

Diseño de la planta industrial para la extracción de aceite de la higuera

Design of an industrial plant for the extraction of higuera oil

Mateo Damián Lucero Molina¹[0009-0006-2477-3480], Marco Fabián Lucero Garcés²[0000-0002-8004-4833],
Marcos Edisson Guzmán Villacís³[0009-0007-3452-9294], Silvia Graciela Veintimilla Enríquez²[0009-0003-3456-850X],
Verónica Alexandra Acosta Jordán²[0009-0007-9692-146X]

¹ Universidad Austral. Buenos Aires. Argentina

² Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos. Ambato. Ecuador

³ Unidad Educativa Bolívar. Ambato. Ecuador

mateolucero Molina.9810@gmail.com, marquio1278@gmail.com, marcos4308@yahoo.com.mx, silvia.veintimilla@yahoo.com,
verito_alex23@yahoo.com

CITA EN APA:

Lucero Molina, M. D., Lucero Garcés, M. F., Guzmán Villacís, M. E., Veintimilla Enríquez, S. G., & Acosta Jordán, V. A. (2023). Diseño de la planta industrial para la extracción de aceite de la higuera. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e181. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e181>

Recibido: 2023-03-06

Revisado: 2023-03-13 al 2022-04-06

Corregido: 2023-04-16

Aceptado: 2023-04-23

Publicado: 2023-04-27

TESLA

Revista Científica
ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen: El presente proyecto de investigación tiene como objetivo el diseño de una planta industrial para la extracción de aceite de la higuera ubicada en el cantón Guano provincia del Chimborazo, propuesta del Gobierno Autónomo Descentralizado de Guano "GAD Guano" con la finalidad de aprovechar los beneficios de la planta de higuera, puesto que dicha semilla es de fácil cultivo y no necesita mayor cuidado para su desarrollo. Además, que son escasas las empresas industriales que fabriquen un producto de características similares, puesto que en Ecuador solamente existe una planta industrial dedicada a la extracción de aceite de ricino entre otras oleaginosas. Se realizó un estudio de mercado dirigido a los laboratorios farmacéuticos del país, en vista de que son los principales consumidores de dicho aceite, donde se obtuvo un total de 567000 litros como demanda potencial y con ello se estableció que este diseño de planta industrial abastecerá el 5%, es decir, un total de 28350 litros. Se aplicó la metodología desarrollada por Richard Muther (Systematic Layout Planning "SLP") donde se definió nueve áreas funcionales y sus espacios aproximados para obtener la mejor distribución logrando optimizar recursos. Por último, se estimó que el valor monetario de inversión de 136099 dólares americanos para del diseño de la planta industrial, donde se incluye el terreno, la construcción, maquinaria y equipos que se requiere para el buen funcionamiento.

Palabras Clave: Higuera, Aceite de Ricino, Diseño de Plantas, Planta Industrial, Metodología Systematic Layout Planning.

Abstract: The research's aim of this project is the design of an industrial plant for the extraction of Higuera oil located in Guano City, Chimborazo province, proposed by the Gobierno Descentralizado de Guano Guano "GAD Guano", in order to take advantage of the benefits of the Higuera plant, since this seed is easy to grow and does not need too much care for its development. Furthermore, there are few industrial companies that manufacture a product with similar characteristics, since in Ecuador there is only one industrial plant dedicated to extract the castor oil among other oilseeds. A market study was carried out aimed at the pharmaceutical laboratories of the country, given that they are the main consumers of said oil, where a total of 567,000 liters was obtained as potential demand and with this it was established that this industrial plant design will supply the 5%, that is, a total of 28350 liters. The methodology developed by Richard Muther (Systematic Layout Planning "SLP") was applied, where nine functional areas and their approximate spaces were defined to obtain the best distribution, optimizing resources. Finally, it was estimated that the monetary value of investment of 136,099 US dollars for the design of the industrial plant, which includes the land, construction, machinery and equipment required for proper operation.

Keywords: Higuera plant, Castor Oil, Plant Design, Industrial Plant, Systematic Layout Planning Methodology

1. INTRODUCCIÓN

Según el Centro Comercial Internacional “ITC” (2019), en sus estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas manifiesta que el Ecuador importó 34 toneladas aceite de ricino entre los años 2017 a 2019, hecho que ratifica la necesidad del cultivo y procesamiento de esta oleaginosa, por lo tanto, el país es ineficaz a nivel de productividad porque compra productos terminados cuando existe abundante materia prima para generar dicho beneficio.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP” (2021), manifiesta que existe numerosas plantas de higuerilla en la mayoría de las provincias del país, lo que demuestra que la escasa política pública y su poco apoyo en la industrialización del país ha generado que no se optimice los recursos naturales y el refinamiento de estos, lo que imposibilita el crecimiento económico en sectores como el agrícola y el industrial, que podrían ser aprovechados de manera eficiente si estos trabajaran de forma conjunta.

En el estudio de plan de empresa por Sayegh y Cárdenas (2019), se determina que existe una tasa de incremento del 3% al 5% de demanda anual según el país, identificándose un elevado nicho de comercio de aceite de higuerilla. Adicionalmente en el mismo estudio se afirma son escasas las compañías que producen aceite de higuerilla inclusive teniendo en cuenta que la tecnología requerida para el proceso de extracción se encuentra disponible en el mercado y es poco sofisticada (p. 71).

El estudio realizado por Pacheco y Orfay (2019) que busca la industrialización de la higuerilla en la producción de aceite crudo se determina que la fabricación de este aceite es una fuente de generación de empleo por la amplitud de productos terminados a partir de dicha semilla, además, que tiene una aceptación por parte del consumidor por los diferentes usos y beneficios para las industrias de fertilizantes, cuidado personal, automotriz, farmacéutica, plásticos, pinturas, entre otros con una demanda insatisfecha de 13.326 litros descritos mediante el estudio de mercado.

En el país existe poca producción de este aceite, puesto que solamente se registra una planta industrial de extracción de higuerilla según ITC “Centro Comercial Internacional, esto debido a que la maquinaria para el proceso productivo no se fabrica dentro del país, además de que se tiene un desconocimiento sobre los usos o beneficios de esta oleaginosa, dicha empresa ofrece sus productos terminados a la importación y muy poco al mercado local pero es aceite de ricino crudo para uso industrial a causa que es una sucursal.

Por lo tanto, se diseñó una planta industrial que posibilite la extracción de aceite de la semilla de higuerilla en el cantón Guano provincia de Chimborazo, ya que este sector es por su ubicación un lugar privilegiado para la producción de esta oleaginosa; puesto que la higuerilla es una planta típica de zonas cálidas, pero tiene una adaptación de suelo efectiva por la adecuación a climas variados, puesto que se produce en zonas baldías y a la orilla de las carreteras o ríos. A su vez, es importante mencionar que la planta industrial al estar localizada en la zona centro cuenta con una logística de abastecimiento y distribución estratégica para todo el país.

