465	2277,1056	2527,5872	2805,6218	3114,2402	3456,8067	3837,0554
1	Total de ingresos	0	10512585	13502601	17295912	22017909	27942841	35316612	44458080	55751222	69136133	76741108
	Egresos											
	Costos de producción	0	12381918,9	14803228	17650292	20915238	24708395	29070276	34066378	39768918	45911092	47443073
	Nomina	0	361.413	375.616	390.378	405.720	421.665	438.236	455.459	473.358	491.961	509.889
2	Subtotal de egresos	0	12743332	15178844	18040670	21320958	25130060	29508512	34521837	40242276	46403053	47952962
	Depreciaciones	0	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224
3	Total de egresos	0	12.824.614	15.260.126	18.121.953	21.402.240	25.211.342	29.589.794	34.603.119	40.323.558	46.484.335	48.034.244
4	Utilidad bruta antes de impuestos	0	-2.312.029	-1.757.526	-826.041	615.668	2.731.499	5.726.817	9.854.961	15.427.664	22.651.798	28.706.864
	impuestos	0	809210,18	615134,03	289114,26	-215483,9	-956024,7	2004386,1	3449236,4	5399682,4	7928129,3	10047402
5	Utilidad neta	0	-3.121.239	-2.372.660	-1.115.155	831.152	3.687.524	3.722.431	6.405.725	10.027.982	14.723.669	18.659.461
	Depreciaciones	0	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224
	Inversión											
	Costo e instalación de equipos	295765,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Terrenos	12.767	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Construcción y adecuación	251.081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Total Inversión	559.613	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Flujo total de caja sin financiamiento	-559.613	-3.039.957	-2.291.378	-1.033.873	912.434	3.768.806	3.803.713	6.487.007	10.109.264	14.804.951	18.740.744

Fuente: AUORES

Tabla F4. Indicadores Financieros

SIN FINANCIAMIENTO

TAM	18%
VPN	9'628.584,92
TIR	38,74%

Fuente: AUTORES

- ANEXO G**

Tabla G1. Relación de amortización de la deuda

**Amortización de la
deuda**

precio dólar \$2555

AÑO	CUOTA	INTERES	ABONO DEUDA	SALDO
1	119097,07	80958,8914	38138,17901	653.622
2	119097,07	76122,0157	42975,0007	610.647
3	119097,07	70671,7031	48425,36732	562.222
4	119097,07	64530,1544	54566,91599	507.655
5	119097,07	57609,7036	61487,36676	446.168
6	119097,07	49811,5665	69285,5039	376.882
7	119097,07	41024,4304	78072,64002	298.810
8	119097,07	31122,8655	87974,20494	210.835
9	119097,07	19965,5343	99131,53613	111.704
10	119097,07	7393,17422	111703,8962	0

Fuente: AUTORES

Tabla G2. Flujo de caja con financiación

	CONCEPTO/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ingresos											
	Unidades a vender	0	7008,39	8109,67	9358,5	10732,87	12271,21	13972,46	15846,07	17902,03	20000	20000
	Precio de venta	0	1500	1665	1848,15	2051,4465	2277,1056	2527,5872	2805,6218	3114,2402	3456,8067	3837,0554
1	Total de ingresos	0	10512585	13502601	17295912	22017909	27942841	35316612	44458080	55751222	69136133	76741108
	Egresos											
	Costos de producción	0	12381918,9	14803228,1	17650292,3	20915238,1	24708394,7	29070276	34066377,6	39768917,7	45911091,8	47443072,9
	Nomina	0	361.413	375.616	390.378	405.720	421.665	438.236	455.459	473.358	491.961	509.889
2	Subtotal de egresos	0	12743332	15178844	18040670	21320958	25130060	29508512	34521837	40242276	46403053	47952962
	Depreciaciones	0	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224
	Amortización	0	119097,07	119097,07	119097,07	119097,07	119097,07	119097,07	119097,07	119097,07	119097,07	119097,07
3	Total de egresos	0	12.943.711	15.379.223	18.241.050	21.521.337	25.330.439	29.708.891	34.722.216	40.442.655	46.603.432	48.153.341
4	Utilidad antes de impuesto, depreciación, amortización	0	-2.431.126	-1.876.623	-945.138	496.571	2.612.402	5.607.720	9.735.864	15.308.567	22.532.701	28.587.767
	Pago de interés de préstamo	0	80958,8914	76122,0157	70671,7031	64530,1544	57609,7036	49811,5665	41024,4304	31122,8655	19965,5343	7393,17422
5	Utilidad antes de impuestos	0	-2.512.085	-1.952.745	-1.015.810	432.041	2.554.792	5.557.909	9.694.840	15.277.444	22.512.735	28.580.373
	Impuestos	0	879229,76	683460,71	355533,33	151214,35	894177,37	1945268	3393193,8	5347105,4	7879457,4	10003131
6	Utilidad neta	0	-3.391.315	-2.636.206	-1.371.343	280.827	1.660.615	3.612.641	6.301.646	9.930.339	14.633.278	18.577.243
	Depreciaciones	0	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224	81282,224
7	Inversión											
	Costo e instalación de equipos	295765,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Terrenos	12766,841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Construcción y adecuación	251081,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Total Inversión	559.613	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Flujo total de caja con financiamiento	-559.613	-3.310.033	-2.554.923	-1.290.061	362.109	1.741.897	3.693.923	6.382.928	10.011.621	14.714.560	18.658.525

