



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOCOLO DE ORDENAMIENTO EN LA
DISTRIBUCIÓN EN PISO DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y REFINERÍA DE PETRÓLEO
UBICADA EN COSTA RICA, MAXIMIZANDO EL APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO**

Jenifer Mariela Guevara Amézquita

Asesorado por la Msc. Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista

Guatemala, junio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOCOLO DE ORDENAMIENTO EN LA
DISTRIBUCIÓN EN PISO DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y REFINERÍA DE PETRÓLEO
UBICADA EN COSTA RICA, MAXIMIZANDO EL APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JENIFER MARIELA GUEVARA AMÉZQUITA
ASESORADO POR LA MSC. INGA. SINDY MASSIEL GODÍNEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Byron Chocooj Barrientos
EXAMINADORA	Ing. Maria Martha
EXAMINADORA	Ing. Nora Leonor Garcia Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN PROTOCOLO DE ORDENAMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN EN PISO DE UNA PLANTA EXTRACCIÓN Y REFINERÍA DE PETRÓLEO, MAXIMIZANDO EL APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 13 de abril de 2023.

Jenifer Mariela Guevara Amézquita



EEPFI-PP-0333-2023

Guatemala, 13 de abril de 2023

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOCOLO DE ORDENAMIENTO EN LA DISTRIBUCIÓN EN PISO DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y REFINERÍA DE PETRÓLEO UBICADA EN COSTA RICA, MAXIMIZANDO EL APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Planeación de proyectos**, presentado por la estudiante **Jenifer Mariela Guevara Amezcuita** carné número **201708919**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Sindy Massiel Godínez Bautista
Ingeniera Industrial
Colegiada No. 9221

Mtra. Sindy Massiel Godínez Bautista
Asesor(a)



Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador(a) de Maestría





Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0332-2023

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOCOLO DE ORDENAMIENTO EN LA DISTRIBUCIÓN EN PISO DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y REFINERÍA DE PETRÓLEO UBICADA EN COSTA RICA, MAXIMIZANDO EL APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO.**, presentado por el estudiante universitario **Jenifer Mariela Guevara Amezcuita**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.24.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOCOLO DE ORDENAMIENTO EN LA DISTRIBUCIÓN EN PISO DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN Y REFINERÍA DE PETRÓLEO UBICADA EN COSTA RICA, MAXIMIZANDO EL APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO.**, presentado por: **Jenifer Mariela Guevara Amezquita** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado digitalmente por AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA Fecha: 20/06/2023 03:01:16 p.m. Razón: Orden de impresión Ubicación: Facultad de Ingeniería, USAC.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, junio de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 24 CUI: 3428199092205

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
Mis padres	Por haberme dado la vida y por haberme guiado en cada paso que he dado. Sin su apoyo incondicional, nunca habría podido llegar hasta aquí y hacer realidad este sueño.
Mis hermanos	Luisa y Luis Guevara, por su apoyo incondicional y cariño.
Familia y amigos	Por su amistad, apoyo incondicional y buenos momentos juntos.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser el alma mater que me brindo la oportunidad de realizar este trabajo de investigación y por brindarme la formación académica necesaria para llevarlo a cabo.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme la formación y las herramientas necesarias para llevar a cabo este proyecto de investigación. Sin su dedicación y apoyo, no habría sido posible alcanzar este logro académico.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Descripción del problema	7
3.2. Formulación del problema	8
3.2.1. Pregunta central	9
3.2.2. Preguntas de investigación.....	9
3.3. Delimitación del estudio.....	9
3.3.1. Límite temporal.....	9
3.3.2. Límite geográfico	10
3.3.3. Limite especial.....	10
3.4. Consecuencias de la investigación.....	10
3.4.1. De realizarse.....	11
3.4.2. De no realizarse.....	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15

5.1.	General	15
5.2.	Específicos.....	15
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
7.	MARCO TEÓRICO	19
7.1.	Industria petrolera	19
7.1.1.	Antecedentes históricos de la industria petrolera	20
7.1.2.	Extracción y refinería del petróleo	21
7.1.3.	Producción de petróleo y sus derivados.....	22
7.2.	Departamento de producción y manufactura	23
7.2.1.	Definición.....	24
7.2.2.	Diseño y planificación de la producción	24
7.3.	Metodología y estrategia aplicable <i>Lean Manufacturing</i>	25
7.3.1.	Metodología <i>Lean Manufacturing</i>	25
7.3.2.	Las 5S	26
7.3.3.	Kanban	27
7.3.4.	Estudio de tiempos.....	28
7.3.5.	Estrategias para ordenamiento de plantas industriales.....	30
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	33
9.	METODOLOGÍA	37
9.1.	Enfoque.....	37
9.2.	Diseño	37
9.3.	Tipo	38
9.4.	Alcance	38
9.5.	Variables e indicadores	38

9.6.	Matriz de consistencia	39
9.7.	Fases de la investigación	41
9.7.1.	Fase 1: Revisión documental.....	41
9.7.2.	Fase 2: Diagnóstico de operación de instalación en sitio	41
9.7.3.	Fase 3: Definición de la estrategia con metodología <i>Lean Manufacturing</i>	42
9.7.4.	Fase 4: Definición de evaluación de desempeño. ..	42
9.8.	Población y muestra	42
9.9.	Técnicas y metodología.....	43
9.10.	Resultados esperados	44
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS	45
10.1.	Herramientas estadísticas	45
10.1.1.	Media.....	45
10.1.2.	Desviación	46
10.1.3.	Gráfico de Pareto.....	46
11.	CRONOGRAMA.....	47
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	49
13.	REFERENCIAS.....	51
14.	APÉNDICES.....	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Cronograma de investigación..... 47

TABLAS

- I. Tabla de variables e indicadores..... 39
II. Matriz de consistencia..... 40
III. Recursos necesarios para la investigación 49

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
=	Igualdad
mts	Metros
x	Multiplicación
-	Resta
+	Suma

GLOSARIO

Nave industrial	Se refiere un espacio diseñado para llevar a cabo actividades industriales, de almacenamiento y/o logísticas.
Extracción	Es el proceso de separar el petróleo crudo del yacimiento subterráneo mediante el uso de técnicas de perforación, inyección de vapor, inyección de agua y otros métodos
Refinería	Es una instalación industrial diseñada para procesar el petróleo crudo y convertirlo en productos refinados, como gasolina, diésel, queroseno, aceites lubricantes y otros productos químicos

RESUMEN

La propuesta de un protocolo de ordenamiento para la distribución en piso de una planta extracción y refinería de petróleo, maximizando el aprovechamiento del espacio, resulta de la importancia de contar con un procedimiento estándar y medición de indicadores para la instalación de la nave industrial, así mismo de la necesidad de asegurar la calidad y efectividad de esta tarea crucial para el giro de negocio de la empresa.

Al establecer un procedimiento definido y contar con indicadores de medición claros, se puede garantizar que la instalación se realice de manera sistemática y eficiente, lo que se traducirá en una mayor eficacia y rentabilidad para la empresa. Además, la medición de indicadores permitirá dar seguimiento a la tarea y detectar cualquier problema o desviación en el proceso, lo que facilitará la toma de decisiones y la implementación de medidas correctivas oportunas.

Este estudio tiene como objetivo aplicar la metodología de *Lean Manufacturing* para mejorar el proceso de instalación en las plantas de refinería y extracción de petróleo, mediante la definición de protocolos, tiempos estándar y proyecciones de materiales, análisis de variables y garantía de calidad. Para ello, se utilizará una metodología mixta que combina métodos cuantitativos y cualitativos para recopilar y analizar datos, con un enfoque no experimental que permitirá al investigador tener mayor control sobre el proceso de investigación y los resultados obtenidos.

1. INTRODUCCIÓN

El diseño de esta investigación de sistematización para un protocolo de ordenamiento para la distribución en piso de una planta extracción y refinería de petróleo, busca maximizar el aprovechamiento del espacio compuesta por procedimientos formales que su objetivo es mejorar los resultados de desempeño al realizar las instalaciones de dichas naves industriales.

La problemática se encuentra en una de las tareas fundamentales del negocio de la organización, que es la instalación en sitio de la planta de extracción y refinería de petróleo. La misma se ve afectada por la falta de un procedimiento claro y definido a seguir para llevar a cabo dicha tarea. La falta de estándares y de indicadores en la instalación de la planta de extracción y refinería de petróleo en sitio, puede generar una serie de consecuencias negativas para la empresa, como, por ejemplo, retrasos en la ejecución de la tarea, aumento de costos debido a la ineficiencia en la utilización de recursos, disminución de la calidad de la instalación, falta de control y seguimiento de la tarea, entre otros.

