



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Evaluación técnico-económica de la implementación de una planta de producción
y comercialización de resina fenólica en el Ecuador**

Vilcacundo Oñate, María Belén

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Petroquímica

Trabajo de Unidad de Integración Curricular, previo a la obtención del título de
Petroquímico

Ing. Sayavedra Delgado, Jonathan Javier. Msc.

12 de abril del 2021



DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el Trabajo de Unidad de Integración Curricular, “***EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE RESINA FENÓLICA EN EL ECUADOR***” fue realizado por la señorita ***Vilcacundo Oñate, María Belén*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 12 de abril del 2021



Firmado electrónicamente por:
JONATHAN JAVIER
SAYAVEDRA DELGADO

Ing. Sayavedra Delgado, Jonathan Javier. Msc

C. C: 0502865850

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Document Information

Analyzed document	UIC-Vilcacundo.pdf (D100457540)
Submitted	4/1/2021 8:48:00 PM
Submitted by	Jonathan Javier Sayavedra Delgado
Submitter email	jjsayavedra@espe.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	jjsayavedra.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://quieroapuntes.com/administracion-y-direccion-de-empresas_8.html Fetched: 1/21/2020 12:30:12 AM		1
W	URL: #! Fetched: 1/21/2020 9:31:57 PM		1
W	URL: https://kupdf.net/download/ev-kamal_59de6b0308bbc5d26ae65345_pdf Fetched: 11/17/2020 8:43:10 PM		1



www.orkund.com
 JONATHAN JAVIER
 SAYAVEDRA DELGADO



DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Vilcacundo Oñate, María Belén*, con número de cédula de ciudadanía N° 1805016761, declaro que el contenido, ideas y criterios del Trabajo de Unidad de Integración Curricular: *Evaluación técnico-económica de la implementación de una planta de producción y comercialización de resina fenólica en el Ecuador* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 12 de abril del 2021

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'VILCACUNDO OÑATE', is written over a light blue rectangular background.

Vilcacundo Oñate, María Belén

C. C: 1805016761



**DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS DE INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

*Yo, Vilcacundo Oñate, María Belén autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el Trabajo de Unidad de Integración Curricular: **Evaluación técnico-económica de la implementación de una planta de producción y comercialización de resina fenólica en el Ecuador** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

Latacunga, 12 de abril del 2021

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'VILCACUNDO OÑATE', is written over a light blue rectangular background.

Vilcacundo Oñate, María Belén

C. C: 1805016761

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre Susana Oñate quien es mi ejemplo a seguir, mi guía, mi fortaleza; quien ha estado a mi lado en los momentos difíciles y me ha dado siempre su apoyo incondicional y confianza.

A mi padre Rubén Vilcacundo quien con su esfuerzo y sacrificio me ha apoyado enormemente en mi vida y me ha ayudado en la culminación de mis estudios.

A mi hermano Pablo quien siempre ha estado ahí dándome palabras de aliento. A mi familia y a mis amigos quienes han sabido guiarme y apoyarme en esta etapa de mi vida.

A mis abuelos Simón y Teresa quienes han sido como mis segundos padres y me han visto crecer a su lado.

Dedicado también a mi abuelo Darío, quien ha formado parte de mi infancia y de mi vida.

María Belén Vilcacundo Oñate

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia especialmente a mis padres por el apoyo brindado a lo largo de mi vida y darme la oportunidad de estudiar para poder seguir adelante en mi vida profesional. Gracias por el amor incondicional, por su sacrificio y por el buen ejemplo que me han dado en todos estos años.

Agradezco a mi hermano por darme aliento en los momentos difíciles e impulsarme a no rendirme.

Gracias al Ingeniero Javier Sayavedra por permitirme trabajar con él y guiarme en la realización de este trabajo.

Gracias a los docentes de la carrera de Ingeniería Petroquímica por todos los conocimientos que han impartido y que han ayudado en mi formación a nivel personal y profesional. Agradezco especialmente a la Ingeniera Caterine Donoso por ser un gran ejemplo y una gran inspiración para mí, gracias por enriquecerme con conocimientos y experiencia que me ayudarán mucho al momento de ejercer la carrera.

Finalmente, agradezco a mis abuelos quienes me han dado mucho apoyo y son como segundos padres para mí que, aunque no están presentes para verme culminar esta etapa de mi vida los llevo en mi mente y corazón y sé que estaría orgullosos de mí.

María Belén Vilcacundo Oñate

Índice de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Autoría de responsabilidad	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de figuras	11
Índice de tablas	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Introducción	15
Antecedentes.....	15
Planteamiento del problema de investigación	16
Justificación e importancia.....	17
Objetivos	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19
Hipótesis	19
Variables de investigación.....	19
<i>Variable dependiente</i>	19
<i>Variable independiente</i>	19
Marco teórico	20
Estudio económico de proyectos de inversión.....	20
Estimación de costos	20
<i>Evaluación de inventario y control de costos</i>	20
<i>Costo total de inversión de capital</i>	21
Inversión de capital fijo.....	23
<i>Costo de capital</i>	23
<i>Cálculo del costo total de inversión de capital mediante factores</i>	23
Capital asignado.	25
Capital externo.	25
Capital de trabajo.....	26
Costos de puesta en marcha.....	26

Otros elementos de capital.....	26
Tipos y clasificación de costos.....	27
Flujo de efectivo.....	28
<i>Depreciación</i>	28
<i>Amortización</i>	29
Punto de equilibrio.....	29
Indicadores financieros.....	30
<i>TREMA O TMAR</i>	31
<i>VAN (Valor actual neto)</i>	31
<i>TIR (Tasa interna de retorno)</i>	31
Metodología.....	32
Metodología de la investigación.....	32
Instrumentos de investigación.....	32
Estimación de costos directos e indirectos.....	33
<i>Costos Directos</i>	33
Costo de materia prima.....	33
Costo de mano de obra.....	33
Agua y energía.....	34
<i>Costos indirectos</i>	35
Costos de equipos.....	35
<i>Etapa de obtención de resina fenólica</i>	35
<i>Espumado de resina fenólica</i>	36
<i>Corte de la espuma</i>	36
Costo de mano de obra indirecta.....	38
Depreciación.....	38
Otros costos variables.....	38
Punto de equilibrio.....	39
Flujo de caja.....	40
Indicadores Financieros (VAN y TIR).....	41
Resultados.....	43
Costos directos.....	43
Costos indirectos.....	45
Punto de equilibrio.....	49
Flujo de caja.....	50
VAN y TIR.....	52

Conclusiones y recomendaciones	53
Conclusiones.....	53
Recomendaciones	55
Bibliografía	56
Anexos	58

Índice de figuras

Figura 1. <i>Análisis de punto de equilibrio</i>	29
Figura 2. <i>Etapas del proceso de obtención de espuma fenólica</i>	33
Figura 3. <i>Gráfica de punto de equilibrio</i>	49
Figura 4. <i>Flujo de caja estimado para cinco años</i>	50

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Factores para convertir costos de los equipos a capital fijo</i>	37
Tabla 2. <i>Depreciación de bienes</i>	38
Tabla 3. <i>Clasificación de los costos fijos y variables</i>	39
Tabla 4. <i>Costos de reactivos</i>	43
Tabla 5. <i>Costos de mano de obra directa</i>	44
Tabla 6. <i>Costos de agua y energía</i>	44
Tabla 7. <i>Costo fijo de la línea de producción de espuma fenólica</i>	45
Tabla 8. <i>Costo F.O.B. de equipos de producción</i>	46
Tabla 9. <i>Costo fijo de equipos</i>	46
Tabla 10. <i>Costos de mano de obra indirecta</i>	47
Tabla 11. <i>Costos de teléfono e internet</i>	47
Tabla 12. <i>Costos varios variables</i>	48
Tabla 13. <i>Costos varios</i>	48
Tabla 14. <i>Costo de depreciación</i>	49
Tabla 15. <i>Flujo de caja estimado para cinco años</i>	51
Tabla 16. <i>Resultado de indicadores financieros</i>	52

Resumen

La resina fenólica tipo “resol” es un polímero obtenido a partir de la reacción entre fenol y formaldehído en presencia de hidróxido de sodio como catalizador. Al pasar la resina por un proceso de espumado se obtiene espuma floral que es muy utilizada en el negocio de la floristería para conservar las flores en arreglos florales. Sin embargo, ante la inexistencia de una empresa en el país dedicada a la producción y comercialización de este producto, los consumidores se ven obligados a importarlo de países como Colombia para satisfacer esta necesidad. En el presente trabajo, se realizó un estudio técnico-económico de la implementación de una planta de resina fenólica (espuma floral) en el Ecuador para determinar su factibilidad y rentabilidad en el país al existir poca información al respecto. La investigación posee un diseño de campo bibliográfico y es de tipo cuantitativo-descriptivo. Los resultados se determinaron mediante la estimación de costos directos, indirectos e ingresos a partir de los cuales se hizo una proyección de flujo de caja en cinco años. La rentabilidad fue evaluada con ayuda de los indicadores financieros los cuales demostraron que es factible su implementación al obtener un valor de TIR de 21% y un valor actual neto (VAN) positivo de \$396.830,73 que indica que el proyecto genera ganancias, esto siempre y cuando se cuente con un importante capital de trabajo para invertir en la adquisición de equipos de producción y materia prima que no se encuentra disponible en el país y para cubrir costos durante el primer año en el cual no se estiman ganancias.

