

Gamaliel Bernabé Batz Pérez

PLAN PARA MANTENIMIENTO A INSTALACIONES DE PLANTA  
REFINADORA OLMECA, S.A., FRAIJANES, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:  
Ingeniero Agrónomo Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN PARA MANTENIMIENTO A INSTALACIONES DE PLANTA  
REFINADORA OLMECA, S.A., FRAIJANES, GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Gamaliel Bernabé Batz Pérez.

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería  
Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN PARA MANTENIMIENTO A INSTALACIONES DE PLANTA  
REFINADORA OLMECA, S.A., FRAIJANES, GUATEMALA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee.

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos.

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Esta tesis fue presentada por el autor,  
previo a obtener el título universitario en  
el grado académico de Licenciado en  
Ingeniería Civil con énfasis en  
Construcciones Rurales.

F-14-04-2020-15  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Experto Metodológico  
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO  
15.10.2021.156

El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académicos al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar **Setenta y dos (72)** sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: **“PLAN PARA MANTENIMIENTO A INSTALACIONES DE PLANTA REFINADORA OLMECA, S.A., FRAIJANES, GUATEMALA.”** formulado por **Gamaliel Bernabé Batz Pérez**, titular del carné **14-000-0891**; inscritos en la **Facultad de Ingeniería de ésta universidad**.
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 15 de octubre de 2021



Oscar Reynaldo Zúñiga Cambara  
Ingeniero Ambiental,  
Magíster in Scientiis en Investigación con énfasis en Proyectos  
Experto(a) Metodológico (a)

*Oscar Reynaldo Zúñiga Cambara*  
Ingeniero Ambiental  
colegiado No. 4277



F-14-04-2020-14  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Asesoría de tesis  
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS

El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

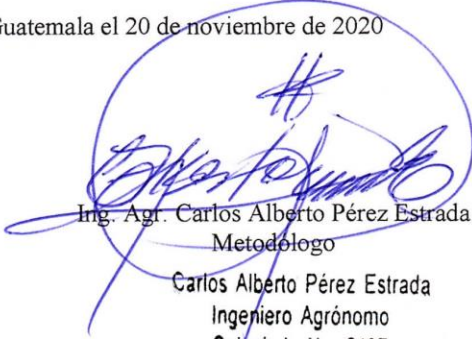
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativas aplicables,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo de graduación denominado: Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala., formulado por Gamaliel Bernabé Batz Pérez titular del carné 14-000-0891 inscrito en la Facultad de Ingeniería de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos que considere convenientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 20 de noviembre de 2020

  
Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada  
Metodólogo  
Carlos Alberto Pérez Estrada  
Ingeniero Agrónomo  
Colegiado No. 5487



F-18-06-2018-01  
Universidad Rural de Guatemala  
Programa de Graduación  
Carta de aprobación  
Asesor General Metodológico  
Guatemala, 12 de noviembre de 2020

Asunto: Aprobación del informe final  
de graduación y solicitud de conformación  
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.", a cargo del estudiante: Gamaliel Bernabé Batz Pérez; Carné: 14-000-0891; perteneciente al grupo 02-723-000-20; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada  
Asesor General Metodológico

Carlos Alberto Pérez Estrada  
Ingeniero Agrónomo  
Colegiado No. 5487

C.C. Archivo personal

Señor  
Coordinador General  
Programa de Graduación  
Universidad Rural de Guatemala  
Presente

## ACTO QUE DEDICO A

- A DIOS: Por su fidelidad, por permitirme cumplir este sueño y por ser siempre el proveedor en mi vida.
- A MI ESPOSA: Siempre ser mi apoyo incondicional, por estar a mi lado motivándome a cumplir mis sueños.
- A MI HIJA: Ser esa luz que me motiva a luchar y crecer cada día.
- A MI MAMA: Darme el ejemplo de lucha y superación en mi vida.
- A MIS HERMANOS: Por compartir este éxito en mi vida.