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y MÉTODOS

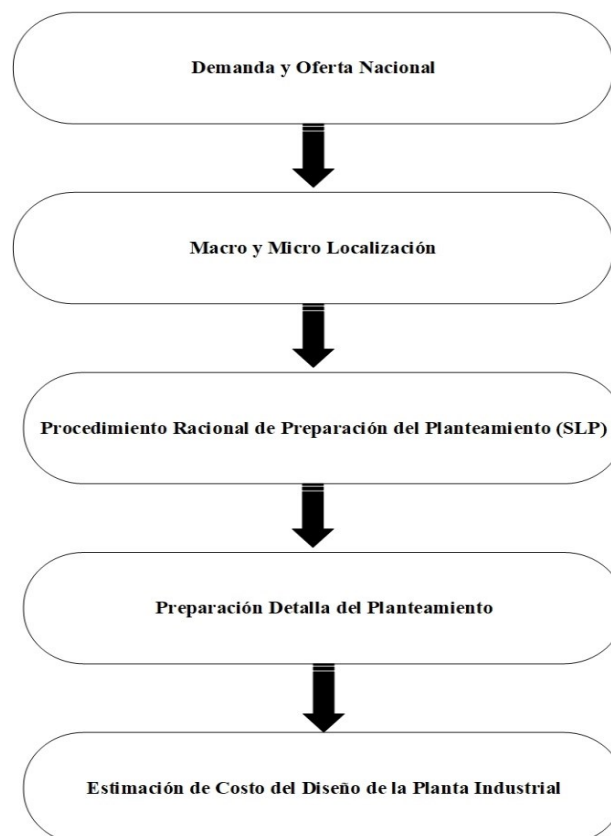
Se realizó un procedimiento secuencial (Ver figura 1) en el cual se inició con un estudio de mercado mediante encuestas dirigidas a los laboratorios farmacéuticos del país con el objetivo de determinar la demanda insatisfecha, y con dicho estudio se obtuvo el volumen de ventas que pretende cubrir esta planta industrial de aceite de ricino crudo. Posteriormente se situó la macro localización (cantón Guano) para poder realizar el cálculo de la micro localización, y así obtener la mejor alternativa (parroquias).

Posteriormente, se utilizó el Procedimiento Racional de Preparación del Planteamiento (SLP), el mismo que inicia con la información proporcionada en el estudio de mercado donde se determinó cantidad versus producto, después se investigó en datos históricos el proceso de producción para extraer aceite de ricino para demostrar el recorrido de la materia prima hasta su transformación en aceite crudo. Se especificó las diferentes áreas funcionales dentro de dicha planta industrial que mediante el análisis relacional entre actividades se obtuvo la mejor distribución entre áreas por medio del diagrama relacional de actividades.

Se estableció la maquinaria y equipos con ayuda del análisis relacional de espacios y se graficó el diagrama relacional de espacios para determinar la superficie de cada departamento funcional con sus bienes. Se identificó los factores influyentes como emplazamiento, personal necesario, controles y procesos entre otros. Con todo lo anterior ya mencionado se realizó 3 alternativas de distribución y se eligió una opción. Por último, se realizó una estimación de inversión monetaria del diseño de la planta, es decir, costo de lote, costo de construcción y costo de máquinas o equipos.

Figura 1

Procedimiento de la Metodología



Elaborado por: Los Autores

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Demanda Potencial y Oferta Nacional

Con los datos obtenidos de la segunda encuesta (Aceptación del Producto) se ha podido determinar la demanda potencial de este aceite de ricino crudo que elaborará la planta industrial, mediante la pregunta 4. ¿Le gustaría adquirir o comprar aceite de ricino crudo no refinado a nivel nacional a un costo menor y con mayor eficiencia de entrega?, donde se obtuvo un total de 23 laboratorios dispuestos a comprar dicho producto.

Para complementar el cálculo de la demanda potencial también se utilizó la pregunta 5. ¿Qué cantidad de aceite crudo de ricino no refinado en litros anualmente está dispuesto a comprar?, para lo cual se procedió a obtener la media en litros que están dispuestos a comprar anualmente, por lo tanto:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + X_n}{N}$$

$$\bar{X} = \frac{(19000 * 1) + (22000 * 3) + (23000 * 1) + (24000 * 7) + \dots + X_n}{23}$$

$$\bar{X} = 24652,17 \text{ Litros de aceite de ricino crudo}$$

Por lo tanto, la media de litros que están dispuestos a comprar estos 23 laboratorios son de 24652,17 litros de aceite crudo de ricino

La estimación de la demanda potencial anual se la realizó con el siguiente cálculo:

$$\text{Demanda Potencial} = \text{Población (Laboratorios Farmacéuticos)} * \text{Media Anual}$$

$$\text{Demanda Potencial} = 23 * 24652,17 \text{ Litros de aceite de ricino crudo}$$

$$\text{Demanda Potencial} = 567000 \text{ Litros de aceite de ricino crudo}$$

Por lo tanto, el aceite de ricino crudo tiene una aceptación de compra del 50% entre 46 de los laboratorios farmacéuticos encuestados, lo que resultó una demanda potencial anual de 567000 litros de aceite de ricino crudo.

3.1.1. Volumen de Ventas

El volumen de ventas se determinó mediante la demanda potencial obtenida de la encuesta que este caso es 567000 litros de aceite de ricino crudo, este proyecto va a cubrir el 5%, por motivos tales como el valor financiero de la inversión del proyecto son considerable, además de que no existen planes de cultivo por parte del gobierno ecuatoriano para la siembra y cosecha de la oleaginosa higuierilla, así como también para la prevención de problemas futuros hasta ingresar al mercado.

$$567000 \text{ litros de aceite de ricino crudo} \rightarrow 100\%$$

$$x \text{ litros de aceite de ricino crudo} \rightarrow 5\%$$

$$x = \frac{567000 \text{ litros de aceite de ricino crudo} * 5\%}{100\%}$$

$$x = 28350 \text{ litros de aceite de ricino crudo}$$

Es decir, esta planta industrial cubrirá anualmente un total de 28350 litros de aceite de ricino crudo.

Para el año 2022 se deberá producir 28350 litros de aceite de ricino crudo distribuidos en 2362,50 litros mensuales y 94,50 litros diarios en 25 días laborables, esto para cubrir la demanda potencial al 5%.

3.1.2. *Proyección del Volumen de Ventas*

La proyección del volumen de ventas se estableció por medio de la tasa de crecimiento del 2% de sector de laboratorios farmacéuticos según la Superintendencia de Compañías.

Tabla 1

Proyección del Volumen de Ventas

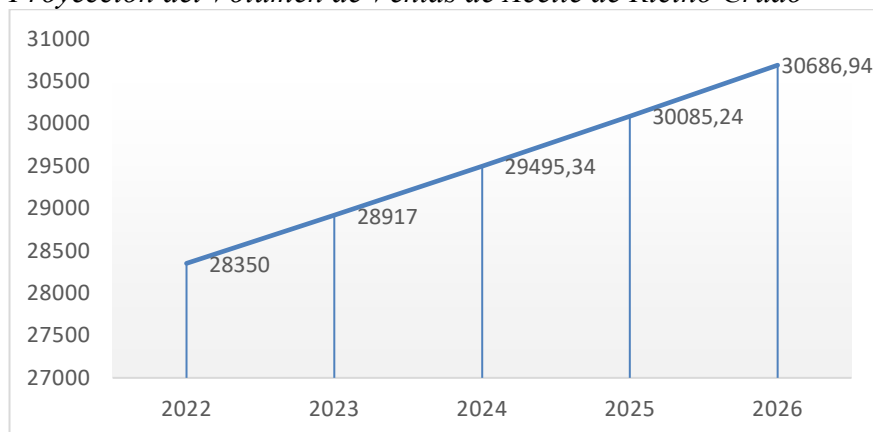
Año	Volumen de Ventas *	Tasa de Crecimiento (2%)
2022	28350	
2023	28917	567
2024	29495,34	578,34
2025	30085,24	589,90
2026	30686,94	601,70

Nota: *Litros Anuales

Elaborado por: Los Autores.