Palabras clave:

- **RESINA FENÓLICA**
- **ESPUMA FLORAL**
- **ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO**
- **ESPUMA FLORAL EN ECUADOR**

Abstract

Resol type phenolic resin is a polymer obtained from the reaction of phenol and formaldehyde in presence of sodium hydroxide as catalyst. By passing the resin through a foaming process, floral foam is obtained, which is widely used in the florist business to preserve the flowers in the arrangements. However, the absence of a fabric dedicated to the production and marketing of this product in the country forces the consumers to import this product from other countries like Colombia to satisfy this need. In the present work, a technical-economic study of the implementation of a phenolic resin plant (floral foam) in Ecuador was carried out to determine its feasibility and profitability in the country as there is little information in this regard. The research has a bibliographic field design and is quantitative-descriptive. The results were determined by estimating the direct and indirect costs as well as the income from which a cash flow projection for five years was made. The profitability was evaluated using financial indicators which showed that the implementation is feasible giving 21% for TIR and a positive net present value (NPV) of \$396,830.73 indicating that the project generates profits as long as there is a significant working capital to invest in the acquisition of production equipment and raw materials that are not available in the country; and to cover costs during the first year of production in which no earnings are estimated.

Key words:

- **PHENOLIC RESIN**
- **FLORAL FOAM**
- **TECHNICAL-ECONOMIC STUDY**
- **FLORAL FOAM IN ECUADOR**

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El proceso de obtención de resinas fenólicas utilizando catalizador alcalino fue patentado en 1907 por Leo H. Baekeland, quien comenzó con la investigación de este material y patentó además diversas aplicaciones para las resinas luego de haber llevado cabo ensayos a pequeña escala con compañías industriales entre los años de 1907 y 1909. (NPC Board of consultants and engineers, 2019).

Las aplicaciones de estos polímeros sintéticos se centran principalmente en aquellas donde se necesita de un buen comportamiento ante al fuego y altas temperaturas, por ejemplo, la manufactura de material de fricción, abrasivos, espumantes y deshidratantes para crudo (Besednjak Dietrich, 2009).

Las resinas fenólicas se obtienen a partir de una reacción de condensación entre un fenol y formaldehído, produciendo además agua residual que debe ser eliminada. Entre las propiedades que poseen las resinas se destaca su resistencia a la temperatura, al fuego, a la abrasión y agentes químicos además de poseer buenas características eléctricas, estabilidad dimensional y resistencia a choques (Besednjak Dietrich, 2009).

Hay dos tipos de resinas fenólicas que son las novolacas y resoles. Es a partir de la resina fenólica tipo “resol” que se obtiene la espuma floral luego de pasar esta última por un proceso de espumación. El material resultante sirve de soporte para las flores, es capaz de absorber agua y actuar como medio de crecimiento para la propagación de lechos de plantas al poseer un pH adecuado libre de bacterias y hongos (Cuevas Gonzales et al., 2015; Gardziella et al., 2013).

En este proyecto se pretende realizar un estudio técnico-económico de la implementación de una planta de producción de resina fenólica (espuma floral) y su sostenibilidad considerando el estudio previo del proceso de producción de la resina. Este estudio se hace con el propósito de determinar su factibilidad basándose en procesos que ya se han implementado en otros lugares.

Para ello se evalúan lo que son costos directos e indirectos, ingresos y egresos, así como flujo de efectivo en cinco años. Además, se hace uso de indicadores de rentabilidad como son valor actual neto (V.A.N), tasa interna de retorno (T.I.R) y tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) y se hace un análisis del punto de equilibrio. Todos estos elementos permitirán evaluar la factibilidad y a su vez llevarán a la toma de decisiones para optimizarlo y de ser posible posteriormente emprender la producción y comercialización de la resina fenólica en el país.

1.2. Planteamiento del problema de investigación

Gracias a la variedad de aplicaciones que posee la resina fenólica su producción tiende a crecer según Grand View Research (2018), que indica que el mercado de las resinas fenólicas a nivel mundial para el año 2018 fue valorado por USD 11.17 billones con una tasa de crecimiento anual de 5.3% entre el periodo de 2019 y 2025, siendo USA, Alemania, China y Corea del Sur los mayores productores en la actualidad.

Ecuador pese a ser un país productor de petróleo no ha impulsado la industria de la petroquímica por lo que se carece de estudios y tecnología que aporten en la producción de este tipo de productos que son derivados del petróleo, ya que apenas en el año 2013 es que se incluyó en la lista de industrias priorizadas por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo para impulsar su desarrollo. Esta falta de productos petroquímicos por supuesto ha obligado a la importación de los mismos.

En el caso de las resinas fenólicas (espuma floral) no existe suficiente abastecimiento de este producto que cubra la demanda nacional aun cuando existía Ecuatoriana de Espuma Floral ECUAFLOREAL S.A., con sede en Ambato, que eran la única empresa productora de la espuma floral. Esto conlleva a que el producto sea importado de empresas extranjeras principalmente OASIS FLORALIFE ubicada en Colombia y otras empresas como MODE CRAFTS de China y SMITHERS OASIS NORTH AMERICA de Estados Unidos.

1.3. Justificación e importancia

El diseño de objetos como máquinas, estructuras, productos y servicios da lugar a la aplicación de los conocimientos científicos y de ingeniería en beneficio propio y de la sociedad, sin embargo, esto también involucra el pago de precios monetarios o de otro tipo para conseguirlo (Sullivan et al., 2014).

La presente investigación enfocada en el estudio técnico-económico para la implementación de una planta de resina fenólica (espuma floral) es de gran importancia ya que esto determinará si es aceptable, es decir viable para ponerlo en marcha y su rentabilidad en mercado de manera que se haga un uso eficiente de los recursos para evitar gastos innecesarios y pérdidas económicas, y a su vez obtener ganancias que beneficien al negocio y su crecimiento.

El área de conocimiento petroquímico implica la creación e implementación de procesos innovadores en el aspecto técnico y científico para la creación de productos como son plásticos, polímeros y otros derivados del petróleo. Dichos procesos deben de pasar por un estudio económico cuyos resultados ayuden a tomar decisiones adecuadas al momento de realizar la adquisición de equipos y materia prima que sean óptimos para el proceso, esto con el fin de ofrecer un producto de buena calidad a

precio económico. Los resultados además permiten obtener proyecciones sobre las futuras ganancias, lo cual ayuda a volverlo un negocio llamativo para invertir.

La petroquímica resulta ser una de las industrias más importantes por la gran influencia que posee en las diversas cadenas productivas y sobre cualquier otra actividad de la vida moderna (Chow Pangtay, 2014). La implementación de una planta de resina fenólica (espuma floral) brinda un aporte a los negocios de floristería donde existe bastante demanda por este producto al ser un material necesario para la elaboración de arreglos florales.

El crecimiento de una sociedad está relacionado con la prosperidad económica de sus miembros y al mismo tiempo esta última está ligada al nivel de las empresas que posee. La prosperidad de una sociedad crece en función de su producción de bienes y servicios y esta depende además de su capacidad para satisfacer las necesidades de sus integrantes (Audisio, 2006).

Actualmente no existen empresas dedicadas a la producción industrial de resina fenólica en el país, por lo que la creación de una, brinda un aporte a los negocios dedicados a la floristería, así como al crecimiento y desarrollo de la industria petroquímica. Esto a su vez permitiría generar fuentes de trabajo para futuros profesionales de la carrera de petroquímica y otras áreas.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

Evaluar la parte técnica-económica y de sostenibilidad de la planta de producción

1.4.2. *Objetivos específicos*

Estimar y proyectar los costos directos, indirectos, ingresos por ventas y gastos administrativos relacionados con las operaciones.

Construir el flujo de efectivo estimado para 5 años.

Calcular los indicadores financieros (VAN, TIR, punto de equilibrio, TMAR)

1.5. Hipótesis

La producción de resina fenólica (espuma floral) para su comercialización es económicamente viable.