Además, puede generar un impacto negativo en la imagen de la empresa, ya que los clientes y proveedores pueden percibir la ineficiencia en los procesos y la falta de control en las tareas que se realizan. Por lo tanto, la implementación de un estándar y de indicadores para la instalación de la planta de extracción y refinería de petróleo, puede contribuir a mejorar la eficiencia, la calidad y la imagen de la empresa.

El diseño del siguiente protocolo de investigación se compondrá de cuatro capítulos, comenzando por el marco teórico en el primer capítulo. En este, se

abordarán los conceptos fundamentales para comprender la industria manufacturera de extracción de petróleo y refinería, los departamentos involucrados en la manufactura de las naves industriales, así como los diferentes roles que se desempeñan. También se expondrán las metodologías y herramientas de auxiliares.

El segundo capítulo se enfocará en la documentación del progreso de la investigación, partiendo desde la evaluación diagnóstica de la situación actual del proceso de instalación de la planta, la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing*, y el uso de herramientas auxiliares para la recolección y análisis de tiempos, tales como órdenes de trabajo y proyecciones de materiales.

En el tercer capítulo, se presentará el análisis detallado de los datos recolectados en el segundo capítulo, a través de la aplicación de la metodología. Se exponen los resultados obtenidos de la medición de los indicadores propuestos de eficiencia y se presentarán gráficas de control que permiten visualizar de manera clara la variabilidad y el comportamiento del proceso. Con base en los resultados obtenidos, se realizará una interpretación y discusión de estos, destacando los hallazgos más relevantes detectados en el proceso.

En el cuarto y último capítulo, se presentará la propuesta del protocolo estandarizado para la instalación de la nave industrial, el cual se desarrollará a partir de los resultados obtenidos en la investigación y tomando en cuenta las necesidades específicas de la empresa. Se explicará detalladamente los pasos a seguir en el proceso de instalación, los tiempos estándar y las proyecciones de materiales necesarios, así como también se influyeran las recomendaciones y acciones a seguir para mejorar la eficiencia y calidad del proceso. Además, se realizará una discusión de los resultados obtenidos, se identifican las limitaciones del estudio y se propondrá posibles áreas de mejora para futuras investigaciones.

2. ANTECEDENTES

Para la presente investigación, es importante realizar un estado del arte que permita conocer los estudios previos relacionados con la industria manufacturera y la metodología *Lean Manufacturing*, y de esta manera poder identificar los hallazgos más importantes que puedan aportar a la investigación presente. Esto implica la revisión de literatura especializada, artículos científicos, tesis y otros trabajos relacionados con la temática, con el objetivo de obtener una perspectiva completa y actualizada del tema.

Seisdedos (2020), en la investigación se elaboró una documentación detallada que describe el proceso necesario para formular el planteamiento de modelos o protocolos con base en objetivos, los cuales permiten demostrar el desempeño de ejecución en un proyecto. A lo largo del trabajo se describen los elementos necesarios para llevar a cabo con éxito el plan de ejecución, destacando la importancia de la utilización de metodologías como SCRUM y PMBOK, cuyos enfoques diversos pueden combinarse para establecer una estrategia integral en la gestión de proyectos.

El aporte para esta investigación se enfoca en proporcionar una guía detallada para llevar a cabo la formulación de planteamientos con base en objetivos, estableciendo los pasos necesarios para su implementación, y destacando la importancia de la combinación de enfoques metodológicos para lograr una gestión efectiva y eficiente de los proyectos.

(Castañeda, 2020) hace hincapié en la importancia de contar con registros claros y ordenados en la organización de los procedimientos de los empleados,

ya que esto puede dificultar la implementación de cualquier tipo de sistema de gestión en la empresa. El autor afirma que la ausencia de registros puede generar problemas con la planificación y el control de la producción, que luego pueden tener un impacto en la eficiencia y eficacia de la empresa.

El estudio de Castañeda aporta una valiosa contribución al destacar la importancia de contar con procedimientos y registros claros en la empresa para mejorar la gestión, la planificación y la calidad. Al tener un historial de los procesos de los colaboradores, se puede aplicar de manera efectiva cualquier tipo de sistema de gestión y optimizar el uso de recursos y materiales.

Herrera (2018), menciona en su investigación; "Para seguir mejorando los resultados y motivar a los colaboradores del área a pesar de no tener un control y seguimiento constante del personal y la implementación del nuevo sistema, se dejarán metas" (p.35). El aporte de esta investigación al trabajo a realizar es el seguimiento, se destaca la importancia de objetivos establecidas, así como responsables y fechas de seguimiento para mantener la motivación y mejorar los resultados en el área de producción. Además, es crucial considerar la expansión del sistema a otras áreas de la planta para lograr una mejora integral en la organización, disciplina, calidad y productividad. Esto permitirá obtener mejores resultados y asegurar el éxito a largo plazo del proyecto. Por lo tanto, se sugiere realizar una evaluación constante y hacer los ajustes necesarios para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Por otro lado (Apushón, 2019) menciona que la metodología de manufactura esbelta, también conocida como *Lean Manufacturing*, se enfoca en identificar y eliminar desperdicios en los procesos productivos, lo que permite mejorar la eficiencia y calidad del trabajo. A través de la aplicación constante de esta metodología, los trabajadores pueden adoptar nuevas formas de pensar y

trabajar, lo que conduce a una mejora continua de los métodos y procesos de la organización. En conclusión, la metodología de manufactura esbelta se posiciona como una herramienta útil para optimizar las operaciones, reducir los gastos y mejorar la satisfacción del cliente que puede brindar a las empresas que la implementan adecuadamente una ventaja competitiva.

Los hallazgos implican que la adopción de la metodología *Lean Manufacturing* puede marcar una diferencia significativa en las mejoras del sistema de producción, así como en el desarrollo de un entorno de trabajo más seguro y eficiente para los empleados. En la conclusión se destaca la importancia de tener en cuenta la aplicación de estas metodologías en la búsqueda de la excelencia y la mejora continua en las operaciones productivas.

(Pachacama, 2019) concluye, que pudo ser recortado luego de implementar técnicas de manufactura esbelta, se logró una disminución considerable en los tiempos de producción en varios procesos. Se logró una reducción del 41,67 por ciento en el proceso de estampación, una reducción del 44,51 por ciento en el proceso de corte en prensa, una reducción del 39,18 por ciento en el proceso de granallado, una reducción del 44,02 por ciento en el proceso de mecanizado y una reducción del 28,77 por ciento en la tarea de embalaje. Estos resultados muestran cómo se puede utilizar la metodología *Lean Manufacturing* para optimizar las operaciones y reducir el tiempo de inactividad.

Los resultados del aporte de esta investigación son los relacionados con la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing*, la cual no solo sugiere mejoras en la producción, sino que también tiene un efecto favorable en la cultura organizacional, creando un ambiente de trabajo más productivo y cooperativo. Así mismo, se destaca que la metodología no es una solución a corto plazo, sino que requiere de un compromiso y esfuerzo constante por parte de toda la

organización para lograr resultados sostenibles y duraderos en el tiempo. En definitiva, se concluye que la metodología *Lean Manufacturing* es una herramienta valiosa para cualquier empresa que busque mejorar su competitividad y mantenerse a la vanguardia en un mercado cada vez más exigente y cambiante.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ineficiencia en el protocolo de ordenamiento y distribución en una planta extracción y refinería de petróleo ubicada en Costa Rica, se ha convertido en un problema cada vez más relevante debido a la expansión de este modelo de negocio a otras ubicaciones. La falta de un protocolo estandarizado para la instalación de la nave industrial y la distribución adecuada de los materiales necesarios para la operación ha llevado a una baja eficiencia en el proceso productivo y en la entrega de los productos. Esto ha generado pérdidas económicas y una mala reputación de la empresa en el mercado, lo que ha motivado la necesidad de implementar una metodología eficiente que permita mejorar la productividad y calidad del proceso.

3.1. Descripción del problema

En Guatemala la industria petrolera es de las menos exploradas bajo el foco de investigación y desarrollo, por lo cual en el país se cuenta con un nicho existente en el mercado para nuevos proyecto, inversiones y organizaciones que buscan brindar una innovación para la extracción de petróleo, lubricantes y entre otros derivados.

Aprovechando este espacio en el mercado, un nuevo proyecto se establece en Guatemala en octubre de 2021, inicia sus operaciones de investigación y ejecución de nuevas tecnologías, de la cual resulta la construcción de una primera planta, llamada planta piloto como primer módulo de producción.

En marzo del 2021, surge la propuesta para la creación de una segunda planta petrolera ubicada en Costa Rica para su futura utilización en el mercado de lubricantes entre otros derivados, misma que es una planta homóloga de la planta piloto ubicada en Guatemala, para la cual ya se contaba con un diseño y distribución para su óptimo funcionamiento.