Figura 2

Proyección del Volumen de Ventas de Aceite de Ricino Crudo



Elaborado por: Los Autores

Con ayuda de la tabla 1 y la figura 2 se determinó la proyección del volumen de ventas desde el año 2022 con un total de 28350 litros anuales de aceite de ricino de crudo hasta el año 2026 con un total de 30686,94 por lo que se denota claramente un crecimiento lineal durante 5 años.

3.1.3. *Hectáreas para Abastecer la Demanda*

Para los autores Pacheco & Orfay (2019) manifiestan que “en 1 hectarea sembrada de higuierilla se puede recolectar 2000 a 3000 kg de semilla y se da dos veces al año (p. 37)”, por lo tanto, se determina la media de cosecha de 5000 kg.

Los mismos autores también determinan que “para la producción total de 13351litros de aceite se necesitarán 306 quintales” (p. 76), y “que cada quintal es igual a 45,45kg de semilla de higuierilla” (p. 77), por lo consiguiente se estableció que:

En la tabla 2 se pudo determinar la cantidad de hectáreas requeridas para abastecer los diferentes porcentajes de demanda. Según GADPCH (2020) en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de

la Provincia de Chimborazo proyectado desde año 2019 hasta el 2023, el cantón Guano tiene un porcentaje del 58,16% de suelos francos-arenosos, lo que significa un total de 27058,06 hectáreas.

Tabla 2

Hectáreas para Abastecer la Demanda

	Litros	Quintales	Kilogramos	Hectáreas
Demanda al 100%	567000	12995	590642,34	118,12
Demanda al 75%	425250	9746,57	442981,75	88,59
Demanda al 50%	283500	6497,71	295321,17	59,06
Demanda al 25%	141750	3248,85	147660,58	29,53
Demanda al 20%	113400	2599,10	118128,46	23,62
Demanda al 10%	56700	1299,54	59064,23	11,81
Demanda al 5%	28350	649,77	29532,11	5,90

Elaborado por: Los Autores

3.2. Localización de la Planta Industrial

3.2.1. Macro Localización y Micro Localización

La macro localización de la planta industrial por petición del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Guano, se ubica en la República del Ecuador, Provincia de Chimborazo exactamente en el cantón Guano, mismo que cuenta con una superficie terrestre de 473 km²; mientras que la micro localización se encuentra en la parroquia de San Andrés puesto que tiene la mayor cantidad de suelos franco arenosos, territorio adecuado para la siembra de las semillas de higuierilla.

3.3. Procedimiento Racional de Preparación del Planteamiento (SLP)

3.3.1. Análisis Productos – Cantidades.

Mediante la demanda potencial que se observa en la tabla 1 se determina la cantidad de 28350 litros anuales de aceite de ricino crudo para el año 2022, dicha demanda que esta planta industrial pretende cubrir. Los autores Pacheco & Orfay, (2019) manifiestan que “para la producción total de 13351 litros de aceite se necesitarán 306 quintales” (p. 76), por lo tanto se calculó la cantidad de quintales necesarios:

$$\begin{aligned}
 &13351 \text{ litros de aceite de ricino crudo} \rightarrow 306 \text{ quintales de semilla} \\
 &28350 \text{ litros de aceite de ricino crudo} \rightarrow x \text{ quintales de semilla} \\
 x = &\frac{28350 \text{ litros de aceite de ricino crudo} * 306 \text{ quintales de semilla}}{13351 \text{ litros de aceite de ricino crudo}} \\
 &x = 649,77 \text{ quintales de semilla}
 \end{aligned}$$

Se necesita un total de 650 quintales de semilla de higuierilla para abastecer la demanda proyectada del año 2022; los investigadores Pacheco & Orfay, (2019) manifiestan que “cada quintal de semilla de higuierilla equivale a 45,45 kg” (p. 77), de modo que se calculó la cantidad de kilogramos necesarios:

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ quintal de semilla} \rightarrow 45,45 \text{ kg de semilla} \\
 &650 \text{ quintales de semilla} \rightarrow x \text{ kg de semilla} \\
 x = &\frac{650 \text{ quintales de semilla} * 45,45 \text{ kg de semilla}}{1 \text{ quintal de semilla}} \\
 &x = 29542,50 \text{ kg de semilla}
 \end{aligned}$$

Es así como, se obtiene un total de 29542,5 kg de semilla de higuierilla para abastecer la demanda proyectada para el año 2022. Se determina una cantidad mensual de 29542,50 kg de semillas de higuierilla, es decir, un total de 54 quintales mensuales distribuidos a 2 quintales por día que se deberá cumplir por medio de la materia prima.

3.3.2. *Recorrido de los Productos (Proceso Productivo)*

Recepción de Materia Prima: para conservar en buenas condiciones las semillas de higuierilla se requiere una ventilación o aireación adecuada puesto que la semilla necesita mantenerse en niveles bajos de humedad evitando el desarrollo microbiano, esto debido a que, la mayoría de semillas oleaginosas son secadas al sol lo que reduce su humedad a un 10%.

Descascarado (Limpieza): una vez que se obtiene la semilla se procede a la operación de descascarillado puesto que se encuentra cubierta de púas, este proceso sirve para la separación de las partes con poco o ningún valor nutritivo. Se puede realizar mediante una máquina descascarilladora o con una peladora mecánica para luego separar las cáscaras mediante una zaranda.

Calentamiento: para obtener un aceite de primera calidad se requiere calentar a la semilla a una temperatura máxima de 50°C, lo que genera un mayor rendimiento en el primer prensado. Es importante que la semilla no alcance una temperatura mayor a 50°C puesto que llega a quemarse y esto producirá una alteración en la calidad y densidad del aceite.

Prensado: el prensado es el proceso más común y remoto para la extracción de aceites vegetales, una vez que las semillas se encuentran en estado caliente se las introduce en una prensa hidráulica o de tornillo y son sometidas a presión donde se separan las gotas de aceite y los granos de grasa, es decir, se obtiene aceite y el residuo llamado torta de presando o torta de higuierilla. El aceite de higuierilla tiene una alta viscosidad por su lenta velocidad de escurrimiento, dicho aceite pasa por un proceso de filtración y la torta de presando puede pasar a un segundo prensado o por una etapa de lixiviación mediante un solvente “hexano”.

Filtrado: el aceite obtenido de la etapa de prensado sale con una alta cantidad de impurezas por lo tanto se realiza una filtración.

Extracción por Solvente: la torta de presando contiene un 8% hasta 10% de aceite, lo cual se puede extraer mediante un segundo prensado, pero resulta difícil, es recomendable extraerlo mediante el uso de un solvente adecuado para aumentar el rendimiento en aceite y rebajar el contenido de éste en las tortas.