1.6. Variables de investigación

1.6.1. *Variable dependiente*

Precio del producto (espuma floral)

Costos variables

1.6.2. *Variable independiente*

Capacidad máxima de producción

Capital invertido

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Estudio económico de proyectos de inversión

La economía tiene un papel importante en varias etapas de desarrollo y avance de proyectos al ser utilizada en la preparación de estimación de costos de capital, estimación de costos de operación, análisis de rentabilidad incluyendo estudios de factibilidad y para realizar análisis de sensibilidad e incertidumbre (Couper, 2003).

La evaluación económica se considera como la fase crítica en la etapa conceptual de un proyecto para una planta o procesos. En esta fase se realizan varios estudios económicos de procesos alternativos antes de obtener un proyecto con buena estructura económica. El capital de costo estimado para esta etapa debe ser lo más preciso posible por lo que se deben utilizar técnicas de estimación consistentes que permitan la comparación entre dichas alternativas (Guthrie, 1969).

2.2. Estimación de costos

2.2.1. *Evaluación de inventario y control de costos*

Cuando el precio de la materia prima o del producto terminado, es decir del material, varía en el transcurso del año a causa de las necesidades de la compañía para mantener los inventarios es cuando se dificulta el análisis de varianza de costos (Seider et al., 2016).

Se hace entonces una valoración de los materiales usando el costo de un lote específico, donde los lotes que son valorados se identifican haciendo referencia a facturas relacionadas. Otra opción es usando el costo promedio el cual se pondera por las cantidades compradas y no el precio promedio de la compra. Este último tiende a nivelar las ganancias en las industrias que utilizan materias primas con precios volátiles (Green & Perry, 2008).

Según Seider (2016) existen dos técnicas comunes de costeo de las cuales se escoge una de ellas considerando elementos como impuesto a la renta y flujo de efectivo. Estas técnicas son:

- First-in-first-out (FIFO): los materiales se utilizan en orden en que fueron comprados para reducir las pérdidas por deterioro. Es decir que los costos de los materiales más viejos son los primeros en ser usados.
- Last-in-First-out (LIFO): los materiales que entran son los primeros que dejan el almacenamiento para su uso.

2.2.2. Costo total de inversión de capital

“El capital total de inversión (TCI) incluye los fondos requeridos para la compra de terreno, diseño, compra e instalación de equipos y edificios y para brindar facilidad de operaciones” (Couper, 2003, p. 56).

Según Green & Perry (2008) los elementos que forman parte del costo de inversión son:

- Terreno
- Inversión de capital fijo
- Capital externo
- Capital asignado
- Capital de trabajo
- Gastos de puesta en marcha
- Otros elementos de capital (intereses sobre fondos prestados antes de la puesta en marcha, licencias, regalías, etc.) (p. 9-10).

Una nueva planta de proceso químico puede estar anexada a un complejo integrado que ya existe o puede ser una planta base que no tiene cerca ninguna otra planta química. La nueva planta para los dos casos requiere de facilidades auxiliares como vapor, agua de enfriamiento, electricidad y otros servicios como es el tratamiento de residuos. Una planta base puede también requerir de otras facilidades como cafetería o tienda de mantenimiento (Seider et al., 2016).

De igual forma para ambos casos se debe establecer un límite de batería que es un límite imaginario utilizado para separar el equipo de procesamiento que está directamente relacionado con el proceso de fabricación de las instalaciones auxiliares. Los servicios públicos y otros servicios se denominan instalaciones externas (Seider et al., 2016).

Dentro de los límites de batería se encuentra el equipo de manufactura, mientras que las oficinas administrativas, almacenes generales y otras instalaciones y servicios auxiliares son excluidos (Green & Perry, 2006).

a. Inversión de capital fijo.

Es necesaria la estimación de inversión de capital fijo para estudiar la factibilidad, para seleccionar procesos alternativos o equipos, para dar información que permita planificar las asignaciones de capital o permitir que se presente una oferta por parte de un contratista (Green & Perry, 2008).

Aquí se incluyen costos de compra, entrega e instalación de equipos, tuberías, control automático, edificios, pintura, estructura, aislamiento, preparación de sitio y costos de ingeniería y construcción. El método que se escoja para la estimación debe ser el más adecuado y preciso ya que este valor servirá para estimar los gastos operativos y posteriormente calcular depreciación, flujo de efectivo y rentabilidad (Green & Perry, 2008).

a.1. Costo de capital.

Se define al costo de capital como la cantidad de dinero que le cuesta a una compañía para empezar y que debe obtener de todas las fuentes posibles como bonos, préstamos, acciones ordinarias y preferentes. A partir de ello es posible determinar la tasa mínima aceptable de rendimiento de una inversión de una empresa. Para que una empresa pueda obtener una ganancia y pagar sus deudas debe de ganar más que el costo de capital (Green & Perry, 2008).

a.2. Cálculo del costo total de inversión de capital mediante factores.

Para calcular el costo total de instalación de una planta se puede hacer uso de factores que permiten obtener el costo de varios componentes como son costos de material, mano de obra y costos indirectos (Green & Perry, 2006).

Estos factores se han usado para obtener una guía de costos estimados. Aunque se debe tomar en cuenta que también es necesario realizar ajustes conforme el proyecto se va desarrollando para reflejar características individuales (Guthrie, 1969).

Según Guthrie (1969) en el costo total de inversión se agrupan en siete elementos primarios que son:

- Costos de los principales equipos, F.O.B.
- Material directo
- Trabajo de campo directo
- Mano de obra y material directo
- Costos indirectos
- Bare module cost
- Costo de módulo total (p.116)

El costo total de los equipos se usa como costo base para estimar los módulos de costo utilizando métodos de costo factorizados, ya que estos se encuentran basados en el costo de compra F.O.B. de los equipos. Pero se debe prestar atención con los equipos que pueden estar cotizados como instalado, entregado en el sitio o a bordo del vehículo para transportar al sitio del fabricante (Green & Perry, 2006, 2008)

Existen además elementos adicionales que se agregan mientras el proyecto se va desarrollando, algunos de ellos son:

- “El costo de tubería que incluye costos de mano de obra de instalación, válvulas, accesorios, soportes y artículos varios” (Green & Perry, 2008, p. 9-16).
- El módulo de costo de electricidad incluye transformadores, cableado, equipo de conmutación, cableado de instrumentación y control. Se pueden realizar análisis

más detallados del módulo de electricidad y el de tuberías cuando el diseño esté bien avanzado. (Green & Perry, 2008).

- “El módulo de ingeniería incluye mano de obra y un pequeño costo de equipo y materiales como instrumentos y papel” (Green & Perry, 2006, p. 25-86).
- El módulo de contingencia se refiere a una cantidad de dinero provisional para acontecimientos imprevistos que tienen una probabilidad de que se presenten durante la construcción de la planta, lo cual resulta muy útil cuando no se logra hacer una estimación mejor de los costos. Pueden ser contingencias del proceso o proyecto (Green & Perry, 2008; Seider et al., 2016).

Green & Perry (2008) establecen que en el primero se dan incertidumbres en:

- a) Equipo y rendimiento
- b) Integración de los pasos del proceso
- c) Ampliación del tamaño de la planta
- d) Definición precisa de parámetros del proceso (p. 9-17).

b. Capital asignado.

Según Green & Perry (2008) “el capital asignado es el capital compartido por el uso proporcional de acciones en una nueva instalación” (p. 9–17).

Incluye lo que son productos químicos intermedios, servicios públicos, servicios y rentas, administración, investigación y gastos generales de ingeniería.

c. Capital externo.

Corresponde a las estructuras, equipos y servicios que no forman parte de la fabricación de un producto, pero en el funcionamiento de la planta son igualmente relevantes. Pueden ser instalaciones como torres de enfriamiento, estaciones de bombeo, así como también almacenes, almacenamiento de material, sistemas de seguridad, etc. (Green & Perry, 2008).

d. Capital de trabajo.

Son los fondos que se deben de aportar al proyecto para cubrir costos diarios. Estos fondos deben ser adecuados para poner en marcha el funcionamiento de la planta y para cumplir con obligaciones económicas en caso de que ocurra algún retraso en la producción (Green & Perry, 2008; Seider et al., 2016).

El capital de trabajo se utiliza para la adquisición de materias primas e insumos. Existen dos métodos para calcular este valor que son de porcentaje y de inventario. Los métodos porcentuales sirven para realizar estudios preliminares de capital y estos pueden ser basados en inversión de capital o en las ventas, este último es mejor utilizarlo cuando las materias primas tienen costos elevados (Green & Perry, 2008).

e. Costos de puesta en marcha.

Son los costos totales que se relacionan directamente con la puesta en marcha de la nueva planta incluyendo mano de obra, material y otros gastos destinados a modificaciones que se deben realizar al aparecer errores por ingeniería, contratistas, costos de pruebas y ajustes. Aquí el tiempo de puesta en marcha se considera al tiempo entre el final de la construcción y el comienzo de su funcionamiento normal, todos los costos posteriores a ese periodo no se deben incluir. Los retrasos en la puesta en marcha pueden disminuir las ganancias en los primeros años. (Green & Perry, 2006, 2008).

f. Otros elementos de capital.