Así mismo al ser la primera planta en montarse en gran escala, cuenta con problemas de diseño de la nave industrial ya que el espacio designado donde se desea hacer la instalación cuenta con una configuración del espacio diferente, la planta piloto está ubicada en una bodega de 18mts x 20mts mientras que el espacio designado en la planta de Costa Rica es de una bodega de 92mts x 17mts, tomando en cuenta que la diferencia de capacidad y tamaño de procesamiento es de 8 veces más aproximadamente, pasando de 3 toneladas diarias en la planta piloto a 25 toneladas diarias la planta en Costa Rica.

3.2. Formulación del problema

Inicialmente, al surgir la idea de expandir la producción a Costa Rica se esperaba que el único cambio que recibiría la nueva planta sería proporcional en cuanto a su capacidad productiva, sin embargo, al tener un espacio para la instalación diferente es necesario realizar un nuevo diseño para la planta y así iniciar un protocolo estándar para que, sin importar las dimensiones del espacio, las futuras plantas puedan ser instaladas de manera que se tenga un máximo aprovechamiento del espacio disponible.

3.2.1. Pregunta central

¿Cuál es diseño el protocolo de ordenamiento óptimo para la distribución de una planta de extracción y refinería de petróleo considerando las dimensiones considerando el espacio disponible ubicado en Costa Rica?

3.2.2. Preguntas de investigación

- ¿Cómo se realizaría un diseño de ordenamiento y distribución en una planta extracción y refinería de petróleo tomando en cuenta el espacio disponible?
- ¿Qué estrategia de distribución permite el óptimo ordenamiento de una planta de extracción de petróleo y refinería de lubricantes?
- ¿Como medir la eficiencia la distribución y aprovechamiento del espacio donde se realizará la instalación de la planta?

3.3. Delimitación del estudio

El estudio propuesto se desarrollará dentro de una industria de extracción y refinería de petróleo.

3.3.1. Límite temporal

El tiempo estimado para realizar el estudio es de siete meses, a partir de la aprobación del protocolo que se estima ser aprobado 1 de mayo del 2023 y finalizando la con la reacción del informe final el 24 de noviembre del mismo año, según el cronograma de actividades propuesto.

3.3.2. Límite geográfico

El estudio se realizará en LATAM parque logístico Coyol I, municipio de Alajuela, Costa Rica, C.A.

3.3.3. Limite especial

El problema se delimitará al proceso de instalación de naves industriales de extracción y refinería de petróleo, dentro del departamento de manufactura y producción.

3.4. Consecuencias de la investigación

La investigación en diseño de protocolos de ordenamiento para la instalación de plantas industriales de extracción y refinería de petróleo es importante porque permitirá a las empresas contar con un plan de ejecución claro y detallado, lo que facilitará la tarea de ordenamiento de la planta y garantizará una mayor eficiencia en la instalación. El protocolo también permitirá contar con indicadores que ayuden a dar seguimiento y evaluar la efectividad de la instalación, lo que a su vez permitirá identificar áreas de mejora y realizar ajustes necesarios para garantizar el éxito de la instalación. Además, la implementación de un protocolo estandarizado puede ayudar a reducir los tiempos de instalación y los costos asociados a la misma, lo que puede representar una ventaja competitiva para la empresa en un mercado cada vez más exigente y competitivo.

3.4.1. De realizarse

La investigación tendrá como enfoque el desarrollo de un estándar para la instalación de una nave industrial, lo que implica la identificación y detalle de cada una de las operaciones necesarias para llevar a cabo la tarea de manera óptima.

El objetivo es considerar todas las variables que influyen en el proceso y aprovechar al máximo los recursos disponibles. Este enfoque permitirá que la instalación se realice de manera más eficiente, reduciendo costos y tiempos, y asegurando la calidad del trabajo final. El resultado será una herramienta detallada y completa que servirá como guía para futuras instalaciones de naves industriales.

3.4.2. De no realizarse

De no llevarse a cabo la investigación y de no establecer un estándar para la instalación de la nave industrial, puede haber una falta de uniformidad y consistencia en el proceso de instalación, lo que puede llevar a errores, retrasos y costos adicionales. Además, puede ser difícil evaluar el rendimiento de la instalación y mejorar en el futuro si no hay un estándar establecido para medir el éxito. En última instancia, la falta de investigación y estándares puede afectar la eficiencia y la rentabilidad de la empresa.

4. JUSTIFICACIÓN

El estudio se sitúa dentro de la línea de investigación planeación de Proyectos den el área de Gerencia estratégica de la maestría de Gestión industrial de la Universidad San Carlos de Guatemala que se enfoca en protocolizar el ordenamiento para la distribución en piso de una planta extracción y refinería de petróleo que tendrá su ubicación en Costa Rica.

La necesidad de llevar a cabo esta investigación radica en maximizar el aprovechamiento del espacio en la instalación de una planta petroquímica con el objetivo de poder identificar la estrategia de distribución que se ajuste de mejor manera al tipo de planta y de esta manera diseñar un protocolo para las futuras plantas de producción que puedan ubicarse en distintas partes del mundo ya que, en la organización, se tiene proyectado la instalación de múltiples naves industriales a nivel mundial lo que hace de esta una tarea de la operación crítica.

En este caso la planificación y la estrategia de ordenamiento cuenta con un papel que es de suma importancia para contar con un plan efectivo de como ejecutar debidamente el ordenamiento de la nave industrial sin importar el espacio disponible ni la configuración en piso, según sea la necesidad. De esta manera, se logrará optimizar el uso de los recursos disponibles y maximizar la eficiencia del proceso de instalación.

La motivación de realizar esta investigación es establecer un protocolo que nos permita aprovechar el espacio teniendo en cuenta todas las subáreas que resultan necesarias para la planta industrial y su óptimo funcionamiento impactando en los tiempos de instalación y recursos empleados, reduciéndolos

para que sea más eficiente y práctica, de esta manera se tendrá una mejora en la calidad de la tarea y en los tiempos de entrega que se manejarán.

Dentro de los muchos beneficios que obtendremos de la investigación se encuentra el establecimiento de un plan de ejecución que simplificara la operación de instalación de la nave industrial, reduciendo costos, mano de obra y estableciendo tiempos estándares de instalación dando como resultado el aprovechamiento del espacio de instalación asegurándonos que la planta cuenta con la configuración en piso adecuada de acuerdo con sus características y necesidades.

Los beneficiarios del diseño y desarrollo de la planta son todo el departamento de manufactura ya que la creación e instalación de estas plantas es el giro de negocio de la organización para la distribución de productos petroquímicos y sus derivados, así mismo facilitando este procedimiento que debido a su naturaleza se replicara múltiples veces a lo largo del tiempo con diferentes condiciones de espacio.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar un protocolo de ordenamiento y distribución en una planta de extracción y refinería de petróleo.

5.2. Específicos

- Realizar un diagnóstico del diseño definido de ordenamiento y distribución en una planta extracción y refinería de petróleo tomando en cuenta el espacio disponible considerando la propuesta realizada en el mes de octubre del 2021.
- Identificar la estrategia de distribución que se ajuste de mejor manera al tipo de planta y que permita el óptimo aprovechamiento del espacio disponible de la nave industrial.
- Proponer indicadores de desempeño para la distribución en piso del aprovechamiento del espacio donde se realizará la instalación de la planta de extracción y refinería de petróleo.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Partiendo del presente estudio se realizará una evaluación del protocolo de ordenamiento de instalación en planta extracción y refinería de petróleo, teniendo en cuenta indicadores de eficiencia y eficacia en la realización de la tarea. Por medio de esta investigación se obtendrá como resultado una evaluación de la tarea desde diferentes puntos de vista y necesidades a cumplir.

La falta de un protocolo detallado para la instalación de la nave industrial ha generado demoras en los proyectos correspondientes, ya que no se cuenta con registros precisos sobre los pasos a seguir para llevar a cabo esta tarea en el presente año (2023). Por esta razón, se hace necesario establecer un protocolo completo y detallado que contemple todos los aspectos necesarios para la instalación de la nave y que permita realizar esta tarea de manera más eficiente y efectiva en el futuro.

Además de la recolección de datos necesaria, también se llevará a cabo un análisis exhaustivo de la información obtenida para determinar los pasos más efectivos y eficientes para la instalación de la nave industrial. Se tomarán en cuenta factores como la seguridad de los trabajadores, el uso adecuado de los recursos, el cumplimiento de los plazos y la calidad del trabajo final.

La implementación del protocolo para la instalación de la planta de refinería y extracción de petróleo en Costa Rica, a través de la recolección de datos y el diseño de un plan detallado, permitirá una mejora significativa en la eficiencia y eficacia de la tarea de instalación. Al contar con un plan detallado y

estructurado, se podrán evitar retrasos innecesarios en el proyecto y se podrán establecer objetivos claros y alcanzables.