Almacenamiento: Se recomienda que el aceite sea almacenado en lugares con baja humedad, aire fresco y piezas oscuras dentro de estanques de fibra de vidrio, en tambores metálicos o en bidones de color opaco salvaguardando las propiedades organolépticas.

3.3.3. *Áreas o Departamentos Funcionales de la Planta Industrial para la Extracción de Aceite de Ricino*

Área de Contabilidad y Administración: se encargará de la gestión y administración de los recursos financieros y materiales de la planta industrial, para lo cual se requiere ejecutar de manera continua los procesos administrativos que permitan sostener la operatividad y el funcionamiento óptimo.

Área de Recepción de Materia Prima: se encargará del almacenaje de todos los insumos necesarios para la elaboración del aceite de ricino, es fundamental observar ciertas características como el buen estado de los costales de semilla de higuierilla.

Área de Producción: se encargará de transformar la materia prima (semillas de higuierilla) en producto terminado (aceite de ricino).

Área de Almacenamiento: lugar que será destinado para guardar los recipientes que contiene el aceite de ricino para resguardar sus propiedades organolépticas.

Área de Mantenimiento y Seguridad Industrial: se encargará de la prevención de accidentes o lesiones del trabajador puesto que tendrá que mantener en óptimas condiciones la maquinaria, así como, de otorgar los implementos necesarios EPP (equipos de protección personal) para cada trabajador que lo requiera.

Área de Control de Calidad: dicha área es responsable de asegurarse que la materia prima se encuentre en buen estado como el producto “aceite de ricino” cumplan con los estándares adecuados mínimos de calidad mediante mecanismos, acciones y herramientas.

Área de Ventas y Marketing: se encargará de la distribución del producto terminado mediante una logística adecuada, así como, el posicionamiento para la planta industrial en el mercado y de esta forma incrementar las ventas y los ingresos.

Área de Servicios Higiénicos y Vestidores: lugares destinados para que los trabajadores de la planta industrial puedan realizar sus necesidades fisiológicas, así como, para guardar sus pertenencias personales, cambiarse de ropa entre otras actividades.

Área de Vehículos: lugar de estacionamiento de vehículos de empleadores de la planta industrial (automóviles, motocicletas, bicicletas, etc.) así como, para montacargas o camiones con el fin de distribuir el producto terminado.

3.3.4. *Análisis Relacional entre las Actividades*

Tabla 3

Importancia de la Proximidad Necesaria.

Valor	Proximidad
A	Absolutamente Necesaria
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Normal u Ordinaria
U	Sin Importancia
X	No Recomendable
XX*	Altamente Indeseable

Nota. Adaptado de *Planificación y Proyección de la Empresa Industrial*, (p. 71), Richard Muther, 1968.

Tabla 4

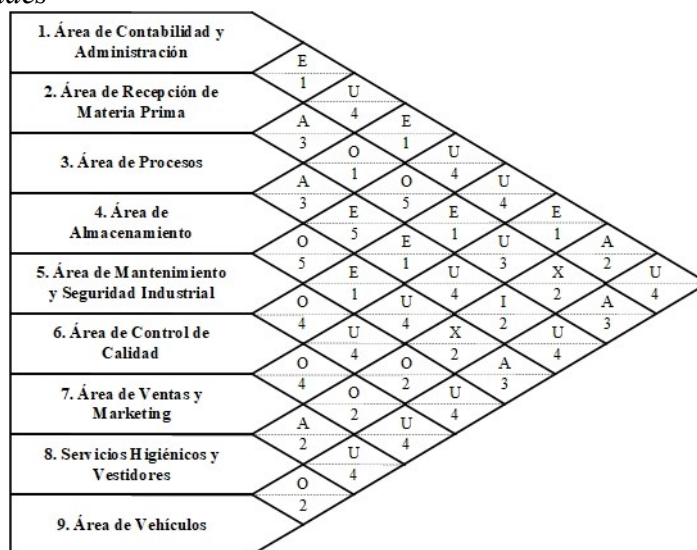
Motivar el Valor de la Proximidad.

Valor	Proximidad
1	Por Control
2	Por Higiene
3	Por Proceso
4	Por Conveniencia
5	Por Seguridad

Nota. Adaptado de *Planificación y Proyección de la Empresa Industrial*, (p. 71), Richard Muther, 1968.

En la Figura 3 se muestra las relaciones que existen entre las áreas que se encontraron dentro de la planta industrial para la extracción de aceite de la semilla de higuera, dicho diagrama se lo realiza bajo los parámetros de la tabla 3 y 4.

Figura 3
Relacional entre Actividades



Elaborado por: Los Autores

3.3.5. Diagrama Relacional de Recorridos y/o Actividades (Diagrama de Hilos)

Figura 3
Diagrama de Relacional de Actividades

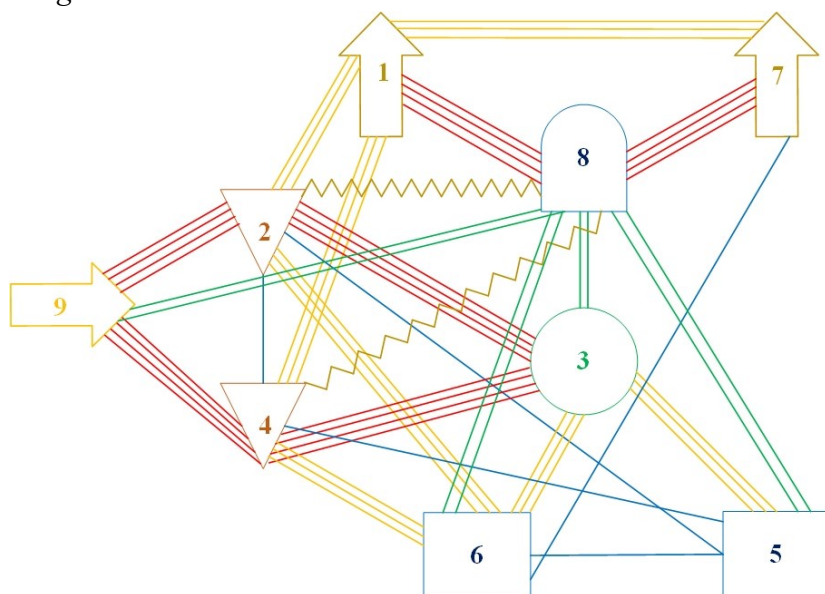


Tabla 5
Normas para el Trazado del Diagrama Relacional de Actividades (Número de Líneas)

Valor	Proximidad	Color	Número de Líneas
A	Absolutamente Necesaria	Rojo	4 rectas
E	Especialmente Importante	Amarillo - Anaranjado	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u Ordinaria	Azul	1 recta
U	Sin Importancia	-	0
X	No Recomendable	Café	1 zigzag
XX*	Altamente Indeseable	Negro	2 zigzag

Nota. Adaptado de *Planificación y Proyección de la Empresa Industrial*, (p. 90), Richard Muther, 1968.
Elaborado por: Los Autores

Existe un total de 9 áreas, en el Diagrama se puede observar que existen 6 Relaciones Absolutamente Necesarias (1-8,2-3,2-9, 4-3, 4-9, 7- 8) las cuales están unidas con 4 líneas de color rojo, también se observa que existen 7 Relaciones Especialmente Importantes (1-2, 1-4, 1-7, 2-6, 3-5, 3-6, 4-6) y se las une con 3 líneas de color naranja, además existen 4 Relaciones Importantes (3-8, 5-8, 6-8, 8-9) las cuales están conectadas con 2 líneas de color verde, así también, se puede observar que existen 5 Relaciones Normales (2-4, 2-5, 4-5, 5-6, 6-7) y se las une con 1 línea de color azul, por último existen 2 Relaciones No Recomendables (2-8, 4-8) y se las une con una línea en zigzag.