Aquí se incluyen regalías y licencias pagadas pues pasan a ser reemplazos del capital para poder investigar y desarrollar procesos (Green & Perry, 2008).

2.3. Tipos y clasificación de costos

Según Jiménez Boulanger & Espinoza Gutierrez (2007), el costo es la cantidad de dinero que se debe pagar por un bien o un servicio que en este caso se empleará para la manufactura de los productos. Se pueden clasificar de diversas maneras dependiendo de lo que se requiera medir.

Los costos directos son aquellos costos designados de forma directa al proyecto y pueden ser identificados, medidos y controlados de forma más precisa, por ejemplo, utilidad y mano de obra (Seider et al., 2016).

Los costos que a la larga se asignan a los productos se clasifican en:

Materia prima directa: son los costos para adquirir la materia prima a utilizarse como parte de los productos, la cual se calcula usando balances de masa. Los artículos que no entran dentro de este grupo como cajas o pegamento son considerados como suministros o materia prima indirectos, es decir, pertenecen a los costos indirectos (Green & Perry, 2006; Jiménez Boulanger & Espinoza Gutierrez, 2007).

Mano de obra directa: son los salarios de toda la mano de obra que ejercen únicamente actividades para la obtención del producto, como son: operarios de máquinas y ensambladores. La cantidad de mano de obra que se requiere se determina con la ayuda del diagrama de flujo del proceso a partir de eso se genera una tabla que cubra turnos, fines de semana y vacaciones. Las personas que trabajan por ejemplo en el área administrativa pertenecen a mano de obra indirecta, es decir es un costo indirecto (Green & Perry, 2006, 2008; Jiménez Boulanger & Espinoza Gutierrez, 2007).

Costos indirectos de producción: son todos los costos que no se estiman de forma factible económicamente a partir de los productos elaborados pero que se relacionan con el proceso de producción, como son impuestos de propiedad, renta, seguros y depreciación (Jiménez Boulanger & Espinoza Gutierrez, 2007).

Según Sapag Chain (2007), los costos también pueden ser fijos o variables. Los fijos son aquellos que se deben pagar y no dependen de la cantidad de productos que elabora la empresa como son: sueldos, teléfono, internet, depreciación, entre otros. Mientras que los variables van a variar de acuerdo a la cantidad producida.

2.4. Flujo de efectivo

“Flujo de efectivo o estado de flujo de efectivo consolidado es un resumen de flujo de efectivo de una empresa durante un periodo de tiempo” (Seider et al., 2016, p. 539).

El flujo de efectivo permite realizar un estudio de la caja o liquidez, es decir de la capacidad que una empresa o persona natural posee para asegurar fondos necesarios que permitan pagar las deudas y además sirve para prever las necesidades de efectivo o excesos que se presenten en un futuro (Guzmán Vásquez & Romero Cifuentes, 2005).

2.4.1. Depreciación

La utilidad de los activos fijos dura un determinado número de periodos contables futuros, es decir que tienen una vida limitada. La depreciación es la conversión de un activo fijo en gasto (virtual), distribuyendo este activo en los periodos contables en los que la empresa lo utilizará. Esto se hace con el propósito de calcular los impuestos a pagar (Coss Bu, 1981).

2.4.2. Amortización

Según Green & Perry (2008), “la amortización es la deducción calculable por el costo de una propiedad intangible durante su vida útil, quizás una vida de 15 años, mediante cálculos de línea recta.”

2.5. Punto de equilibrio

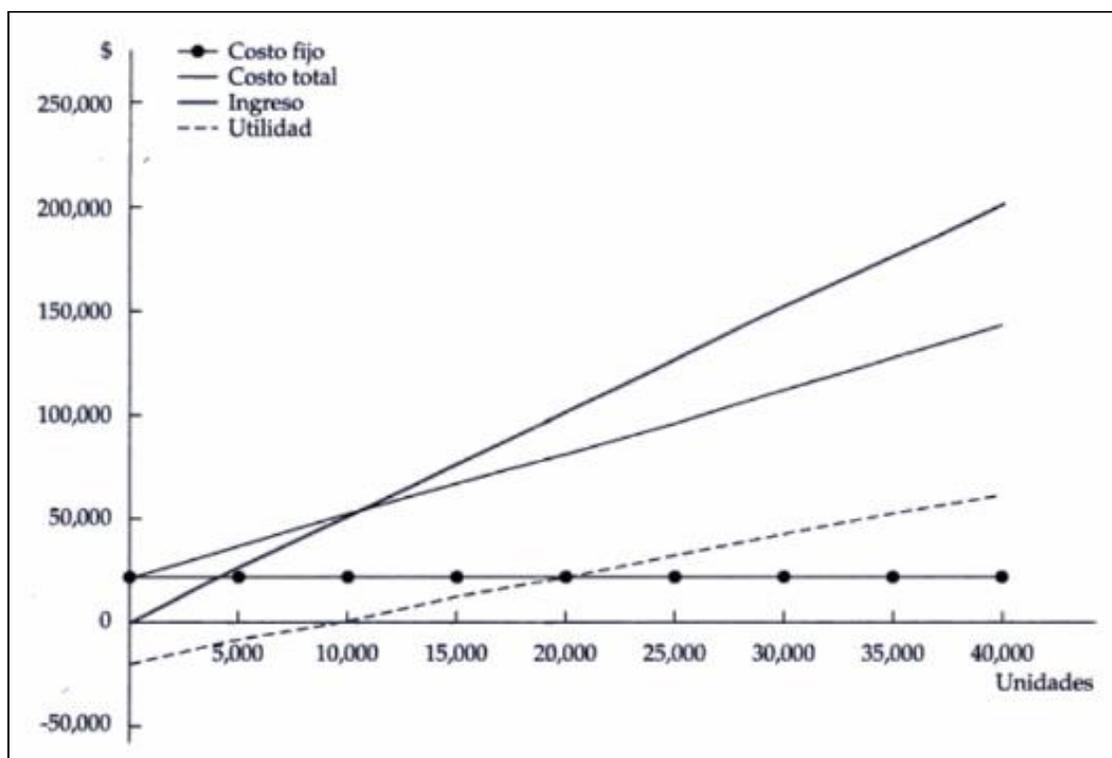
El punto de equilibrio, también conocido como análisis volumen-costo-utilidad, es el punto en que no existen ganancias ni pérdidas en la empresa. Es en este punto en el que se precisa la etapa de investigación de la relación que existe entre la cantidad del producto, costo requerido para producir dicha cantidad y la utilidad (Keat & Young, 2011).

Según Meza Orozco (2017) los valores que van a ser representados en la gráfica de punto de equilibrio son:

- Costo fijo total (CFT): Son los costos que permanecen constantes cuando se varía el nivel de producción.
- Costo variable total (CVT): Es el costo relacionado al nivel de producción, es decir el costo total por el uso de recursos variables.
- Ingresos: Son los beneficios que se obtienen, es decir las entradas de dinero luego de vender el producto.

Figura 1.

Análisis de punto de equilibrio.



Nota: El gráfico representa el análisis de punto de equilibrio, siendo este el punto en el que se cruzan las rectas de costo total con la de Ingreso. En este caso la utilidad se empieza a obtener a partir de 10000 unidades vendidas. Tomado de *Economía de Empresas* (p.440) por Keat & Young, 2011, Pearson Educación.

2.6. Indicadores financieros

La evaluación de un proyecto es importante para determinar si este es rentable y si resulta mejor al ser comparado con otras alternativas. Para ello se requiere evaluar si este genera el rendimiento que se espera o el tiempo en el cual el dinero invertido será recuperado. Es por ello que se hace uso de los indicadores financieros (Briseño Ramirez, 2006).

2.6.1. TREMA O TMAR

“La tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA) es la tasa de rendimiento en la que se cumplen las expectativas del proyecto” (Briseño Ramirez, 2006, p. 94).

2.6.2. VAN (Valor actual neto)

Según Hamilton Wilson & Pezo Paredes (2005), el VAN “es la suma de todos los flujos actualizados de efectivo futuros de un proyecto, menos todas las salidas.”

Con el uso de este indicador es posible saber el valor de dinero actual que recibirá el proyecto en el futuro a una tasa de interés y periodo de tiempo determinado para posteriormente compararlo con el valor de la inversión que se hizo en un inicio. El resultado se expresa en unidades monetarias. Si el VAN es un valor positivo, significa que es conveniente invertir en el proyecto ya que los costos totales y de inversión serán cubiertos por los flujos de efectivo, quedando un sobrante (Hamilton Wilson & Pezo Paredes, 2005).

2.6.3. TIR (Tasa interna de retorno)

“Es aquella tasa de descuento que hace que el VAN de un proyecto sea igual a cero” (Gómez Cáceres & Jurado Madico, 2001).