7. MARCO TEÓRICO

En esta sección se desglosan las definiciones y los conceptos principales que tienen relación con la industria petrolera y que van acorde a el giro de negocio de la institución donde se realizara la presente investigación incluyendo la teoría de las metodologías que se aplicaran en el caso para su diagnóstico y resolución.

7.1. Industria petrolera

Según Mankiw (2014), las leyes de la oferta y la demanda en un mercado global gobiernan la industria petrolera. La cantidad de petróleo producido y su precio son influenciados por factores económicos, políticos y geográficos. El funcionamiento de la industria se basa en la exploración y explotación de yacimientos, la extracción del petróleo, el refinamiento y la distribución a través de una red de transporte.

En las refinerías, el petróleo crudo se somete a una serie de procesos de refinación para producir una variedad de productos derivados del petróleo, como gasolina, diésel, queroseno, lubricantes y otros productos químicos. La refinación del petróleo crudo es un proceso complejo que implica la separación de los componentes del petróleo y su posterior procesamiento para producir los productos finales.

Una vez que se han producido los productos derivados del petróleo, se distribuyen a través de una amplia red de transporte que incluye oleoductos, camiones, trenes y barcos. Los productos petrolíferos se entregan a los

consumidores finales, como las estaciones de servicio y las industrias, donde se utilizan para una variedad de fines, desde el transporte hasta la calefacción y la generación de energía.

La industria petrolera es una industria de gran importancia económica y estratégica. Las empresas de la industria petrolera son grandes empleadores y contribuyentes a las economías de los países donde operan. Además, la industria petrolera también tiene un impacto significativo en la política y la seguridad nacional de los países.

Sin embargo, la industria petrolera también enfrenta una serie de desafíos, incluyendo preocupaciones ambientales y sociales. La extracción y el uso de petróleo pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, incluyendo la contaminación del aire y del agua, la degradación del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático. Además, la dependencia de los combustibles fósiles puede limitar el desarrollo de fuentes de energía renovable y sostenible.

7.1.1. Antecedentes históricos de la industria petrolera

La industria petrolera tiene sus raíces en el siglo XIX, cuando se descubrieron los primeros yacimientos de petróleo en Estados Unidos. Según Yergin (2006), el primer pozo petrolero comercial se perforó en Pensilvania en 1859, y a partir de entonces se produjo un creciente interés en la exploración y producción de petróleo en todo el mundo. Este interés llevó a la creación de numerosas compañías petroleras en Estados Unidos y Europa, que compitieron por el control de los yacimientos petroleros y la tecnología para extraer y refinar el petróleo. Esta competencia fomentó la innovación y el desarrollo de nuevas técnicas y equipos para la exploración, producción y refinación del petróleo, lo

que condujo a un aumento significativo en la producción y consumo de petróleo en el siglo XX.

7.1.2. Extracción y refinación del petróleo

Gill (2015) menciona que la extracción y refinación del petróleo son procesos críticos en la industria del petróleo y gas que son esenciales para satisfacer la creciente demanda energética a nivel mundial. La extracción del petróleo crudo se realiza a través de la perforación de pozos de petróleo y gas, y la refinación involucra la separación del petróleo crudo en componentes más ligeros y pesados para producir productos como gasolina, diésel, queroseno y otros productos químicos. Estos procesos requieren de una infraestructura y tecnología especializada y están sujetos a regulaciones ambientales y de seguridad rigurosas.

La extracción y refinación del petróleo son dos procesos críticos en la industria del petróleo y gas que son esenciales para satisfacer la creciente demanda energética a nivel mundial. Estos procesos implican la extracción de petróleo crudo de la tierra o del mar y su posterior refinación en una amplia gama de productos petrolíferos utilizados en la industria y el consumo diario.

La refinación del petróleo es un proceso complejo que implica la transformación del crudo en diferentes productos derivados. Los procesos de refinación se pueden dividir en cuatro etapas: destilación atmosférica, craqueo térmico, reformado catalítico y tratamiento del residuo. La destilación atmosférica es el proceso más básico y consiste en calentar el petróleo crudo para separar los diferentes componentes según su punto de ebullición. El craqueo térmico, por su parte, es un proceso de pirólisis que se utiliza para romper los hidrocarburos de alto peso molecular en fracciones más ligeras. El reformado catalítico, por otro

lado, es un proceso de hidrogenación que se utiliza para convertir las fracciones pesadas en productos más livianos y con mayor octanaje. Por último, el tratamiento del residuo es el proceso final en el que se eliminan los componentes no deseados del petróleo, como el azufre y los metales pesados.

Otro proceso importante en la refinación del petróleo es la hidrodesulfuración, que se utiliza para reducir la cantidad de azufre presente en los productos derivados del petróleo. Según Gary (2007), este procedimiento se culmina en un reactor con flujo de hidrógeno y un catalizador presente. Durante el proceso, el azufre se convierte en sulfuro de hidrógeno, que luego se elimina mediante un proceso de absorción con amoníaco.

7.1.3. Producción de petróleo y sus derivados

La producción de petróleo y sus derivados es un proceso clave en la industria petrolera. Así mismo la producción de petróleo crudo se lleva a cabo mediante la extracción del petróleo de los yacimientos subterráneos. Esta extracción puede ser realizada mediante diferentes métodos, entre los que se incluyen la perforación, la fracturación hidráulica y la extracción por vapor.

Luego de la extracción, el petróleo crudo es transportado a las refinerías donde se realiza el proceso de refinación. La refinación del petróleo es un proceso complejo que involucra la separación de los diferentes componentes del petróleo crudo, mediante la aplicación de diferentes técnicas de destilación y procesamiento.

Este proceso permite la obtención de una amplia variedad de productos derivados del petróleo, como gasolina, diésel, aceites lubricantes y asfalto.

Posteriormente, estos productos son distribuidos y comercializados a través de redes de transporte y estaciones de servicio.

McClay (2022) enfatizó la relevancia de los procesos productivos de las refinerías. Estas instalaciones juegan un papel clave en la cadena de suministro de energía al convertir el petróleo crudo en una amplia gama de productos refinados. A través del proceso de refinación, las impurezas presentes en el petróleo crudo se eliminan y se convierten en productos finales valiosos y comercializables.

7.2. Departamento de producción y manufactura

Este es uno de los departamentos clave en la industria petrolera, ya que se encarga de la planificación, control y supervisión de la obtención del petróleo y sus derivados. El departamento de producción es responsable de asegurar el mejor desempeño de la producción de petróleo, así como de controlar los costos de producción y garantizar la satisfacción del proceso cumpliendo estándares. Además, el departamento de producción debe tener en cuenta los aspectos de seguridad y medio ambiente, ya que la producción de petróleo puede tener un impacto negativo en el medio ambiente si no se maneja adecuadamente. Así mismo, Cuatrecasas (2010) indica que el departamento de producción en una empresa es importante ya que se busca asegurar la calidad en el proceso de producción para evitar que éste dé lugar a productos defectuosos.

A continuación, se define el concepto formal y funciones, procedimientos y controles de un departamento de producción.

7.2.1. Definición

El departamento de producción es una unidad organizativa en la organización encargada de planificar, coordinar y controlar las operaciones de las materias primas o insumos en productos o servicios finales, utilizando recursos humanos, técnicos y materiales de manera de la mejor manera para satisfacer las necesidades y cumplir con las métricas de la organización en términos de calidad, cantidad y costo. De la misma manera el departamento de producción tiene a su cargo de la gestión de inventarios y el mantenimiento de las maquinarias y equipos involucrados dentro de las actividades productivas.

7.2.2. Diseño y planificación de la producción

El diseño y planificación de producción es el proceso de determinar cómo se producirán los bienes o servicios en una empresa. Este proceso implica la definición de los procesos, recursos, personal y sistemas necesarios para llevar a cabo la producción. El objetivo de la planificación de producción es garantizar que la producción se realice de manera eficiente, efectiva y rentable.

Este proceso puede incluir la creación de un plan maestro de producción, que es un documento que define los objetivos de producción y los recursos necesarios para lograrlos. También puede incluir la definición de los procesos de producción, la determinación de la cantidad de materiales y equipos necesarios, y la programación de la producción.

El diseño y planificación de producción es importante porque permite a la empresa garantizar que está produciendo productos o servicios de alta calidad de manera eficiente y rentable. Al establecer procesos y sistemas efectivos, se puede reducir el tiempo de producción, minimizar los errores y optimizar el uso

de los recursos. También permite a la empresa adaptarse rápidamente a los mercados de flujo cambiante y a las necesidades del cliente.

7.3. Metodología y estrategia aplicable *Lean Manufacturing*

A continuación, para tener un mejor panorama de la metodología a emplear se describe que es, y como se aplica.