3.3.6. Análisis Relacional de Espacios

Tabla 6

Análisis de relación de espacios

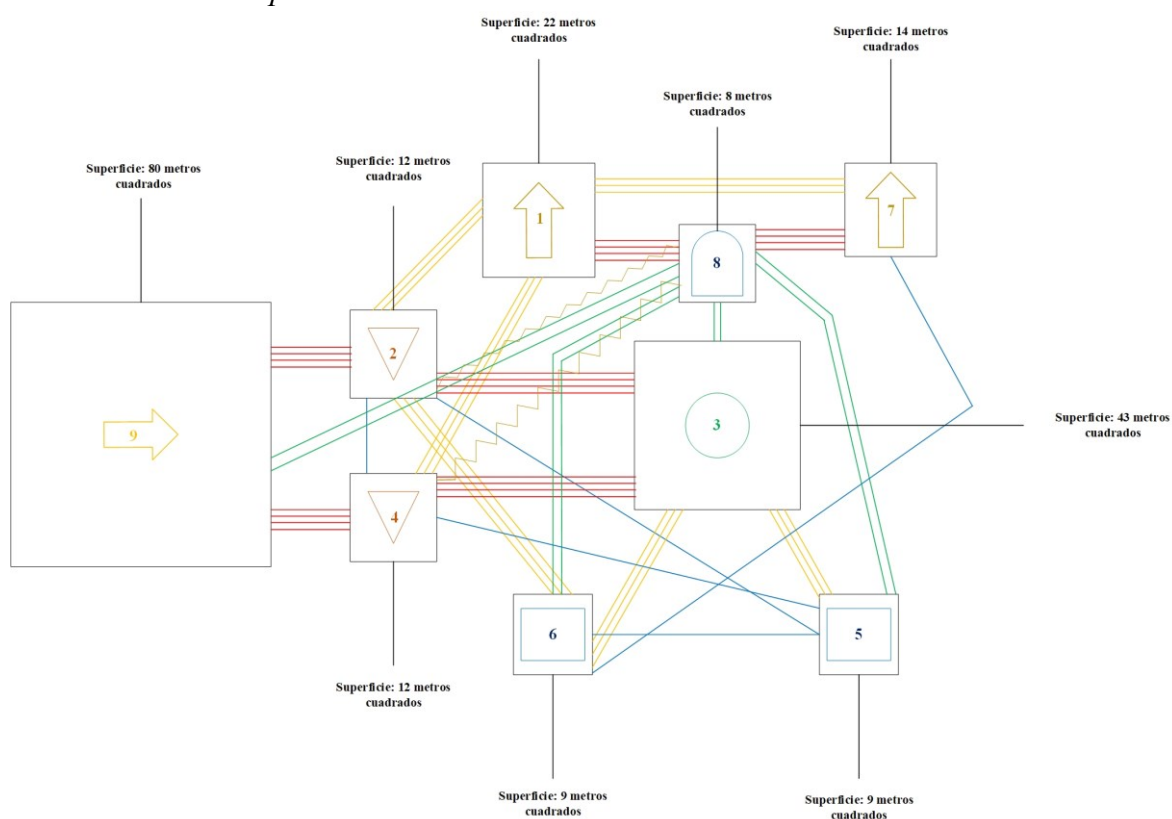
Departamento	Tamaño (m ²)
Área de Contabilidad y Administración	21,54
Área de Ventas y Marketing	14,36
Área de Recepción de Materia Prima	11,82
Área de Procesos	42,52
Área de Almacenamiento	11,82
Área de Mantenimiento y Seguridad Industrial	8,60
Área de Control de Calidad	8,60
Área de Servicios Higiénicos	8,48
Área de Vehículos	80
Total	207,74

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo en el Capítulo II, Art. 22

Elaborado por: Los Autores

Figura 4

Diagrama Relacional de Espacios



Elaborado por: Los Autores

El diagrama relacional de espacios tiene la misma similitud del diagrama relacional de actividades, pero incluye las superficies aproximadas de cada área, es decir, indica el tamaño del área para los departamentos que conforman parte de la planta industrial para la extracción.

a) Propuesta 1

La propuesta 1 tiene una distribución en “L” y se basó en el diagrama relacional de actividades, pero se cambió las superficies en algunas áreas funcionales para una mayor adecuación y comodidad de cada uno de los departamentos, el Área de Procesos se incrementó de superficie pensando en la correcta distribución de la maquinaria y sobre todo en el movimiento de los obreros, por ende, se obtuvo una nueva superficie de $44,52m^2$, posteriormente los departamentos de Mantenimiento - Seguridad Industrial y de Control de Calidad se colocaron junto al Área de Procesos para obtener una verificación óptima del proceso producción por lo que se elevó el tamaño de superficie a $11,13m^2$.

Por último, se realizó un incremento de $89,04m^2$ para el área de vehículos para lograr un confort y bienestar de los proveedores de la semilla de higuera, de los camiones repartidores del producto terminado, clientes y empleados de la planta industrial, por lo tanto, la superficie total requerida para esta propuesta 1 es de $227,20m^2$. (Ver anexo 1)

b) Propuesta 2

La propuesta 2 tiene una distribución de las áreas una detrás de la otra, en forma recta, este diseño de planta se basó en el diagrama relacional de actividades, sin embargo, sufrió alteraciones en las superficies para una mayor movilidad entre departamentos funcionales, es así que, el Área de Procesos incrementó a $45,12m^2$ para el buen funcionamiento del proceso productivo y para obtener una ventilación adecuada entre operaciones unitarias. También se aumentó el tamaño de las Área Mantenimiento - Seguridad Industrial y Área de Control de Calidad a para una mayor disposición con el departamento de producción, $11,13m^2$.

Posteriormente, el Área de Contabilidad y Administración se ubicó con mayor proximidad con el Área de Ventas y Marketing, puesto que estos departamentos funcionales llevan la parte administrativa. Igualmente se agrandó a $11,28m^2$ el Área de Servicios Higiénicos y Vestidores para obtener mayor privacidad y comodidad.

Y por último se incrementó el área destinada a $135,36m^2$ la zona de estacionamiento para obtener mayor movilidad entre las Área de Recepción de Materia Prima – Procesos y Almacenamiento, puesto que esto ayudara al manejo correcto del producto terminado, por lo tanto, la superficie final de dicha propuesta es de $270,72m^2$ (Ver anexo 1).

c) Propuesta 3

La propuesta 3 presenta una distribución separada, es decir, en la parte superior se encuentran todas las áreas que forman parte del proceso productivo y en la parte inferior derecha se encuentran las áreas

dedicadas a la administración de la planta industrial. Se basó en el diagrama relacional de actividades, pero se cambió las superficies en algunos departamentos funcionales para obtener una mejor organización.