Este valor se presenta con unidad de porcentaje y representa la rentabilidad del proyecto, es decir que expresa el rendimiento del negocio en el mercado. Una TIR negativa indica pérdidas económicas sin embargo una TIR positiva tampoco es del todo validada. Un valor de TIR mayor a la tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA) indica que el rendimiento de la empresa es superior al rendimiento mínimo que se esperaba, por lo tanto, el proyecto es aceptable. Si es menor se rechaza ya que esto representa una pérdida de dinero (Briseño Ramirez, 2006; Gómez Cáceres & Jurado Madico, 2001).

CAPÍTULO III

3. Metodología

3.1. Metodología de la investigación

El presente trabajo de investigación posee diseño de campo bibliográfico y es de tipo cuantitativo-descriptivo ya que con la información obtenida tanto de la simulación del proceso de obtención de resina, como de los datos recaudados de los cálculos de costos directos e indirectos se ha hecho un respectivo análisis para determinar la rentabilidad del proyecto.

Para realizar esta estimación se tomaron cuenta los costos de los equipos a utilizarse en el proceso previamente diseñado y que han sido dimensionados de acuerdo a la demandada del producto, el costo de la cantidad de materia prima utilizada para obtener la espuma floral calculada mediante balances de masa y energía, y de otros costos como mano de obra, servicios básicos, instalación, etc.

3.2. Instrumentos de investigación

Para la estimación, cálculo y análisis de los datos se hizo uso de información consultada en libros y papers, así como de datos de costos de equipos, materia prima, mano de obra, servicios, etc. de diferentes proveedores. También se utilizó como herramienta el programa Microsoft EXCEL para calcular los costos directos e indirectos, ingresos e indicadores financieros; y a partir de ello conocer si la comercialización de la espuma floral resulta rentable.

3.3. Estimación de costos directos e indirectos

3.3.1. Costos Directos

Dentro de los costos directos se consideró la cotización de los costos de materia prima que en este caso son los reactivos, así como los costos de mano de obra directa, es decir del personal que participa directamente en la elaboración de las espumas fenólicas y los suministros de agua y energía eléctrica.

a. Costo de materia prima.

Inicialmente se elaboró el listado de los reactivos que se necesitan para la obtención de espuma fenólica y se cotizó el costo de cada uno de estos por kilogramo. La información fue adquirida en diferentes páginas de proveedores que tenían disponibles los productos.

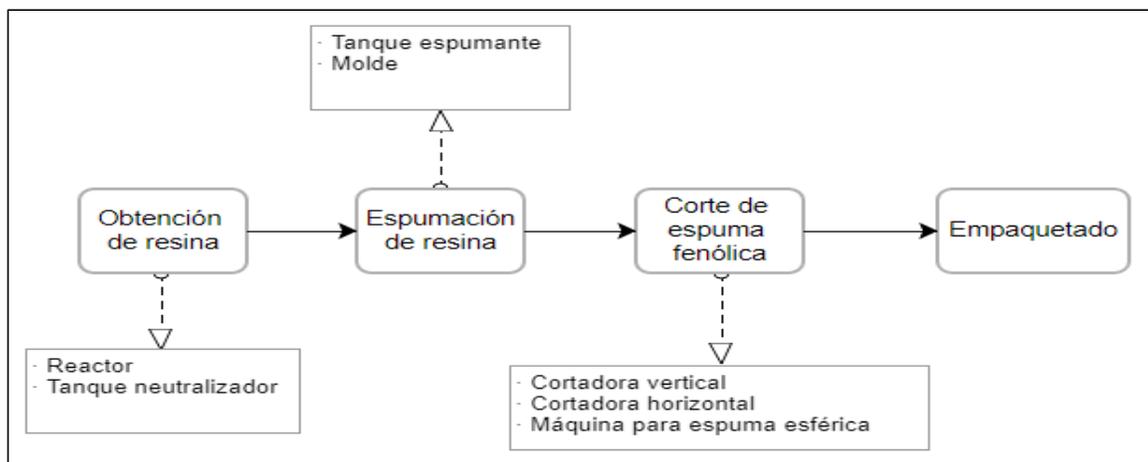
A partir de los balances de masa se determinó la cantidad requerida de cada reactivo para obtener un determinado número de espumas fenólicas que cubra la demanda de un mes, que son 2393,84 kg (densidad de 0,032g/m³). Este valor representa la cantidad de espuma importada únicamente de Colombia según el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (2021). Multiplicando el costo de cada kilogramo por la cantidad total que se necesita para la producción de un mes se obtuvo el costo total.

b. Costo de mano de obra.

El proceso de obtención de espuma fenólica se dividió en cuatro etapas que son: obtención de resina fenólica, espumado de la resina fenólica, corte de la espuma fenólica y empaquetado como indica la Figura 2.

Figura 2.

Etapas del proceso de obtención de espuma fenólica.



Nota: Esquema del proceso de obtención de espuma fenólica dividido en cuatro etapas con los respectivos equipos usados en cada una de ellas.

De acuerdo al número de etapas y a la cantidad de espuma a ser producida, se asignó un número de empleados requeridos para la operación del proceso con su respectivo sueldo para el cálculo de costo de mano de obra directa. Aquí se consideró además del salario básico los beneficios sociales como son décimo tercero, décimo cuarto, vacaciones, aporte patronal y fondos de reserva.

c. Agua y energía.

Los costos de agua y energía están directamente relacionados con la cantidad que se produce. Para el cálculo del costo de agua y energía se estimó la cantidad de agua que se usa en el proceso sumado a un supuesto volumen de agua que se consume para otras actividades y restado de la cantidad de agua que se recupera.

Para el cálculo del costo de energía se determinó la cantidad de energía que consume cada equipo por hora de trabajo en el mes. El metro cúbico de agua tiene un costo de 1,24 dólares/m³, mientras que el kWh tiene un valor de 0,12 dólares.

3.3.2. Costos indirectos

Dentro de los costos indirectos se incluyeron los costos de equipos, mano de obra indirecta, servicios básicos de teléfono e internet, costos varios y depreciación.

a. Costos de equipos

A continuación, se detallan los principales equipos requeridos dentro de cada etapa del proceso.

a.1. Etapa de obtención de resina fenólica.

El proceso de producción de resina fenólica se trata de un proceso discontinuo por lo cual se requiere de un reactor batch con agitación incluida. En este caso un proceso continuo resulta poco económico dado que se requiere de un tiempo determinado de reacción para obtener las especificaciones que se exigen en el mercado para las resinas (NPC Board of consultants and engineers, 2019).

Las características que los reactores deben poseer es que deben ser recipientes cerrados de doble pared, divididos en diferentes secciones de calentamiento y enfriamiento. Tanto el recipiente como las instalaciones auxiliares deben de ser hechas con acero aleado inoxidable (NPC Board of consultants and engineers, 2019).

Hoy en día los reactores diseñados para producción de resina fenólica ya tienen incluida la torre de destilación para el proceso de eliminación del agua por lo que el proceso de neutralización también puede realizarse dentro del mismo reactor.

En caso de no contar con un reactor con torre de destilación incluida se puede hacer uso de un reactor de neutralización para luego realizar la destilación. El volumen será en función de la velocidad de reacción y el agente neutralizante que se utilice. La reacción es instantánea y requiere un tiempo de retención bajo cuando se utilizan ácidos y bases fuertes en disolución. Si el agente neutralizante es cal o ácidos y bases débiles los tiempos de residencia son bajos y provocan que el pH final de la reacción sea diferente al pH de salida del reactor. Por lo tanto, para conseguir la homogeneización se requiere de agitación fuerte y la dosificación del agente neutralizante debe hacerse de forma automática controlando el pH mediante una válvula automática o bomba dosificadora (Sainz Sastre, 2005).

a.2. Espumado de resina fenólica.

Para esta etapa es necesario un tanque de espumación que consiste en un equipo en el que se le inyecta a la resina fenólica los reactivos como son surfactante, humectante, agente de soplado, urea y colorante a través de una válvula de aguja sellada. Esta unidad también cuenta con un agitador que permite la agitación completa del material para la formación de la espuma.

También se requiere de un molde de espuma que permitirá darle la forma deseada al producto para su posterior corte y el cual ayuda a reducir el tiempo de secado de la resina con su sistema de calor.

a.3. Corte de la espuma.

Se hace uso de dos máquinas de corte, una vertical y otra horizontal para obtener el tamaño estándar requerido de la espuma que es aproximadamente de 22.5x10.5x7.5 cm.

Para el cálculo de los costos de los equipos se consultó el costo F.O.B. de cada uno de ellos de distribuidoras de China. A partir del costo F.O.B. de los equipos se hizo el cálculo del costo fijo usando los factores de la Tabla 1 para estimar el costo de instalación, tubería, instrumentos e instalación eléctrica. Se consideraron los valores correspondientes a “Plantas Nuevas” y teniendo en cuenta además de que se trata de un proceso de líquidos y sólidos.