Tabla G3. Indicadores financieros con financiamiento

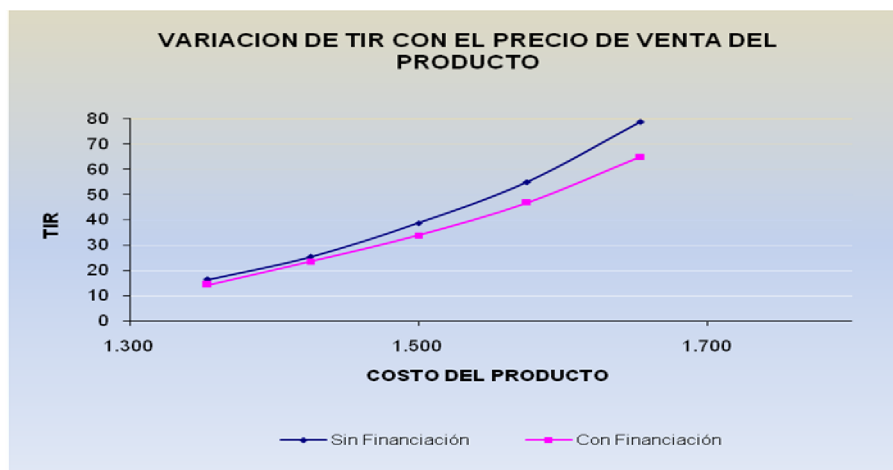
CON FINANCIAMIENTO

TAM	9,95%
VPN	18'658.525
TIR	33,83%

Fuente: AUTORES

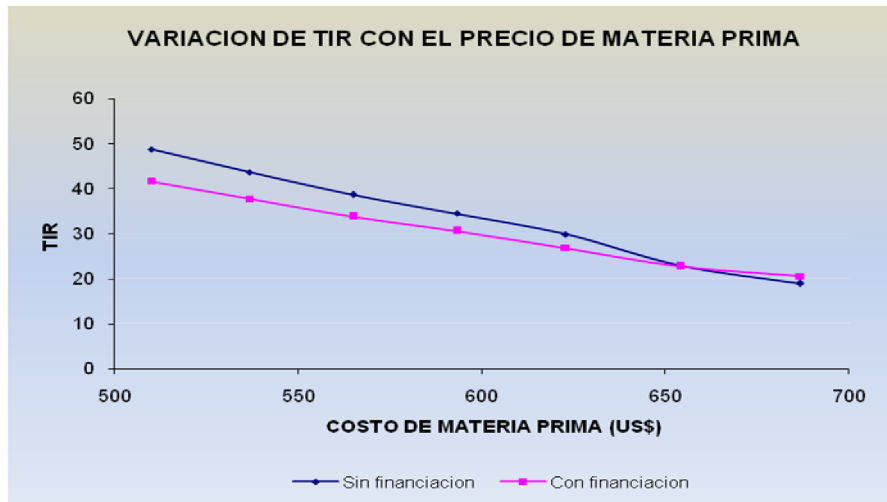
- **ANEXO H**

Gráfico H1. Variación de la tasa interna de retorno con respecto al precio del producto



Fuente: AUTORES

Gráfico H2. Variación de la tasa interna de retorno con respecto al precio del aceite de palmiste



Fuente: AUTORES