El Área de Procesos se encuentra en medio de las Área Mantenimiento - Seguridad Industrial, Área de Control de Calidad, Área de Recepción de Materia Prima y Área de Almacenamiento, por ende, su superficie aumento a $43,40m^2$. Lo llamativo de la propuesta 3 es la disposición del Área de Vehículos puesto que aumento a $96,60m^2$, pero lo negativo de este diseño es que el Área de Servicios Higiénicos y Vestidores se encuentra distanciado de todos los operarios de la parte productiva, lo que puede generar inconvenientes. La superficie total es de $232,06m^2$ (Ver anexo 1).

3.3.7. Elección de Planteamiento

3.4. Estimación de Costos

Se optó por calcular el precio estimado que puede llegar a costar la instalación de esta planta industrial para la extracción de aceite de ricino.

Primero se calculó el costo de lote m^2 , puesto que la parroquia San Andrés es donde se ubicará esta planta industrial, por lo tanto: Total, del Área m^2 270,72, Costo del Lote m^2 \$30, costo total \$8121,60

Posteriormente, se calculó el precio del costo de construcción del m^2 , por lo tanto: Total, del Área m^2 270,72, Costo del Lote m^2 \$350, Costo total \$94752

Por último, se determinó el precio total de todas las maquinarias y equipos cotizados mediante las proformas obtenidas, por lo tanto:

Tabla 7.

Costos de Maquinaria y Equipos

Maquinaria y Equipos

Descripción	Precio	Cantidad	Total
Escritorio	90	7	630
Silla	45	5	225
Archivador	100	5	500
Estantes	170	2	340
Pallet Truck	500	2	1000
Pallets Plásticos	25	6	150
Balanza Plataforma	150	2	300
Descascaradora Eléctrica	7000	1	8000
Tostadora de Grano LIBX MSX-20	6000	1	7000
Prensa Expeller ZYX130-9	4500	1	4500
Filtro Prensa	2000	1	2000
Embotelladora por Gravedad	7000	1	7000
Lámparas de Perfil de Halogenuros Metálicos	70	14	980
Extractor de Aire Helicoidal con Persianas	200	3	600
Total			33225

Elaborado por: Los Autores

$$\text{Costo Total} = \text{Costo del Terreno} + \text{Costo de Construcción} + \text{Costo de Maquinaria y Equipos}$$

$$\text{Costo Total} = \$8121,60 + \$94752 + \$33225$$

$$\text{Costo Total} = \$136099$$

DISCUSIÓN

Por lo tanto se puede comparar que de acuerdo con el Centro Comercial “ITC” (2019), entre los años 2017 al 2019 en el Ecuador se importaron un aproximado de 34 toneladas de aceite de ricino, mientras que como se manifestó anteriormente en el 2021 según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias “INIAP” en su estudio sobre la existencia de plantas de higuerilla manifiesta que en el país se encuentra en la mayoría de sus provincias existiendo así un desinterés estatal por aprovechar las bondades de esta oleaginosa que incluso crece de manera silvestre en nuestro territorio, este estudio demuestra que es posible la producción y aprovechamiento de esta planta en la extracción industrializada de su aceite.

La propuesta de este trabajo investigativo es rentable en el tiempo pues como se demuestra la demanda potencial anual es de 567000 litros de aceite de ricino crudo, tomando en cuenta el estudio realizado por Sayegh y Cárdenas (2019) en el que se determina un incremento de la demanda de este producto por año de entre el 3% al 5%, la implementación de la planta industrial para la extracción del aceite de higuerilla logrará cubrir la demanda nacional siendo así una fuente de ingreso económico para la reinversión y tecnificación de la misma y su ampliación acrecentándola a nivel nacional y que a su vez se logre minimizar la importación de este producto.

La industrialización de la extracción del aceite crudo de higuerilla como lo demuestran Pacheco y Orfay (2019) en su estudio genera fuentes de empleo debido a la amplitud de usos que este ofrece en el mercado y a la vez estas fuentes de empleo no son solo para quienes trabajen en la planta industrial también lo ara para las personas que cultiven las plantas ya que para los mismos autores Pacheco & Orfay en una sola hectraria sembrada se recolecta entre 2000 a 3000 kg por semestres, es decir que los cultivadores de esta planta la cosechan dos veces al año siendo rentable para ellos tambien la producción de esta materia prima.

En el estudio planteado por Vallejos, (2019) en el que se realiza la evaluación y comercialización del aceite de higuerilla (*Ricinus communis* L.) en el cantón Urucuquí determina que. La producción de grano de higuerilla y la extracción de aceite, pueden generar ingresos importantes para los agricultores de zonas rurales, e incluso en tierras que no tienen uso agrícola, ya que el cultivo de higuerilla mejora las condiciones del suelo, volviéndolo apto para otros cultivos. Además, la higuerilla puede asociarse con otros cultivos y generar una fuente adicional de ingresos a los mismos (p. 82).

El cantón Guano perteneciente a la provincia de Chimborazo se presenta como un sector apropiado para la producción de esta oleaginosa dado el tipo de clima y a la ubicación en la que se encuentra genera un alto crecimiento y desarrollo de la misma. Además, que al estar ubicado en una zona central del país también facilita el procesamiento del producto en una planta industrial, de la cual, estratégicamente es posible comercializarlo en las demás zonas del país, puesto que los principales consumidores de dicho producto son las provincias de Quito y Guayaquil y de igual forma llegar al mercado internacional.

Queda demostrada así la importancia de este estudio pues se demuestra la rentabilidad y el crecimiento de la propuesta de la planta industrial y que en el ámbito social por la ubicación de la misma es una propuesta rentable para la comunidad pues como lo determina GADPCH (2020) en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo proyectado desde año 2019 hasta el 2023, en el cantón Guano existe un porcentaje del 58,16% de suelos francos-arenosos, lo que significa un total de 27058,06 hectáreas para ser cultivadas para beneficio de los lugareños.

4. CONCLUSIONES

Se reconoce la demanda potencial del aceite de ricino crudo, evidenciando el interés anual por comprar un total de 567000 litros de este producto, lo que demuestra el requerimiento de dicho producto, lastimosamente por falta de capital y sobre todo por la inexistencia de planes de cosecha y cultivo de la materia prima, puesto que se tiene un desconocimiento de los usos y beneficios de las semillas de higuerilla solo se podrá abastecer el 5% de la demanda potencial, es decir, se estimó la demanda del año 2022 con un total de 28350 litros, para posteriormente realizar la proyección de cinco años de la cantidad de aceite crudo que esta planta industrial pretende cubrir.

Se determinó nueve departamentos funcionales los cuales se componen por áreas administrativas de: contabilidad y administración, ventas y marketing, así como también, por áreas productivas: recepción de materia prima, producción o procesos, mantenimiento - seguridad industrial, control de calidad y almacenamiento, cumpliendo así con el cumplimiento los objetivos propuestos por la planta industrial, además de un área de servicios higiénicos para las necesidades biológicas de los operarios y administrativos. Además para optimizar cada departamento se ejecutó el análisis relacional de las actividades por medio de su diagrama relacional de espacios para cada área laboral.