7.3.1. Metodología *Lean Manufacturing*

Womack y Jones (1996). Menciona los métodos de manufactura esbelta, también conocidos como manufactura esbelta, que se enfocan en eliminar el desperdicio y maximizar la eficiencia en la producción. Esta estrategia busca dar una mejora a la calidad del producto final al tiempo que disminuir los costos y mejora la calidad de los bienes y servicios.

Una estrategia de producción denominada Metodología *Lean Manufacturing* hace hincapié en la reducción de residuos y la mejora de los procesos. Basado en el renombrado Sistema de Producción de Toyota (TPS), fue desarrollado por Toyota en Japón en la década de 1950 y que le dio tanto éxito a la organización por la aplicación de la misma.

El objetivo de esta metodología es deshacerse de cualquier actividad, como el sobre inventario, la sobreproducción, la espera, los defectos, el sobre procesamiento, el exceso de movimiento y el inventario no útil, que no aumentan la eficacia del proceso productivo. Solo se debe producir la cantidad y el tiempo del producto que se requiere en el momento.

Para lograr esto, la metodología *Lean Manufacturing* se basa en varios principios, como:

- Identificación de los procesos de valor: identificar los procesos que agregan valor y enfocarse en ellos, mientras se eliminan los procesos que no lo hacen.
- Mejora continua: siempre se está buscando mejorar los procesos, y cada mejora realizada se convierte en una nueva línea de base para la mejora continua.
- Reducción de desperdicios: se enfoca en deshacerse de todo lo que no sea productivo.
- Producción bajo demanda: produce solo lo necesario en el momento indicado.
- Flujo de trabajo mejorado: se busca mejorar el flujo de trabajo para que el proceso sea más eficiente.

Los sectores de manufactura, salud, transporte, construcción y servicios han adoptado la metodología *Lean Manufacturing*. Se ha demostrado que es eficaz para reducir costos, aumentar la calidad, aumentar la productividad y aumentar la satisfacción del cliente, así como para cultivar una cultura Kaizen dentro de cualquier proceso.

7.3.2. Las 5S

Las 5S son un método japonés de basado en el Kaizen que tiene como objetivo clasificar, ordenar y limpiar el espacio de trabajo, estandarizar procesos y disciplinar al personal para organizar y mejorar el lugar de trabajo. El objetivo es inculcar en los miembros del personal comportamientos que promuevan una cultura de potenciar el trabajo. Cualquier industria puede usar este enfoque, al

igual que todos los departamentos dentro de una organización. Barcia e Hidalgo (2013) menciona cómo el método 5S se considera uno de los principios fundamentales de la producción *lean*, cuyo objetivo es maximizar la productividad en el trabajo. Esta metodología permite contar con una mayor diversificación de productos, una calidad más elevada, menores costos, entregas fiables, entre otros beneficios.

La metodología de las 5S consiste en cinco pasos secuenciales, cada uno con un objetivo específico:

- Seiri (clasificación): implica la eliminación de objetos innecesarios y la clasificación de los objetos necesarios en categorías específicas.
- Seiton (orden): implica la organización y disposición ordenada de los objetos necesarios en el lugar de trabajo.
- Seiso (limpieza): implica la limpieza diaria del lugar de trabajo y la eliminación de la suciedad y el polvo.
- Seiketsu (normalización): implica la creación de estándares, así como la promoción de la doctrina en el lugar de trabajo.
- Shitsuke (disciplina): implica la adhesión a los estándares establecidos y la creación de un ambiente de trabajo en el que la limpieza y el orden sean una prioridad constante.

7.3.3. Kanban

El tablero Kanban es una herramienta visual que muestra el estado actual del trabajo en diferentes etapas del proceso de producción o servicio. Las tarjetas Kanban son etiquetas o tarjetas físicas que se utilizan para representar las tareas o el trabajo en progreso. Estas tarjetas se mueven a través del tablero Kanban a

medida que el trabajo se completa y se transfiere de una etapa del proceso a la siguiente.

Al localizar y eliminar las barreras del flujo de trabajo, Kanban también enfatiza la mejora. Todos los miembros del equipo trabajan juntos para mejorar el proceso y deshacerse de los desperdicios en un entorno que valora la colaboración, la comunicación y la mejora consecutiva.

En la industria del *software*, Kanban es una herramienta ampliamente utilizada para la gestión ágil de proyectos y el desarrollo ágil de *software*. Además, Kanban se utiliza en otras industrias, como la fabricación y la logística, para aumentar la productividad y la eficiencia.

Según Bermejo (2011), la implementación de Kanban permite reducir la complejidad del sistema de información, ya que no es necesario elaborar un plan detallado para cada proceso o subdivisión productiva. En su lugar, se comunica a la línea de montaje final o proceso terminal que deben retirar las piezas o trabajo del proceso anterior.

7.3.4. Estudio de tiempos

Para calcular la cantidad de tiempo necesario para completar una tarea en particular, los ingenieros industriales utilizan la técnica del estudio de tiempos. Este método es fundamental para optimizar tanto los recursos humanos y materiales como los procesos productivos. El estudio de tiempos es una herramienta clave para la identificación de cuellos de botella en los procesos productivos y la determinación de los tiempos estándar de producción. Según Cruelles (2012), el estudio de métodos es una técnica que consiste en dividir y desglosar una tarea en una serie de operaciones razonables. Esto permite

comprender mejor cómo se ejecuta la tarea y unificar un método operatorio para todos los implicados en su ejecución.

El estudio de tiempos es un método utilizado en la ingeniería industrial para examinar y tratando de optimizar la eficiencia en los procesos productivos para obtener mejores resultados. Implica medir y examinar la cantidad de tiempo necesario para completar una tarea dada para establecer el tiempo promedio necesario para completar esa tarea. El objetivo del estudio de tiempos es encontrar formas de aumentar la productividad y reducir los costos manteniendo los estándares de calidad y seguridad.

Por lo general, hay varios pasos involucrados en el estudio de tiempos, tales como:

- Observación del trabajo: el analista observa al trabajador mientras realiza la tarea y toma notas sobre las acciones realizadas y el tiempo empleado.
- Operaciones observación: el analista divide la tarea en elementos más pequeños y analiza cada uno de ellos para determinar cómo se pueden mejorar.
- Medición de tiempos: el analista utiliza un cronómetro u otro dispositivo de medición para registrar la cantidad de tiempo que lleva completar cada componente de la tarea.
- Cálculo del tiempo estándar: el analista determina el tiempo típico de finalización de la tarea utilizando los datos recopilados, teniendo en cuenta la capacitación y la experiencia del trabajador.
- Identificación de mejoras: el analista hace que el proceso sea más eficiente al simplificar la tarea, mejorar el diseño del espacio de trabajo o proporcionar mejores herramientas y equipos.

El estudio de tiempos es un método crucial para aumentar la efectividad de la producción y reducir los costos. Los gerentes pueden identificar embotellamiento y puntos problemáticos en los procesos productivos mediante la medición y el estudio de duración de las tareas, lo que les permite tomar medidas con el fin de incrementar tanto la productividad como la eficiencia en el desarrollo de los procesos. El análisis de tiempos también puede contribuir a establecer criterios de producción que sean justos y razonables para desempeñar las tareas.

7.3.5. Estrategias para ordenamiento de plantas industriales

Hay una serie de tácticas que puede emplear para optimizar la instalación de una planta industrial con el fin de lograr una instalación más rentable y eficiente. Las siguientes tácticas se pueden utilizar para optimizar la instalación de una planta industrial.

- **Planificación detallada:** La planificación detallada es clave para una instalación exitosa. Es importante realizar una evaluación completa de la ubicación de la planta, los requerimientos de los equipos y maquinarias, los recursos necesarios y los plazos de entrega. También es fundamental identificar posibles problemas y establecer medidas de contingencia para prevenir retrasos y costos adicionales.
- **Selección cuidadosa de los equipos:** Es importante elegir equipos y maquinarias que sean adecuados para la instalación y que se adapten a las necesidades de la planta. Es necesario evaluar la calidad, la eficiencia, el tamaño y la capacidad de los equipos antes de comprarlos para asegurarse de que sean los correctos.