Tabla 1.

Factores para convertir costos de los equipos a capital fijo.

	Plantas nuevas			Instalaciones en límites de batería		
	Procesamiento de sólidos	Procesamiento de sólidos y fluidos	Procesamiento de fluidos	Procesamiento de sólidos	Procesamiento de sólidos y fluidos	Procesamiento de fluidos
Equipo entregado	1	1	1	1	1	1
Instalado	0,19-1,23	0,39-0,43	0,76	0,45	0,39	0,27-0,47
Tubería	0,07-0,23	0,30-0,39	0,33	0,16	0,31	0,66-1,2
Cimientos de acero estructural, concreto reforzado			0,28			0-0,13
Instalación eléctrica	0,13-0,25	0,08-0,17	0,09	0,1	0,1	0,09-0,11
Instrumentos	0,03-0,12	0,13	0,13	0,09	0,13	
Edificio y servicios en límites de batería	0,33-0,5	0,26-0,35	0,45	0,25	0,39	0,18-0,34
Excavación y preparación del sitio	0,14-0,3	0,08-0,22		0,13	0,1	0,1
Auxiliares	2,37	0,48-0,55	Incluidos arriba	0,4	0,55	0,7
Total planta física	2,37	2,97	3,04	2,58	2,97	3,5
Gastos de campo	0,10-0,12	0,35-0,43		0,39	0,34	0,41
Ingeniería		0,35-0,43	0,41	0,33	0,32	0,33
Costos directos de planta	2,48	3,73	3,45	3,3	3,36	4,24
Honorarios, gastos indirectos y utilidad de contratista	0,3-0,33	0,09-0,17	0,17	0,17	0,18	0,21
Contingencia (imprevistos)	0,26	0,39	0,36	0,34	0,36	0,42
Inversión total en capital fijo	3,06	4,27	3,98	3,81	4,17	4,87

Nota: La tabla indica los factores para la transformación del costo de los equipos en costos fijos. Adaptado del *Manual del ingeniero químico de Perry (p. 25-75) de Green & Perry (2006) McGrawHillEducation.*

b. Costo de mano de obra indirecta.

El costo de mano de obra indirecta se determinó designando cargos para el área administrativa a un gerente y un secretario/contador, vendedores para el área de ventas; bodegueros y un jefe de producción. De igual manera se tomó en cuenta además del salario básico los beneficios sociales.

c. Depreciación.

El valor de la depreciación se calculó dividiendo el costo total de equipos de producción, muebles bienes y equipo de cómputo para su respectivo tiempo de vida útil en meses. El tiempo de vida útil dependerá del tipo de bien.

Tabla 2.

Depreciación de bienes

Denominación	Tiempo de vida útil
Equipos de producción	10 años
Bienes muebles	10 años
Equipos de cómputo	5 años

d. Otros costos variables.

Los costos variables que se consideraron aquí, no están directamente involucrados en la producción del producto, sin embargo, son importantes para su comercialización y distribución, como son: servicios básicos (teléfono e internet), arriendo, publicidad y propaganda, transporte, embalaje y viáticos.

3.4. Punto de equilibrio

Para la obtención del punto de equilibrio es necesario hacer una nueva clasificación de los costos anteriormente calculados en costos fijos y costos variables como se observa en la Tabla 3. Se incluyó además el costo de *Contingencia* dentro de los costos fijos que viene a ser el 10% de la suma de los costos de equipos, materia prima y sueldos del personal.

Tabla 3.

Clasificación de costos fijos y variables.

Fijos	Variables
Arriendos	Materia prima
Depreciación	Agua y energía
Teléfono e internet	Costos varios
Sueldos	
Publicidad y propaganda	
Contingencia	

Una vez clasificados los costos se suma el total de cada uno. Tanto los costos fijos como variables fueron estimados para un mes.

Con la ayuda de EXCEL se creó una tabla con seis columnas: unidades, costo fijo, costo variable, costo total, ingreso y utilidad.

En la columna de *Unidades* se coloca un rango de unidades estimadas a ser vendidas.

La columna de *Costos fijos* corresponde a la suma de los costos fijos y este valor se mantiene igual para todas las filas de unidades producidas.

Para la columna de *Costos variables* se multiplica la cantidad de unidades producidas por el costo de producción de una sola unidad. Este último se obtiene de la suma de los costos variables generados en un mes dividida para la cantidad de unidades de espuma producidas en el mismo lapso de tiempo, obteniendo así el valor unitario de la espuma y a partir del cual se puede proponer un costo de venta para generar ganancias.

El *costo total* resulta de la suma del costo fijo y el costo variable, mientras que el *Ingreso* se da multiplicando el costo de venta sugerido por el número de unidades.

El valor de la utilidad se obtiene entonces restando el valor de los costos totales de los ingresos.

A continuación, se grafican los resultados para definir el punto de equilibrio, que es aquel punto en el cual no existen pérdidas ni ingresos. Para obtener un valor más exacto se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio unitario} - \text{Costo variable unitarios}}$$

3.5. Flujo de caja

Para este proyecto el flujo de caja se realizó mensualmente para un periodo de cinco años suponiendo un porcentaje de crecimiento en ventas mensual del 10% y por ende un incremento proporcional de costos de materia prima, agua y energía al tratarse de costos variables.

En el caso de costos de viáticos, embalaje, transporte se estimó un incremento mensual del 5%.

El costo del arriendo se estimó que incrementó en un 10% cada año, mientras que para el sueldo del personal se estimó un aumento de 20%.

Para el financiamiento del emprendimiento se ha tomado como base el “Fondo Emprende”; que es un proyecto de inversión del Gobierno Ecuatoriano que otorga la suma de 1'050000 dólares, así como una inversión por parte del emprendedor que es del 20% del total de la inversión, la cual cubre otros gastos que el Fondo Emprende no, como son: arriendo, viáticos, transporte, entre otros.

3.6. Indicadores Financieros (VAN y TIR)

Los indicadores financieros fueron calculados con ayuda de EXCEL que posee las funciones integradas.

Para ello se elaboró una tabla de los ingresos y egresos por año, así como el flujo que es el resultado de la resta de estos dos últimos. El valor de TREMA asumido es del 12% que es el porcentaje que generalmente se usa para evaluar proyectos en el país.

Para el cálculo del VAN se hace uso de la siguiente función:

$$=VNA(\text{tasa de interés; flujos de caja futuros})$$

Donde la *tasa de interés* corresponde al TREMA y los *flujos de caja futuros* son los flujos resultantes de la resta entre los ingresos y egresos, a esto se le resta el valor total de la inversión, y si el resultado es positivo significa que el proyecto es viable, caso contrario no.

Para el cálculo del TIR se hace uso de la siguiente función:

$$=TIR(\text{valores}, [\text{estimación}])$$

Los *valores* se refieren a los flujos mientras que la *estimación* es un número cuyo valor se estima que sea cercano al resultado, aunque no es obligatorio colocarlo. Si el valor obtenido en porcentaje es mayor al valor estimado del TREMA, significa que el proyecto es aceptable.

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1. Costos directos

Se determinó que para cubrir con la demanda de espuma fenólica de un mes el reactor debe de operar al menos cuatro veces en ese transcurso de tiempo. El cálculo de la cantidad de materia prima requerida se encuentra detallado en el anexo I y los costos tabulados de los reactivos en el anexo II.

El costo total de los reactivos usados en un mes es de \$14760,07 como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4.

Costo de reactivos.

N° ITEM	Producto	Cantidad (kg)	Precio unitario (\$/kg)	Precio total (\$)
1	Fenol	1520	1,2	1824
2	Formaldehído	848,882	12	10186,59
3	Hidróxido de sodio	16,112	4,23	68,16
4	Ácido clorhídrico	17,2026	10,63	182,87
5	Surfactante Tween 40 o 60	106,834286	5	534,18
6	Agente de humectación N25 (texapon)	106,834286	5	534,18
7	Agente de soplado (Éter de petróleo)	133,542857	8,65427	1155,72
8	Urea	26,7085714	0,3	8,02
9	Ácido fenol sulfónico	133,542857	1,515	202,32
10	Metil verde	13,3542857	4,798	64,08
			Total	14760,07

En la Tabla 5 se indica el costo de la mano de obra directa, que consta de cuatro operarios. Para el cálculo del salario se consideró el básico sumado a beneficios sociales (décimo tercero, décimo cuarto, vacaciones, aporte patronal y fondos de reserva) como se detalla en el anexo III.

La suma de sus salarios dio un total de \$2245,01.

Tabla 5.

Costos de mano de obra directa.