## PRÓLOGO

A raíz del estado de las instalaciones de infraestructura, se ha visto afectado en sus condiciones y así provocar daños que repercuten la operación, costos y ambientes en mal estado para la empresa Olmeca, S.A. Por dicho argumento la investigación “Plan para mantenimiento a instalaciones” se realiza como medio de solución para la problemática.

La investigación resulta del requerimiento preliminar solicitado por la Universidad Rural de Guatemala para poder optar al título en el grado académico de Licenciatura como Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales, según los requisitos establecidos por la institución.

Así mismo la presente investigación servirá de fuente para realizar toda consulta que requieran futuros profesionales interesados en problemáticas de acuerdo con el tema que se establece en el documento.

## PRESENTACIÓN

Este documento es resultado de toda la investigación realizada durante seis meses del presente año, por el estudiante autor. El documento de investigación comprende la propuesta “Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala” para poder optar al título en el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, según los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala y facultad de Ingeniería.

En el documento de investigación se constató el incremento de daños que existen dentro de las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A. por tener un deficiente mantenimiento a las instalaciones durante 5 años.

## ÍNDICE

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Hipótesis .....	1
1.3 Objetivos .....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.2 Objetivo específico.....	2
1.4 Justificación.....	2
1.5 Metodología.....	2
1.5.1 Métodos.....	2
1.5.2 Técnicas.....	3
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	79
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	90
IV.1 Conclusiones .....	90
IV.2 Recomendaciones.....	91
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## Índice de cuadros

Cuadro 1:	Incremento de daños en instalaciones de la planta.....	80
Cuadro 2:	Tiempo en el que existe el incremento de daños en instalaciones de la planta.....	81
Cuadro 3:	Dificultades por el incremento de daños en las instalaciones de la planta.....	82
Cuadro 4:	Necesidad de realizar reparaciones por el incremento de daños en instalaciones de la planta.....	83
Cuadro 5:	Realizar mejoras por el incremento de daños en instalaciones de la planta.....	84
Cuadro 6:	Existencia de plan para mantenimiento de instalaciones de la planta.....	85
Cuadro 7:	Necesidad de implementar el plan de mantenimiento a instalaciones de la planta.....	86
Cuadro 8:	Falta de plan de mantenimiento que afecta el ambiente laboral de los colaboradores.....	87
Cuadro 9:	Implementación de plan para mantenimiento para mejorar las instalaciones de la planta.....	88
Cuadro 10:	Implementación de plan para mantenimiento para mejorar el ambiente laboral de las áreas de trabajo.....	89

## Índice de graficas

Gráfica 1: Incremento de daños en instalaciones de la planta.....	80
Gráfica 2: Tiempo en el que existe el incremento de daños en instalaciones de la planta.....	81
Gráfica 3: Dificultades por el incremento de daños en las instalaciones de la planta.....	82
Gráfica 4: Necesidad de realizar reparaciones por el incremento de daños en instalaciones de la planta.....	83
Gráfica 5: Realizar mejoras por el incremento de daños en instalaciones de la planta.....	84
Gráfica 6: Existencia de plan para mantenimiento de instalaciones de la planta.....	85
Gráfica 7: Necesidad de implementar el plan de mantenimiento a instalaciones de la planta.....	86
Gráfica 8: Falta de plan de mantenimiento que afecta el ambiente laboral de los colaboradores.....	87
Gráfica 9: Implementación de plan para mantenimiento para mejorar las instalaciones de la planta.....	88
Gráfica 10: Implementación de plan para mantenimiento para mejorar el ambiente laboral de las áreas de trabajo.....	89

## Índice de imágenes

Imagen 1:	Daños leves.....	6
Imagen 2:	Daños graves.....	7
Imagen 3:	Daños arquitectónicos.....	9
Imagen 4:	Daños que afectan la construcción.....	10
Imagen 5:	Daños estructurales.....	12
Imagen 6:	Daños por mala calidad de materiales.....	15
Imagen 7:	Daños por falta de mantenimiento.....	17
Imagen 8:	Daños en edificaciones.....	19
Imagen 9:	Fachada de edificio.....	38
Imagen 10:	Paredes con agujeros.....	39
Imagen 11:	Columnas con acero expuesto.....	41
Imagen 12:	Mantenimiento de pintura a estructura y techo.....	43
Imagen 13:	Pavimentos de tránsito vehicular.....	58
Imagen 14:	Pisos de bodegas de almacenamiento.....	58
Imagen 15:	Estado de pisos epóxicos en áreas de producción.....	65
Imagen 16:	Estructuras de bodega.....	68
Imagen 17:	Estado de cubiertas en planta.....	76