- **Contratación de personal capacitado:** Es necesario contar con un equipo de instalación capacitado y experimentado para garantizar una instalación segura y efectiva. Es importante seleccionar personal que tenga experiencia en la instalación de plantas industriales y que cuente con las habilidades y conocimientos necesarios para completar el proyecto de manera eficiente.
- **Utilización de tecnología avanzada:** La tecnología avanzada, como la realidad aumentada y la inteligencia artificial, puede ser una herramienta valiosa para optimizar la instalación de una planta industrial. La realidad aumentada permite visualizar la planta en 3D y hacer ajustes antes de la instalación real, mientras que la inteligencia artificial puede ayudar a predecir posibles problemas y encontrar soluciones antes de que ocurran.
- **Se deben implementar procesos de mejora continua** para encontrar áreas que se pueden mejorar y hacer los ajustes necesarios mientras se realiza la instalación. En el futuro, la planta podrá operar de manera más efectiva y eficiente gracias a esto.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTADO DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBELMA

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Industria petrolera

1.1.1. Antecedentes históricos de la industria petrolera

1.1.2. Extracción y refinería del petróleo

1.1.3. Producción de petróleo y sus derivados

1.2. Departamento de producción y manufactura

1.2.1. Definición

1.2.2. Diseño y planificación de la producción

1.3. Metodología y estrategia aplicable Lean Manufacturing

1.3.1. Metodología Lean Manufacturing

1.3.2. Las 5S

1.3.3. Kanban

1.3.4. Estudio de tiempos

1.3.5. Estrategias para ordenamiento de plantas industriales

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
 - 2.1. Evaluación diagnóstico
 - 2.1.1. Situación actual
 - 2.2. Aplicación de Lean Manufacturing
 - 2.2.1. Determinar Procesos críticos
 - 2.2.2. Estrategias de planificación
 - 2.2.3. Estudio de tiempos
 - 2.3. Recolección de datos
 - 2.3.1. Actualización de tiempos para el estudio de tiempos
 - 2.3.2. Datos de forecasting de materiales
 - 2.3.3. Elaboración de graficas de control
 - 2.3.4. Elaboración de listas de verificación para procedimientos
 - 2.4. Ordenes de trabajo
 - 2.4.1. Elaboración de estándares para tareas
 - 2.4.2. Ejecución de ordenes de trabajo
 - 2.4.3. Creación de indicadores
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
 - 3.1. Análisis de datos recolectados
 - 3.2. Interpretación de resultados
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 4.1. Aceptación de la propuesta de protocolo
 - 4.2. Aprendizajes y recomendaciones
 - 4.3. Conclusiones

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS
APÉNDICES
ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizará en esta investigación es crucial para garantizar la calidad y la validez de los resultados obtenidos. El enfoque a utilizar en esta investigación es mixto, lo que significa que se utilizarán tanto métodos cuantitativos como cualitativos para recopilar y analizar datos. Además, el diseño de la investigación se realizará de manera no experimental, lo que significa que se observarán y analizarán los datos existentes en lugar de realizar experimentos. Este tipo de metodología permitirá recopilar datos de manera eficiente y eficaz, y permite al investigador tener un mayor control sobre el proceso de investigación y los resultados obtenidos.

9.1. Enfoque

El enfoque de la presente investigación tiene un carácter mixto, ya que tiene como objetivo principal el análisis y comprensión de los pasos, etapas y procesos necesarios para poder realizar una instalación de una nave industrial, considerando las diferentes necesidades que debe satisfacer para poder considerar que es óptima en diseño.

9.2. Diseño

El diseño cuenta con características no experimentales, se coleccionará la información en formato de bitácoras y hojas de proceso para poder documentar la ejecución, de esta manera generar una base inicial de datos para futuras ejecuciones introduciéndolo en un ciclo de mejora continua de aprendizajes y avances del procedimiento.

9.3. Tipo

El estudio de la presente se aplicará de manera transversal, debido a que se analizarán varios procesos de la empresa de manera en que se pueda obtener la información necesaria para optimizarlos. Así mismo analizando eficiencia de planificación de recurso humano, calidad los equipos a instalar y las proyecciones de materiales a utiliza.

9.4. Alcance

El enfoque de la presente investigación será mixto, ya que está compuesto de análisis cuantitativos y cualitativos. En esta se busca describir el método y los procesos necesarios para una adecuada gestión de proyectos en la empresa, lo cual resultará en un estándar para la ejecución del procedimiento de manera eficaz y asertiva, evitando la pérdida de tiempo y materiales. De esta manera, se podrán establecer medidas y técnicas para garantizar la calidad en la ejecución del proyecto y así, mejorar la eficiencia y eficacia de la empresa en sus operaciones.

9.5. Variables e indicadores

Para la presente investigación, se han definido varias variables e indicadores que se utilizarán para medir y evaluar el rendimiento y la efectividad del protocolo de ordenamiento propuesto y se desglosan a continuación.

Tabla I. **Tabla de variables e indicadores**

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Indicador	Definición Instrumental	Medición
Porcentaje de productividad de la instalación de la planta	Medición de la relación de ejecutado vs planificado	Cuantitativa	Productividad de la instalación	$P.L. = ((\text{horas hombre reales}) / (\text{horas hombre Planificado})) * 100$	$95 \% \leq P.L.$
Eficiencia del protocolo de distribución propuesto	Eficiencia del tiempo del protocolo de distribución propuesto con relación al pronóstico del tiempo	Cuantitativa	Eficiencia del protocolo	$E.P. = ((\text{tiempo del protocolo propuesto}) / (\text{tiempo de la instalación proyectada})) * 100$	$90 \% \leq E.P.$
Asertividad del forecast de materiales	Medición de la proyección de los materiales necesarios	Cuantitativa	asertividad	$A = ((\text{recursos materiales}) / (\text{pronóstico})) * 100$	$90 \% \leq A$
Porcentaje de calidad en equipos instalados aprobados	Medición de certeza en la calidad de los equipos instalados ante una inspección	Cuantitativa	Calidad	$C = ((\text{equipos aprobados} - \text{equipos reprobados}) / (\text{equipos puestos a prueba})) * 100$	$95 \% \leq C$

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 365.

9.6. Matriz de consistencia

La tabla que se presenta a continuación tiene como objetivo establecer una relación clara entre las variables que se estudiarán en la investigación, los objetivos de esta y las técnicas de recolección de datos que se utilizarán para cada variable. Esta relación es importante para garantizar la coherencia entre la información que se desea obtener y los métodos que se utilizarán para recopilarla.

Tabla II. **Matriz de consistencia**

Objetivo	Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Indicador	Definición instrumental	Técnica de recolección
Realizar un diagnóstico del diseño definido de ordenamiento y distribución en una planta extracción y refinería de petróleo tomando en cuenta el espacio disponible considerando la propuesta realizada en el mes de octubre del 2021.	Porcentaje de productividad de la instalación de la planta.	Medición de la relación ejecutado vs planificado en la producción.	Cuantitativa	Productividad de la instalación	$P.L = ((\text{horas hombre reales}) / (\text{horas hombre planificado})) * 100$	Observación, digitación de datos, toma de tiempos y encuestas
Identificar la estrategia de distribución que se ajuste de mejor manera al tipo de planta y que permita el óptimo aprovechamiento del espacio disponible de la nave industrial.	Eficiencia del protocolo de distribución propuesto	Eficiencia del tiempo del protocolo de distribución propuesto con relación a lo pronostico del tiempo.	Cuantitativa	Eficiencia de protocolo	$E.P.= ((\text{Tiempo del protocolo propuesto}) / (\text{Tiempo de la instalación proyectada})) * 100$	Observación, digitación de datos, toma de tiempos y encuestas
	Asertividad del forecast de materiales	Medición de la proyección de los materiales necesarios.	Cuantitativa	Asertividad	$A = ((\text{recursos materiales}) / (\text{pronostico})) * 100$	
Proponer indicadores de desempeño para la distribución en piso del aprovechamiento del espacio donde se realizará la instalación de la planta de extracción y refinería de petróleo.	Porcentaje de calidad en equipos instalados aprobados	Medición de certeza en la calidad de los equipos instalados ante una inspección.	Cuantitativa	Calidad	$C = ((\text{Equipos aprobados} - \text{Equipos reprobados}) / (\text{Equipos puestos a prueba})) * 100$	Observación, digitación de datos, toma de tiempos y encuestas

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 365.

9.7. Fases de la investigación

A continuación, en los siguientes subíndices se describen las fases de la investigación.

9.7.1. Fase 1: Revisión documental

La revisión documental es un aspecto clave en la investigación, ya que permite recopilar información relevante sobre el tema de estudio y comprender el contexto en el que se desarrollan las ordenes de trabajo. En este caso, se revisará la documentación existente sobre los procesos y la data en el sistema de planificación de producción para obtener una visión general de la situación actual y de cómo se llevan a cabo las ordenes de trabajo en la industria de extracción y refinería del petróleo. Con esta información, se podrá identificar las fortalezas y debilidades del sistema actual y determinar áreas de mejora para desarrollar un protocolo de ordenamiento más efectivo y eficiente. La revisión documental es un paso importante en la investigación, ya que permite fundamentar teóricamente la propuesta y tener una base sólida para la toma de decisiones.

9.7.2. Fase 2: Diagnóstico de operación de instalación en sitio

El diagnóstico se ejecutará previo a la operación de ordenamiento en piso, analizando la propuesta hecha en el 2021 para la instalación de la planta en Costa Rica contra el nuevo protocolo considerando variables que incluye la planificación y su eficiencia, el correctas de materiales necesarios y la calidad de la instalación en sitio.