Posición	Número de empleados	Sueldo (\$)
Operario	4	2245,01
Total		2245,01

La obtención de la cantidad de agua y energía requeridas para el proceso en el transcurso de un mes se observa en el anexo IV. Los datos de energía que consume cada equipo se encuentran detallados en las especificaciones del anexo V.

El costo total de energía y agua es \$260,14.

Tabla 6.

Costo de agua y energía.

Denominación	Costo (\$)
Agua	9,1
Energía	251,04
Total	260,14

4.2. Costos indirectos

La línea de producción completa tiene un costo de \$146000 cuyos componentes se detallan en el anexo V.

Hay que tomar en cuenta que este valor incluye los parámetros de tubería, instrumentos, e instalación eléctrica por lo que se requiere hacer un cálculo adicional para obtener el costo F.O.B. del equipo. Al costo F.O.B. se le sumó el costo estimado para el proceso de recuperación de agua que fue de \$21600. Este valor se obtuvo de un programa de simulación al no encontrarse los datos disponibles de un proveedor. Aplicando el método de factores se obtiene que el costo fijo es de \$224.662,03 como se ve en la Tabla 7.

Tabla 7.

Costo fijo de la línea de producción de espuma fenólica.

Denominación	Fracción de costos de equipo	Costo (\$)
Equipo	1	116405,19
Instalado	0,39	45398,03
Tubería	0,31	36085,61
Instrumentos	0,13	15132,68
Instalación eléctrica	0,1	11640,52
	Total	224662,03

Para hacer una comparación también se cotizaron los costos F.O.B. de los equipos individualmente dando un total de \$107300. Las especificaciones de cada equipo con su costo se observan en el anexo VI.

Tabla 8.

Costo F.O.B. de equipos de producción.

Etapa	Equipos	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Obtención de resina fenólica	Calentador	1	500	500
	Tanque de mezcla	2	1000	2000
	Tanque de almacenamiento	2	1500	3000
	Reactor (con columna de destilación)	1	21000	21000
	Bomba centrífuga	4	600	2400
	Bomba de resina	2	800	1600
Espumado de resina	Máquina de espumado	1	46000	46000
	Molde de espuma floral	1	2000	2000
Cortado de espuma	Cortador horizontal	1	5000	5000
	Cortador vertical	1	5200	5200
Recuperación de agua	Condensador	1	500	500
	Separador	1	16100	16100
	Compresor	1	5000	5000
			Total	107300

Aplicando el método de los factores el costo fijo es de \$207089 como se ve en la Tabla 9. Aunque este resultado es menor al costo de la línea de producción se utilizará el valor de este último al ser un precio más real.

Tabla 9.

Costo fijo de equipos.

Denominación	Fracción de costos de equipo	Costo (\$)
Equipo	1	107300
Instalado	0,39	41847
Tubería	0,31	33263
Instrumentos	0,13	13949
Instalación eléctrica	0,1	10730
Total		207089

El costo de mano de obra indirecta tiene un total de \$6037,5 como se observa en la Tabla 10 y cuyo cálculo se encuentra detallado en el anexo III.

Tabla 10.

Costos de mano de obra indirecta

Posición	Número	Sueldo
Gerente	1	2013,03
Contador/Secretario	1	957,19
Jefe de producción	1	1089,17
Bodeguero	2	1386,46
Vendedores	2	591,65
	Total	6037,5

Entre los costos indirectos se incluye el cálculo de los servicios de teléfono e internet detallada en la Tabla 11 con un valor de \$200, costos varios variables (transporte, embalaje y viáticos) que se observan en la Tabla 12 con un costo total de \$3200 y costos de arriendo y publicidad detallados en la Tabla 13 con un valor estimado de \$1600.

Tabla 11.

Costos de teléfono e internet

Denominación	Costo (\$/mes)
Teléfono	150
Internet	50
Total	200

Tabla 12.*Costos varios variables.*

Denominación	Costo (\$/mes)
Transporte	500
Embalaje	1500
Viáticos	1200
Total	3200

Tabla 13.*Costos varios.*

Denominación	Costo (\$/mes)
Arriendo	1200
Publicidad y propaganda	400
Total	1600

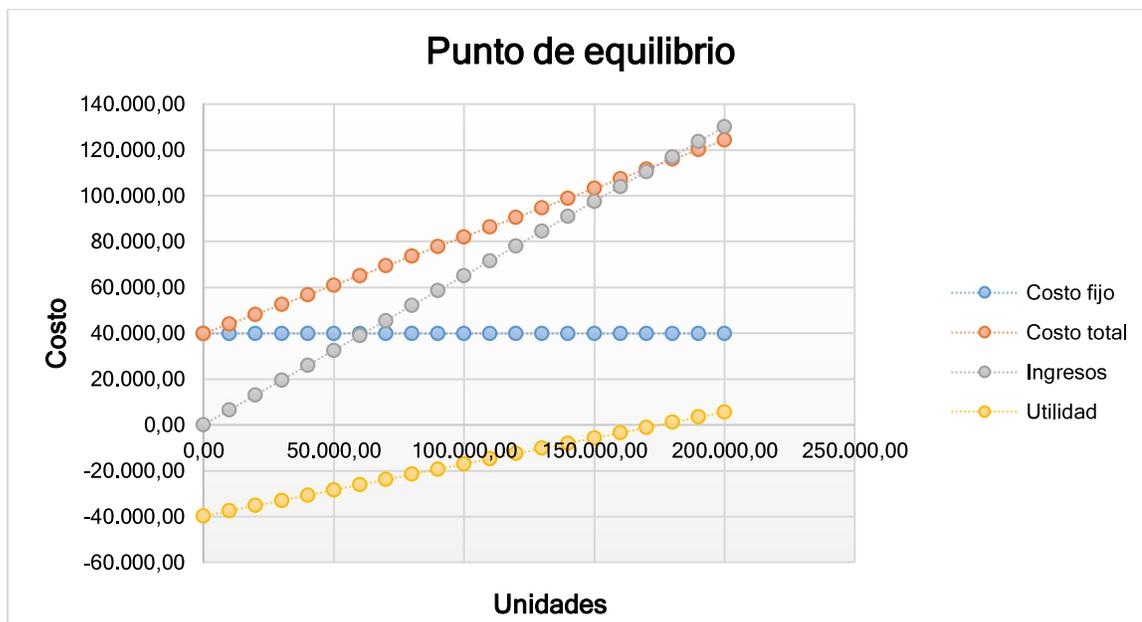
Para el cálculo de la depreciación se consideraron los costos de los equipos de producción y se añadió un costo destinado para bienes muebles, ambos con un tiempo de vida útil estimado de 10 años. También se incluyeron equipos de cómputo con un tiempo de vida útil de 5 años como se observa en la Tabla 14. Esto dio un valor total de \$1929,68.

Tabla 14.*Costo de depreciación.*

Denominación	Vida útil (meses)	Costo (\$)	Valor mensual (\$)
Equipos de producción	120	224662,03	1872,18
Otros activos			
Bienes Muebles	120	900,00	7,50
Equipos de cómputo	60	3.000,00	50
		Total	1929,68

4.3. Punto de equilibrio

Para definir el punto de equilibrio se calcularon los costos fijos que dio un total de \$39798,94, costos variables con un total de \$18220,21 y un precio unitario de producción de \$0,43 por espuma. A partir de estos datos se sugirió un precio de venta de \$0,65 para cada espuma, valor con el cual se obtiene que el punto de equilibrio es de 175037 unidades aplicando la fórmula, es decir que al vender esta cantidad de unidades no se obtienen pérdidas ni ganancias, lo cual se comprueba en la Figura 3. Los cálculos para la obtención del punto de equilibrio y los valores tabulados para elaborar la gráfica se encuentran en el anexo VII.

Figura 3.*Gráfica de punto de equilibrio*

4.4. Flujo de caja

El flujo de caja se realizó mensualmente donde se incluyeron todos los costos anteriormente calculados. Se estimó un crecimiento en ventas del 10% mensual hasta la producción de 252724 unidades (cuatro mil paquetes de 48 piezas aproximadamente) que es la máxima capacidad estimada para producir con el reactor de 1000L. A su vez se aumentan proporcionalmente los costos variables de materia prima, agua y energía. También se estimó un aumento anual en un 20% de sueldos y 10% del costo de arriendo. El valor de la inversión fue de \$1.312.500 que incluye la cantidad que el Gobierno Ecuatoriano ofrece mediante el proyecto Fondo Emprende más el 20% de la inversión que corresponde al valor que aporta el emprendedor. Esto se encuentra detallado en el ANEXO VIII.

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 15 y están representados en la Figura 4 lo cual indicó que durante el primer año de producción el flujo es negativo, mientras que para los años 2, 3, 4 y 5 los flujos son positivos.