## Índice de tablas

Tabla 1:	Indicadores de revisiones mensuales.....	20
Tabla 2:	Indicadores de trabajos ejecutados.....	21
Tabla 3:	Indicadores de trabajos no ejecutados.....	21
Tabla 4:	Mantenimiento a cimientos.....	35
Tabla 5:	Mantenimiento a estructuras.....	46
Tabla 6:	Mantenimiento a fachadas.....	37
Tabla 7:	Mantenimiento a paredes.....	39
Tabla 8:	Mantenimiento a columnas.....	40
Tabla 9:	Mantenimiento a vigas.....	42
Tabla 10:	Mantenimiento a acabados.....	42
Tabla 11:	Mantenimiento a pintura.....	43
Tabla 12:	Mantenimiento a red sanitaria.....	45
Tabla 13:	Mantenimiento a red de aguas pluviales.....	45
Tabla 14:	Mantenimiento a red de aguas residuales.....	46
Tabla 15:	Indicador financiero.....	47
Tabla 16:	Indicador de cliente interno.....	47
Tabla 17:	Indicador interno de mantenimiento.....	48
Tabla 18:	Formato de revisión de áreas.....	52
Tabla 19:	Formato de ejecución.....	55
Tabla 20:	Tipos de pisos industriales.....	59

Tabla 21:	Reparación de fisuras y grietas en pisos.....	61
Tabla 22:	Reparación de pisos cerámicos.....	62
Tabla 23:	Reparación de pisos de madera.....	63
Tabla 24:	Mantenimiento de estructuras metálicas.....	69
Tabla 25:	Mantenimiento de estructuras de concreto.....	71
Tabla 26:	Mantenimiento de cubiertas.....	75



## **Índice de diagramas**

Diagrama 1: Ejecución de mantenimiento preventivo.....	27
Diagrama 2: Ejecución de mantenimiento correctivo.....	30
Diagrama 3: Proceso para mantenimientos.....	33

## Índice de figuras

Figura 1:	Conformación de un piso.....	57
Figura 2:	Proceso de reparación de piso con fisuras o grietas.....	61
Figura 3:	Reparación de piso cerámico.....	62
Figura 4:	Sistemas y subsistemas de una edificación.....	73
Figura 5:	Clasificación de cubiertas.....	74
Figura 6:	Partes de una cubierta.....	75

## I. INTRODUCCIÓN

El documento de investigación consta de dos tomos y cada uno de ellos con sus anexos respectivos donde se puede obtener toda la información acerca de la problemática y el medio de solución para la planta refinadora Olmeca, S.A. y así mejorar su plan para el mantenimiento de las instalaciones.

La investigación sirve como requisito previo para poder optar al título de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales y grado académico en Licenciatura, de acuerdo con los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala y su facultad de Ingeniería. También servirá como fuente de investigación para consultas relacionadas a la resolución de problemas de mantenimientos en plantas para estudiantes y profesionales que así lo requieran.

### 1.1 Planteamiento del problema

En el presente documento de investigación acerca de plan para mantenimiento de instalaciones surge del incremento de daños durante los últimos 5 años que existe en las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A. ubicada en el municipio de Fraijanes del departamento de Guatemala provocado por el deficiente mantenimiento a cada una de sus instalaciones.

Es necesario que la planta pueda realizar la ejecución de plan de mantenimiento en conjunto con el personal del área de mantenimiento y como responsable el área de proyectos, para así mejorar las instalaciones y tener reducir los daños en sus áreas de procesos, producción y administrativas, para brindar un mejor y agradable ambiente laboral de sus trabajadores.