9.7.3. Fase 3: Definición de la estrategia con metodología *Lean Manufacturing*

La estrategia contempla los ajustes necesarios para que el protocolo diseñado permita el óptimo aprovechamiento del espacio disponible de la nave industrial, satisfaciendo las necesidades de la planta, así mismo ejecutando tiempos y recursos disponibles de manera eficiente.

9.7.4. Fase 4: Definición de evaluación de desempeño.

La medición de desempeño será directamente proporcional a la eficacia de la ejecución en la instalación en sitio y en la eficiencia de aprovechamiento tanto de mano de obra del equipo de operarios asignados y en el manejo de los recursos consumibles disponibles para la operación.

9.8. Población y muestra

La población total comprende los 25 colaboradores que realizan actividades con del departamento de producción. Para poder realizar esta investigación se ha seleccionado los trabajadores que realizan las actividades operativas del área de manufactura y al personal administrativo encargado de la dirección del proyecto.

Aplicando un el análisis de muestreo estadístico con un nivel de confianza del 95% con un error permitido de 5 % se calcula el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N p (1 - p) Z^2}{(N - 1) e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

p = probabilidad de éxito

Z = tipificación del nivel de confianza de la distribución normal

e = error de la muestra

Realizando la sustitución de los valores en la ecuación:

$$n = \frac{25 (0.50)(1 - 0.50)(1.96)^2}{(25 - 1) (0.05)^2 + (0.50)^2 (1.96)^2} = 23.93 \approx \mathbf{24 \text{ personas}}$$

Dando como resultado el tamaño de la muestra de la investigación que es en este caso de 24 personas.

9.9. Técnicas y metodología

Dentro de las técnicas, metodologías y herramientas, divididas en dos grandes grupos, a utilizar podemos mencionar:

- Observación: se observará las actividades relacionadas a la producción en manufactura, se realizará toma de datos como consideraciones para la instalación y toma de tiempo del procedimiento con el objeto de poder tener la información necesaria para la instalación en de la nave industrial en sitio.
- Entrevistas: Se llevarán a cabo entrevistas al personal que trabaja en operaciones críticas y a los supervisores de producción con el objetivo de

obtener información relevante acerca de los problemas más comunes que generan defectos y reprocesos en el proceso de manufactura.

- Listas de verificación: Se utilizará para realizar inspecciones de los procesos bajo un estándar establecido, en busca de hallazgos relevantes para el diseño del protocolo a proponer.

9.10. Resultados esperados

Como conclusión de la metodología se espera poder tener la visibilidad de tener la información necesaria realizar de la mejor manera posible investigación presente, teniendo presente los objetivos y herramientas planteadas para su ejecución. De esta manera concretar el protocolo deseado de la distribución de ordenamiento de una planta de extracción y refinería de petróleo.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

En la siguiente sección se describirán las herramientas y técnicas que se utilizarán para el análisis y procesamiento de los datos recopilados en la investigación. El objetivo es seleccionar las herramientas más adecuadas y eficaces para procesar los datos y obtener resultados precisos y confiables.

10.1. Herramientas estadísticas

En el presente estudio, se utilizarán herramientas de carácter estadístico para analizar los datos recopilados. Estas herramientas permitirán obtener información relevante sobre la población y la muestra estudiada, dichas herramientas se detallan a continuación.

10.1.1. Media

Esta medida se utilizará para identificar la tendencia central de los valores que se recolectarán en la etapa de investigación. Se aplicará sobre los tiempos en producción y los consumibles por tareas, lo que permitirá tener un dato de comparación para las tareas repetitivas y llegar a un estándar en producción. Además, se utilizará para determinar la dispersión de los datos, lo que permitirá identificar si los datos están agrupados o si están dispersos, lo que puede ayudar a tomar decisiones en cuanto a la optimización de los procesos de producción.

10.1.2. Desviación

La desviación estándar, como se mencionó anteriormente, es una medida estadística que mide la dispersión de los datos con respecto a la tendencia central. En este caso, se aplicará sobre los tiempos de producción y los consumibles por tarea para poder analizar el comportamiento que tienen y detectar posibles desviaciones o variaciones que puedan afectar el proceso de producción.

Una vez detectadas estas desviaciones, se podrán tomar medidas para corregirlas y mejorar la eficiencia y eficacia en el proceso. Además, la desviación estándar permitirá ajustar y mejorar la planificación y el *forecast* para una mejor gestión de recursos y una mayor optimización en la producción.

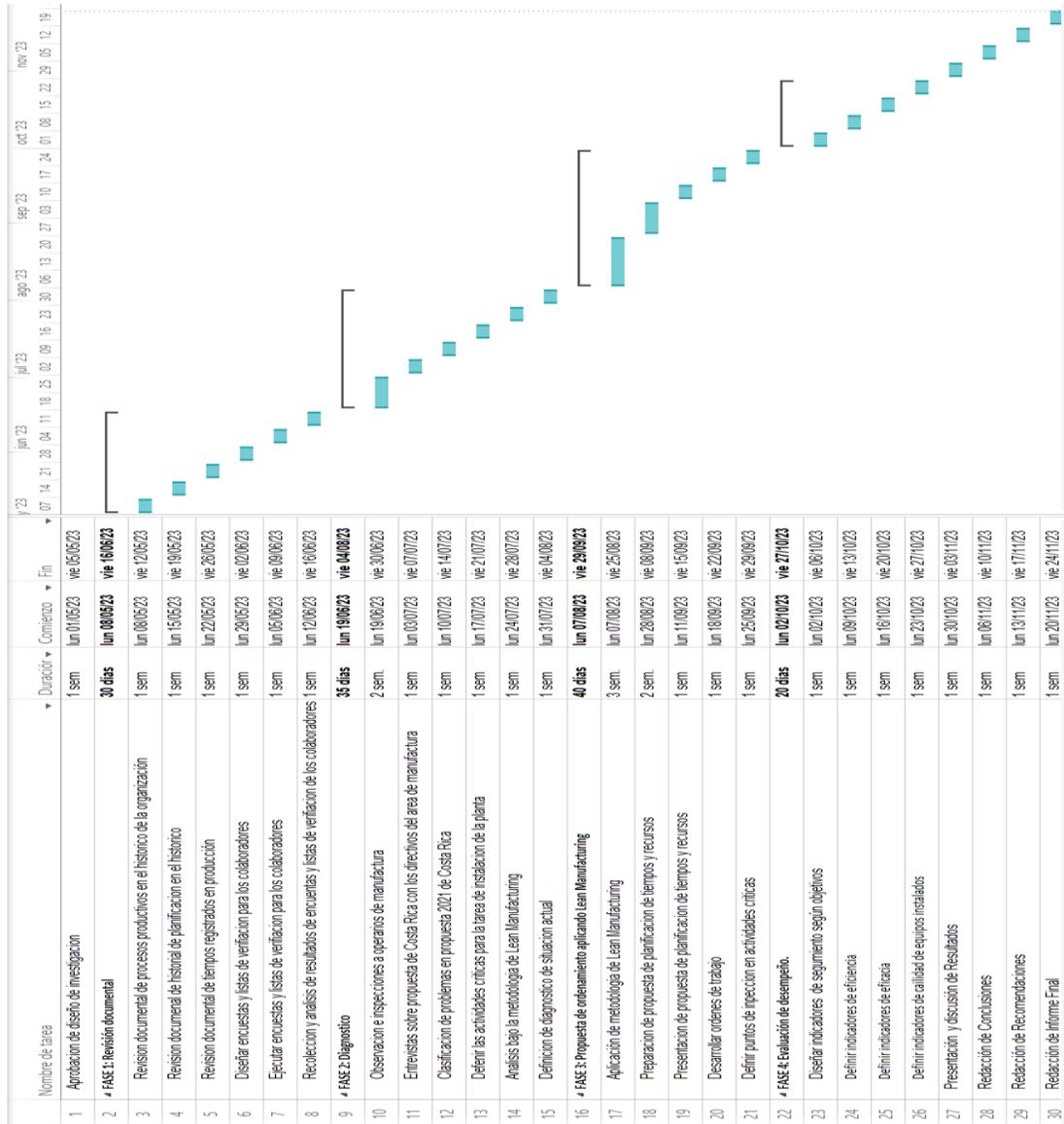
10.1.3. Gráfico de Pareto

Se trata de una herramienta que permite representar gráficamente la frecuencia de aparición de problemas o causas en un conjunto de datos. De esta manera, se pueden identificar, priorizar y mitigar los problemas que contribuyen en mayor medida a la investigación presente.