Mediante la descripción del proceso de producción para obtener aceite de higuerilla se logró especificar la maquinaria y activos fijos requeridos para llevar a cabo la planta industrial, por lo que se requiere equipos como Pallet Truck, Pallets Plásticos, Balanza Plataforma, Descascaradora Eléctrica, Tostadora de Grano LIBX MSX-20, Prensa Expeller ZZYX130-9, Filtro Prensa, Embotelladora por Gravedad para las áreas funcionales encargadas del proceso productivo; la capacidad que se ocupa de la maquinaria es del 16% hasta el 32%, puesto que es lo que se necesita la demanda.

Además, que se realizó una estimación de la inversión monetaria mismo que fue de \$136.099 por el diseño de la planta, que incluye el costo de lote, de construcción y el gasto de adquisición de las maquinarias o activos fijos demostrando así la viabilidad de la propuesta de la planta industrial.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación, puesto que fue autogestión al ser una propuesta de diseño de planta industrial.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Lucero M	Lucero M	Guamán M	Ventimilla S	Acosta V
Participar activamente en:					
Conceptualización	X				
Análisis formal	X	X			
Adquisición de fondos	X	X	X	X	X
Investigación	X	X			
Metodología	X	X	X	X	X
Administración del proyecto	X				
Recursos	X	X	X	X	X
Redacción –borrador original	X	X	X	X	X
Redacción –revisión y edición	X	X	X	X	X
La discusión de los resultados	X	X	X	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X			

RECONOCIMIENTO A REVISORES:

La revista reconoce el tiempo y esfuerzo del editor de sección Cristian Rocha Jácome, y de revisores anónimos que dedicaron su tiempo y esfuerzo en la evaluación y mejoramiento del presente artículo.

REFERENCIAS

- Abarca, S. (2019). “Diseño de una planta industrial para la clasificación y procesamiento de desechos sólidos en el cantón guano.”
- Arias, A. (2022). Estudio de factibilidad para la implementación de una planta de extracción de aceite de ricino (*ricinus communis*) en el cantón guano para uso cosmético.
- Akbar, S. (2020). *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae). *Handbook of 200 Medicinal Plants*, 1539–1550. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16807-0_159
- Benavides Callejas, B. R., & Quiroga Ariza, J. A. (2013). *Implementación de la distribución de planta en la manufacturera de artículos de seguridad Kadis EU*.
- Briceño, R., & Macas, A. (2014). *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de aceite de higuera (ricinus communis) con fines medicinales para la ciudad de Loja*.
- Cabrales, R., Marrugon, J., & Abril, J. (2014). Rendimiento en semillas y calidad de los aceites del cultivo de Higuera (*Ricinus communis* L.) en el valle del Sinú, departamento de Córdoba. *Cordoba, Colombia: Fondo Editorial Universidad de Cordova*.
- Cardona, N. (2016). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de bolsos y accesorios para mujer en la ciudad de Pereira*. 05(02), 170–188.
- Carro, R., & González, D. (2004). *Administración de las Operaciones*. 1–29.
- Comesaña Costas, P. (2020). El Diagrama de Proceso. *Montaje e Instalación En Planta de Máquinas Industriales: Procesos, Instrumentos y Técnicas Básicas de Construcción y Organización Del Trabajo*, 7.
- Cornejo, M. F., & Estrada, O. (2012). *Caracterización de aceite de higuera (Ricinus communis) de dos variedades silvestres para la producción de biodiesel en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo*. 70. [https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/795/1/María Félix Cornejo Martínez%2C Obdulia Estrada Urbano Maestría en Energías Renovables.pdf](https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/795/1/María_Félix_Cornejo_Martínez%2C_Obdulia_Estrada_Urbano_Maestría_en_Energías_Renovables.pdf)
- Correa Salgado, M. de L. (2014). *Análisis comparativo de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (Ricinus communis), en Tungurahua y Manabí*. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e181>

- Corrillo, F., & Gutiérrez, M. (2016). Estudio De Localizacion De Un Proyecto. *Ventana Científica*, 7(11), 29–33.
http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvc/v7n11/v7n11_a05.pdf
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2305-60102016000100005&script=sci_arttext
- Decreto Ejecutivo 2393. (n.d.). *Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*.
- Emilia, M., & Accame, C. (2015). *Aceites vegetales con actividad terapéutica (IV)*.
<https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/2008/6/13/34923.pdf>
- Eneque, J. (2019). Rediseño de una planta industrial para cubrir la demanda de contenedores flexibles.
- Franco, G. (2015). Estado del arte sobre métodos y técnicas de localización y distribución aplicadas en instalaciones de manufactura y servicios. *universidad autonoma de occidente*, 151, 10–17.
- GADPCH. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo 2019-2023. *Prefectura de Chimborazo*, 390–391. <https://chimborazo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/1.-PDOT-Provincial.pdf>
- Ganduglia, F., León, J., Gasparini, R., Rodriguez, M., Huarte, G., & Estratada, J. (2009). Manual de biocombustible. *Lima, Peru: IICA, ARPEL.*, 179.
- Gonzales, F. (2019). *Análisis del Planteamiento Sistemático de la Distribución en Planta (S.L.P.)*. 100.
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20078/fichero/Volumen+I%252FCapítulo+3.+Análisis+del+Planteamiento.pdf>
- Government of Gujarat. (2017). *Agro and Food Processing*.
- Gracia Ramos, M. C., & Gil Lafuente, A. M. (2015). *Decisiones de localización con tratamiento multivariable*. 1–15.
- Guannilo Iñigo Anggie Paola, S. C. L. M. (2014). Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. *Ucv*, 0–116.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. *Mac Graw Hill, México.*, 634.
- Hincapié, G., Moreno, A., & Lopez, D. (2011). Transesterificación de aceite de higuerrilla crudo utilizado catalizadores heterogeneos. *Estudio Preliminar . Dyna*, 176-181.
- Jesús, J. D. F. S. y D., & Zamorano. (2008). *Disponible en:*
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46140215>. 299.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46140215>
- Jiménez, F., & Antonio, P. (2010). La Orientación Al Mercado: Evolución Y Medición De Un Enfoque De Gestión Que Trasciende Al Marketing. *Perspectivas*, 25, 25–83.
- Linzán, L., & Mendoza, H. (2012). INIAP Estación Experimental Portoviejo. *Caupi-Maíz Un Sistema de Cultivo Intercalado Para La Provincia de Manabí*, 1–2.
https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1199/1/INIAP_PORTOVIEJO-650.pdf
- Manzano, E. (2020). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa industrial productora de licor de frutilla en la ciudad de riobamba. 1–205.
- Martinez, P. (2000). Factibilidad tecnica y economica para la implementacion de una planta procesadora de aceite de ricino en la zona norte del departamento de la libertad. *Universidad Don Bosco* ©
- Medina, J. R., Romero, R. L., & Pérez, G. A. (2009). Plant site selection: Critical review and adequation
<https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e181>