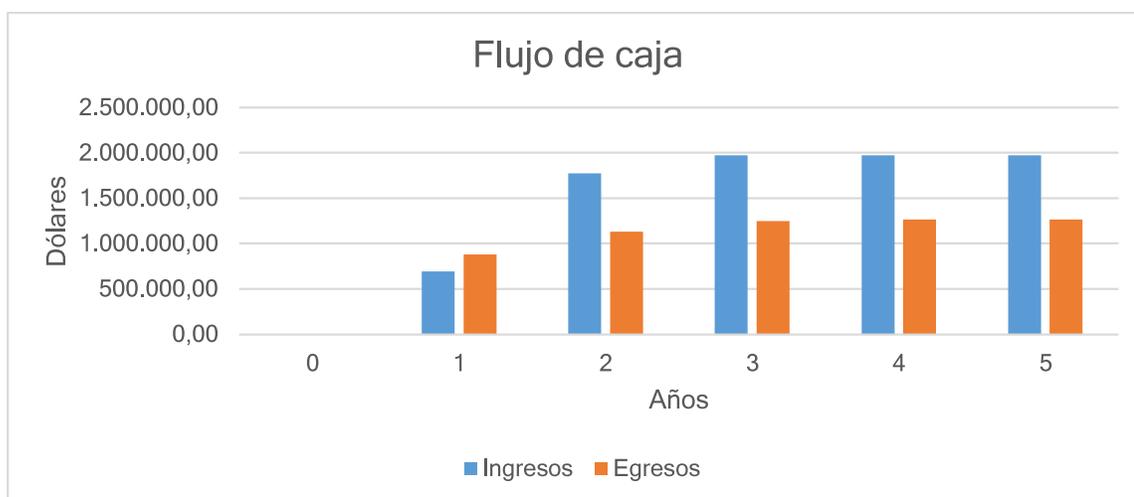
Tabla 15.

Flujo de caja estimado para cinco años.

Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		694.989,22	1.772.605,61	1.971.243,41	1.971.243,41	1.971.243,41
Egresos		879.371,65	1.131.705,78	1.250.381,09	1.264.693,27	1.264.693,27
Inversión	1.312.500,00					
Flujos	-1.312.500,00	184.382,43	640.899,83	720.862,32	706.550,14	706.550,14

Figura 4.

Flujo de caja estimado para cinco años.



4.5. VAN y TIR

Los valores de los indicadores financieros fueron calculados con las funciones respectivas en EXCEL. Para ello se consideró un valor de 12% para el TREMA.

Tabla 16.

Resultado de indicadores financieros.

Indicador	Resultado
VAN	\$396.830,73
TIR	21%

Como indica la Tabla 16, el resultado obtenido para el VAN fue de \$396.830,73. Este al ser un valor positivo indica que el proyecto es aceptable. Mientras que el valor del TIR fue del 21% que es mayor que el valor de TREMA, lo cual indica de igual forma que el proyecto se acepta.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Actualmente no existe en el país una fábrica que produzca espuma fenólica (espuma floral) y habiendo un nicho de mercado para este producto es procedente la implementación de la misma, lo que permitiría crear fuentes de trabajo y tratar de bajar costos para lograr incursionar en el mercado con este producto.
- Se proyecta iniciar las ventas con la producción mínima de 50000 unidades las misma que irán creciendo a razón del 10% mensual de acuerdo al trabajo de marketing y ventas siendo el objetivo lograr posicionar el producto en mercados internacionales.
- Se estima que durante el primer año de producción de la espuma fenólica las ventas no cubrirán los costos totales siendo a partir del sexto mes del segundo año que se logrará generar ingresos que representen una liquidez propia de negocio lo que nos permitirá reinvertir en la producción.
- Los costos de equipos de producción y materia prima deben ser importados pues no existen proveedores nacionales que nos abastezcan; esta la inversión más elevada en comparación al resto de costos que contempla el proyecto siendo necesarios para poder iniciar la producción.
- El proyecto requiere de una inversión inicial de al menos \$1'000.000 para la compra de los equipos y materia prima y para cubrir los costos durante el primer año de producción.

- Económicamente es factible la implementación de un proceso para recuperar agua del proceso es decir realizar un reciclaje de este elemento lo cual representa un ahorro de recursos y disminución de riesgo en el impacto ambiental.
- La cantidad de espumas fenólicas producidas en un reactor de 1000 L cuatro veces en el mes permite producir suficientes unidades para satisfacer la demanda de espumas florales que son importadas únicamente de Colombia y da paso a que se pueda producir una mayor cantidad de veces en el mes expandiendo la venta al mercado extranjero.
- El costo sugerido para la venta de \$0,65 por unidad de espuma floral permite cubrir los costos totales a partir de 175037 unidades vendidas.
- Los indicadores financieros determinaron que el negocio resulta rentable con un 21% de rendimiento que es mayor al esperado y un valor actual neto (VAN) positivo de \$396830,73.
- La producción de resina fenólica al ser un negocio rentable, pues existe demanda del producto en el país, da la posibilidad de generar más empleo aumentando la economía del mismo.

5.2. Recomendaciones

- Considerar que el método de los factores para el cálculo del costo fijo no permite obtener resultados acertados al tener un 30% de error, por lo que es preferible consultar directamente los costos con proveedores que ofrezcan datos más reales.
- Se sugiere un estudio más profundo del proceso de recuperación de agua para obtener un dato más preciso en cuanto a su costo de instalación, adquisición y determinar cuánto se ahorra económicamente.
- Considerar que de implementarse el proyecto se obtendrán costos mucho más precisos conforme este se vaya desarrollando y el alcance podría cambiar por lo que los resultados obtenidos no son definitivos.
- Al momento de sugerir un precio de venta se recomienda dar un valor que permita no solo obtener utilidad sino también que permita competir con productos de otras empresas en el mercado.
- Considerar que la cantidad de espumas florales que se produzcan van a depender de la densidad de las mismas. Se recomienda para el flujo de caja usar una densidad de 0.026 g/cm^3 para la estimación unidades vendidas en un mes.

Bibliografía

- Audisio, N. J. (2006). *Gestión por beneficios*. Editorial Brujas.
- Besednjak Dietrich, A. (2009). *Materiales Compuestos*. Univ. Politèc. de Catalunya.
- Briseño Ramirez, H. (2006). *Indicadores Financieros*. Umbral Editorial.
- Chow Pangtay, S. (2014). *Petroquímica y sociedad*. Fondo de Cultura Economica.
- Coss Bu, R. (1981). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Editorial LIMUSA.
- Couper, J. R. (2003). *Process Engineering Economics*. CRC Press.
- Cuevas Gonzales, G., Miralles de Imperial, R., & García Manso, Á. (2015). *Materiales de floristería*. Ediciones Paraninfo S.A.
- Gardziella, A., Pilato, L. A., & Knop, A. (2013). *Phenolic Resins: Chemistry, Applications, Standardization, Safety and Ecology*. Springer Science & Business Media.
- Gómez Cáceres, D., & Jurado Madico, J. (2001). *Financiación global de proyectos. Project finance*. ESIC Editorial.
- Grand View Research. (2018). *Phenolic Resins Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Novolac, Resol), By Application (Wood Adhesives, Molding, Insulation, Laminates, Paper Impregnation, Coatings), And Segment Forecasts, 2019-2025*. <https://www.grandviewresearch.com/>
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2006). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill.
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill.

- Guthrie, K. M. (1969). *Data and techniques for preliminary capital cost estimating*. McGraw-Hill.
- Guzmán Vásquez, D., & Romero Cifuentes, T. (2005). *Contabilidad Financiera*. Universidad del Rosario.
- Hamilton Wilson, M., & Pezo Paredes, A. (2005). *Formulación y evaluación de proyectos tecnológicos empresariales aplicados*. Convenio Andrés Bello.
- Jiménez Boulanger, F., & Espinoza Gutierrez, C. L. (2007). *Costos Industriales*. Editorial Tecnologica de CR.
- Keat, P. G., & Young, P. K. Y. (2011). *Economía de Empresa*. Pearson Education.
- Meza Orozco, J. de J. (2017). *Evaluación financiera de proyectos*. Ecoe Ediciones.
- NPC Board of consultants and engineers. (2019). *Phenolic Resins Technology Handbook*. Niir Project Consultancy Services.
- Sainz Sastre, J. A. (2005). *Tecnologías para la sostenibilidad*. EOI Escuela de Organización Industrial.
- Sapag Chain, N. (2007). *Proyectos de inversión : formulación y evaluación*. Pearson Education.
- Seider, W. D., Lewin, D. R., Seader, J. D., Widagdo, S., Gani, R., & Ng, K. M. (2016). *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Evaluation*. John Wiley & Sons Incorporated.
- Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. (2021). *Importaciones*.
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Luxhoj, J. T. (2014). *Ingeniería Económica de DeGarmo*. Pearson Education.

ANEXOS