Así mismo se utilizará para analizar la frecuencia de las variables que pueden afectar la instalación de plantas industriales de extracción y refinería de petróleo. De esta forma, se podrá identificar las variables que más inciden en el proceso y priorizarlas para enfocar los esfuerzos en resolverlas de manera eficiente. Además, este gráfico también permitirá entender si los indicadores propuestos bajan de lo esperado y verificar las posibles causas de una desviación alta.

11. CRONOGRAMA

Figura 1. Cronograma de investigación



Fuente: elaboración propia, realizado con Project 2019.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente diseño de investigación se realiza con los recursos propios disponibles del investigador, los medios disponibles se utilizarán de la siguiente manera:

Tabla III. Recursos necesarios para la investigación

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Recursos humanos			
Honorarios de asesor (Ad honorem)	1	Q -	Q -
Recursos materiales			
Hojas de papel bond (Resma)	4	Q 40.00	Q 160.00
Tinta de impresora (Cartucho)	2	Q 100.00	Q 200.00
Folder	5	Q 1.00	Q 5.00
Ganchos para folders	3	Q 0.50	Q 1.50
Servicios			
Teléfono celular con línea internacional (Mes)	6	Q 300.00	Q 1,800.00
Servicio de internet (Mes)	6	Q 200.00	Q 1,200.00
Transporte automóvil	6	Q 800.00	Q 4,800.00
Vuelos a Costa Rica	3	Q 1,700.00	Q 5,100.00
Hospedaje	3	Q 1,000.00	Q 3,000.00
Imprevistos			
10% sobre imprevistos	1	Q 1,626.65	Q 1,626.65
Total			Q 17,893.15

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Según el análisis de los recursos necesarios el estudio de investigación es factible para realizarse.

13. REFERENCIAS

1. Apushón, M. (2019). *Incremento de la productividad del área de costura de la línea de producción de calzado escolar en el segmento femenino en Plasticaucho Industrial S.A. Utilizando la metodología de manufactura esbelta* (Tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19986/1/CD-9349.pdf>
2. Barcia, K. y Hidalgo, D. (octubre, 2006). Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricería de una Empresa Extrusora de Aluminio. *Revista Tecnológica ESPOL*, 18(1), 69-75. Recuperado de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/226/>
3. Bermejo, M. (2011). *El Kanban*. Barcelona, España: UOC.
4. Castañeda, S. (2020). *Modelo de planificación para el requerimiento de materiales en la fabricación de tapadera para envases de linaza, utilizando la herramienta mrp i en una empresa manufacturera de plásticos* (Tesis de Maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13324/1/Sandy%20Zucely%20Casta%C3%B1eda%20Choc.pdf>
5. Cruelles, J. (2012). *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*. España: Marcombo.

6. Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad: Implantación, control y certificación*. España: Profit Editorial.
7. Gary, J., Handwerk, G., Kaiser, M. y Lee, F. (2007). *Petroleum refining: technology and economics*. Boca Raton, FL: CRC Press.
8. Gil, P. (2015). *Plataformas petrolíferas y procesos para la extracción del petróleo*. España: Escuela Politécnica Superior de Ingeniería. Recuperado de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1162/Plataformas+petroliferas+y+procesos+para+la+extraccion+del+petroleo+.pdf?sequence=1>.
9. Herrera, R. (2018). *Desarrollo de la metodología 5's para el área de colonias como pilar del manejo productivo total (TPM) y mejora de la productividad, en una empresa cosmética* (Tesis de maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10311/1/Carolina%20Herrera%20Rosales.pdf>
10. Mankiw, N. (2014). *Principios de economía*. Estados Unidos: Cengage Learning Editores.
11. McClay, R. (24 de septiembre de 2022). How the Oil and Gas Industry Works. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.investopedia.com/investing/oil-gas-industry-overview/>
12. Pachacama, D. (2019). *Mejora de la productividad, en el área de mecanizado transfer para la fabricación de grifería en la empresa*

Franz Viegner, mediante la implementación de la metodología Lean Manufacturing (Tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20581/1/CD%2010078.pdf>

13. Seisdodos, D. (2020). *Diseño de un modelo de gestión de proyectos para el departamento de infraestructura en una industria química* (Tesis de maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14248/1/Diego%20Antonio%20Seisdodos%20Javier.pdf>
14. Womack, J., Jones, D. y Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: The story of lean production*. Londres, Inglaterra: Free Press; Reprint edición.
15. Yergin, D. (2008). *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money, and Power*. Estados Unidos: Free Press.

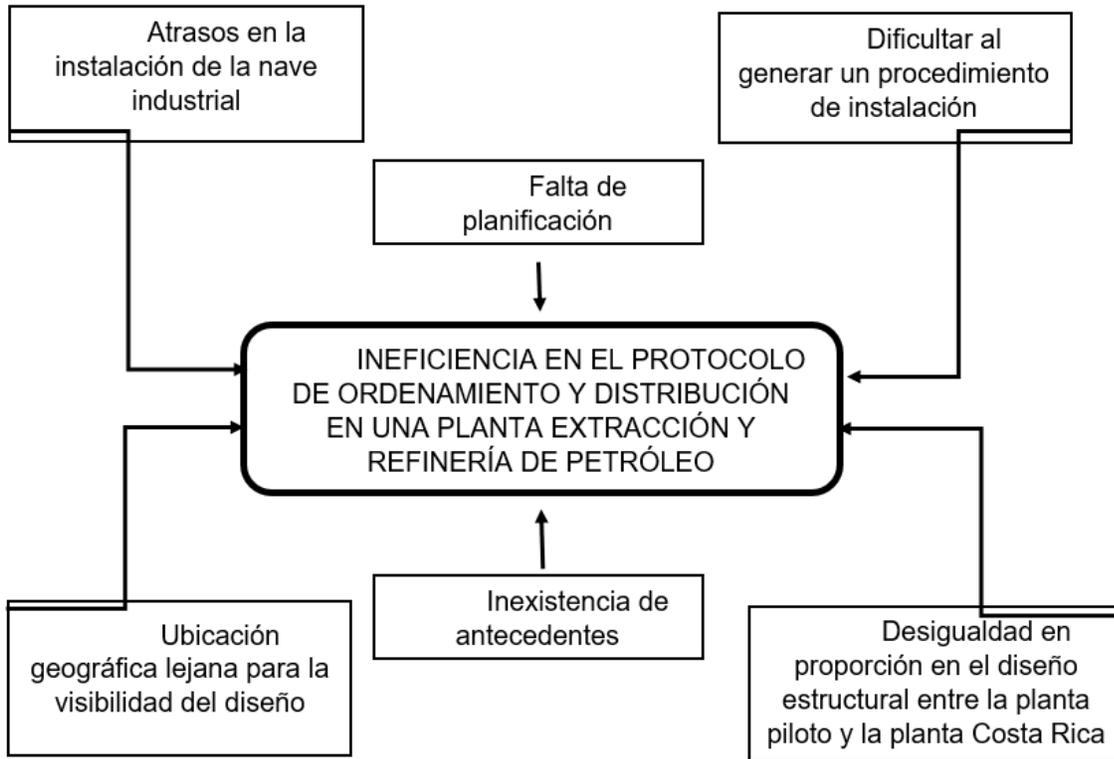
14. APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de Coherencia

Tema	Título	Problema	Pregunta central	Preguntas secundarias	Objetivo guía	Objetivos específicos
Protocolo de ordenamiento de una planta extracción y refinería de petróleo	DISEÑO DE UN PROTOCOLO DE ORDENAMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN EN UNA PLANTA EXTRACCIÓN Y REFINERÍA DE PETRÓLEO, MAXIMIZANDO EL APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO	Ineficiencia en el protocolo de ordenamiento y distribución en una planta extracción y refinería de petróleo.	¿Cuál es el diseño de protocolo de ordenamiento óptimo para la distribución de una planta de extracción y refinería de petróleo considerando el espacio disponible ubicado en costa Rica?	¿Como se realizaría el diseño de ordenamiento y distribución en una planta extracción y refinería de petróleo tomando en cuenta el espacio disponible? ¿Qué estrategia de distribución permite el óptimo ordenamiento de una planta de extracción de petróleo y refinería de lubricantes? ¿Como medir la eficiencia la distribución y aprovechamiento del espacio donde se realizará la instalación de la planta?	Diseñar un protocolo de ordenamiento y distribución en una planta de extracción y refinería de petróleo.	Realizar un diagnóstico del diseño definido y distribución en una planta extracción y refinería de petróleo tomando en cuenta el espacio disponible considerando la propuesta realizada en el mes de octubre del 2021. Identificar la estrategia de distribución que se ajuste de mejor manera al tipo de planta y que permita el óptimo aprovechamiento del espacio disponible de la nave industrial. Proponer indicadores de desempeño para la distribución en piso del aprovechamiento del espacio donde se realizará la instalación de la planta de extracción y refinería de petróleo.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365.

Apéndice 2. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word 365.