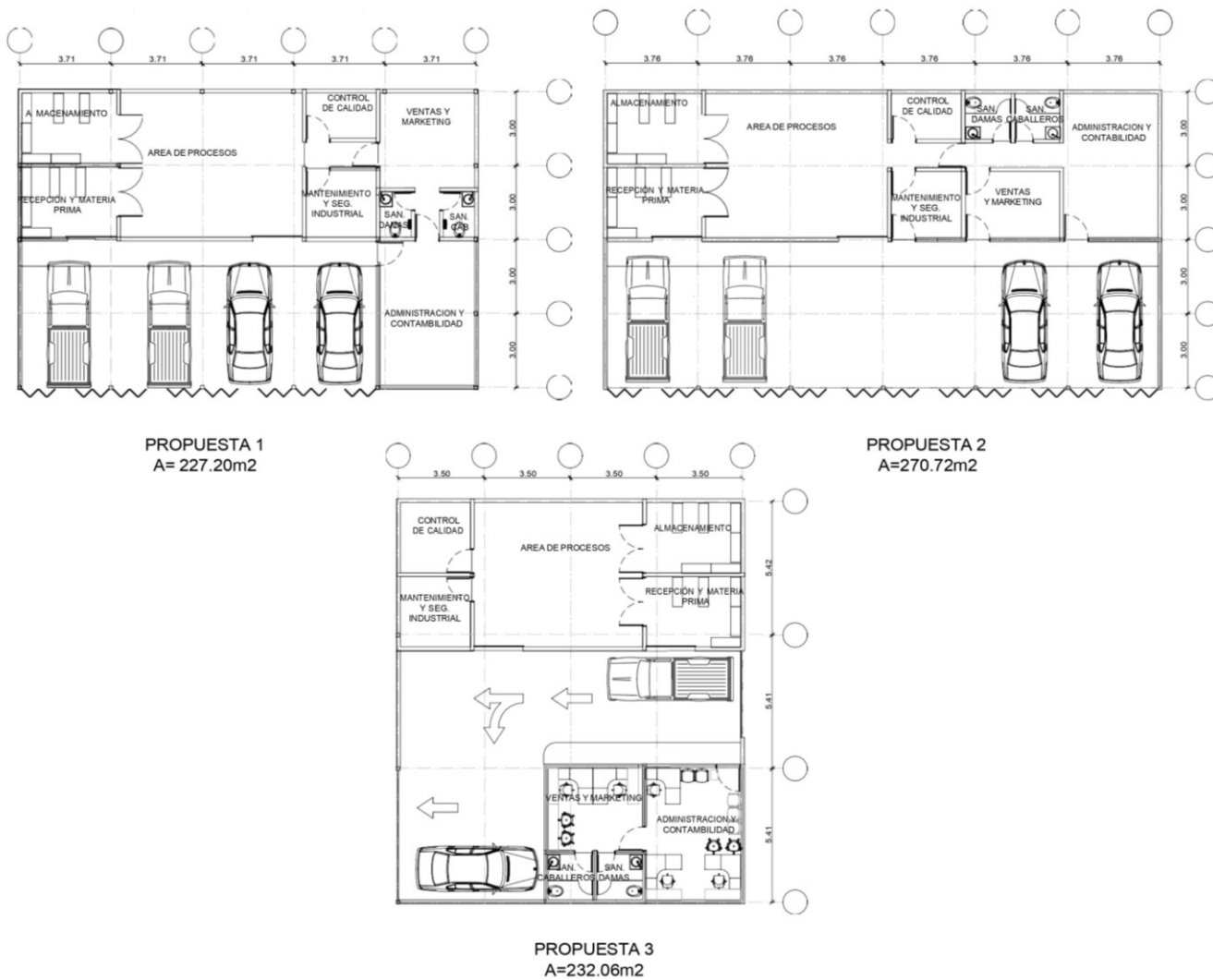
- criteria used in this decision. *Revista Mexicana de Ingeniera Quimica*, 8(3), 271–274.
- Méndez, D., & Arias, E. (2021). "Proyecto para la creación de una empresa dedicada a confeccionar prendas de dama para comercializar en la ciudad.
- Mendoza, J. (2010). *Economía Aplicada*.
https://economia.unmsm.edu.pe/org/arch_doc/JLeonM/publ/Interiores_Economia_Aplicada.pdf
- Montalvo, O. (2019). Diseño de la distribución en planta para la línea de producción en la empresa editores MMA Asociados CIA. LTDA.
- Morales Palomino, S. C. (2013). Diseño de plantas industriales. *UNED*, 53(9), 0–299.
- Muther, R. (1968). *Distribución en planta. Tratado sobre la ordenación de los elementos de producción industrial*. 2, 482. <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
- Muther, R. (1968). Planificación y Proyección de la Empresa Industrial. *Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados.*, 266.
- Muñoz, D., & Villamil, S. (2020). Propuesta de implementación de una distribución en planta en la empresa estefan & CIA LTDA.
- Pacheco, P., & Orfay, H. (2019). "Industrialización de la higuera en la producción de aceite crudo."
- Pérez, D., & Pérez, I. (2006). Marketing. El Producto. Concepto y Desarrollo. *EOI Escuela de Negocios*,
- Portillo, L., Rodríguez, N., Rodríguez, A., Gómez, R., & Pérez, A. (2017). *Manejo de higuera (Ricinus communis L .) para el vale del Mezquital ,.*
- Quinatana, A. (2020). Análisis del mercado laboral Análisis del mercado laboral. *Accioneduca*.
- Ramírez, A. (2013). *Cuadernillo de ejercicios de diagrama de recorrido y bloques ingeniería industrial*. 1–47.
- Ramírez, I. C. (2017). *Potencial de uso de la torta de higuera (Ricinus communis) como suplemento alimenticio para la producción bovina*. 263. <http://www.bdigital.unal.edu.co/59383/>
- Robles Garrote, P., & Rojas, M. del C. (2015). *La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada Validation by expert judgements: two cases of qualitative research in Applied Linguistics*.
- Sánchez, L., & Corona, M. (2019). "Extracción y purificación de aceite de higuera y jatropa para la producción de biodiesel por método alcalino."
- Sánchez, M., Castañeda, R., & Castañeda, M. (2016). Usos y potencialidad de la Higuera (Ricinus communis) en sistemas agroforestales en Colombia. *Publicações Em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 507-512.
- Sayegh, Andrawes. Cárdenas, L. (2019). *Plan de empresa basado en el uso de aceite de higuera para la industria cosmética*. 74.
- Supercias. (2020). *Superintendencia de compañías, valores y seguros*.
[Ohttps://www.supercias.gob.ec/portalinformacion/index.php](https://www.supercias.gob.ec/portalinformacion/index.php).
- Tierra, B., Guamán, D., Rodríguez, A., & Flores, A. (2022). Ciencias de la vida Artículo de investigación Variables óptimas para la extracción de Aceite de Higuera (Ricinus Communis L.). 8(3), 291–304. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i4>
- Vallejos Ortiz, J. L. (2019). "Evaluación de la producción y comercialización potencial del aceite de <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e181>

higuerilla (*Ricinus communis* L.) en el cantón urcuquí”. *Universidad Técnica del Norte*, 0, 0–136.

Zavala, F. (2021). “Diseño de planta y proceso de producción de tejas de hormigón coloreadas en la parroquia de san luis, ciudad de riobamba.”

ANEXO 1

Propuestas del Diseño de la Planta Industrial



Elaborado por: Los Autores