### 1.2 Hipótesis

El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento.

¿Será la falta de plan para mantenimiento, la causante del incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento?

### 1.3 Objetivos

Los objetivos establecidos en la investigación son los siguientes:

#### 1.3.1 Objetivo general

Reducir daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

#### 1.3.2 Objetivo específico

Contar con eficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

### 1.4 Justificación

Es importante y necesario poder contar con eficientes planes de mantenimiento en las industrias alimenticias, así mantener en óptimas condiciones su infraestructura. Es fundamental contar con este tipo de planes, ya que, al carecer de estas herramientas, se tiene el incremento de daños en las instalaciones y afecta las producciones de las empresas, y se refleja en sus costos por constantes reparaciones que afecta los presupuestos, así como en el paro de sus operaciones al reducir la producción de acuerdo con lo planeado. Se mejorará las condiciones de infraestructura y también aumentar la productividad del personal por tener ambientes adecuados de trabajo.

### 1.5 Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

#### 1.5.1 Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación con la formulación de la hipótesis y la comprobación de esta; así:

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramas de los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, analítico y sintético.

#### 1.5.1.1 Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

Para realizar la formulación de la hipótesis el método principal que se utilizó fue:

- Método deductivo: este método ayudo a conocer la situación general de las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A. ubicada en el municipio de Fraijanes del departamento de Guatemala.
- Método del marco lógico: este método ayudó a encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, así poder definir el área de trabajo y tiempo a utilizar para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis se encuentre dentro de este documento, en el anexo (I) o árbol de problemas. Con el marco lógico también se logró alcanzar el objetivo general y específico de la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento”.

#### 1.5.2 Técnicas

Las técnicas empleadas variaron según la etapa en la formulación de la hipótesis y se comprobó de la siguiente manera:

##### 1.5.2.1 Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Así poder utilizar las técnicas que se describen a continuación:

- Observación directa: esta técnica se utilizó directamente a todas las instalaciones de la planta Olmeca, S.A. para el efecto, de revisión del estado en el cual se encontraba la infraestructura de las instalaciones y las fallas a corregir.
- Investigación documental: Esta técnica se utilizó para los efectos de determinar el tipo de plan y que tipo de registros se utilizarían para dar solución a la problemática actual a investigar, así sustentar en base a consultas realizadas de libros, manuales y documentos existentes para analizar los datos y dar soluciones razonables, así también realizar procesos de análisis, síntesis y deducción de documentos consultados.
- Censo: al tener planteada la idea general de la problemática a resolver, se realizó un censo al personal de mantenimiento de la planta, lo cual permitió recopilar datos indispensables para dar solución a la problemática detectada.

## II MARCO TEÓRICO

El presente documento de investigación está centrado en la investigación a cerca de mantenimiento a instalaciones de plantas refinadoras. En este documento se desglosan conceptos, indicadores, definiciones acerca del mantenimiento de una instalación. Se desarrolla el actual capítulo al tomar en cuenta bibliografía nacional y extranjera, con el fin de dar sustento al contenido de la investigación.

### Daños

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) hablan de las obras de construcción durante el tiempo de uso están expuestas a todo tipo de desgaste, provocados por situaciones de índole naturales como terremotos, vientos, tormentas, etc. Así también pueden ser provocados por un mal cuidado que se nota en el deterioro físico y hasta fallas que pueden afectar al usuario de la construcción. Esto se puede prever al corregir el deterioro presentado y según el efecto causado en la construcción, se realiza un tipo de mantenimiento o reparación puntual como lo amerite el tipo de falla que se va a corregir.

A continuación, se indican los daños que el autor en mención comenta que pueden existir en una construcción:

### Daños leves

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) comentan que este tipo de deterioros suelen ser demasiado minuciosos que a simple vista se podría decir que no afectan en el funcionamiento de una edificación. Al ser tan pequeños es muy fácil realizar la reparación o corrección. Lo significativo de estos daños leves es una corrección temprana ya que con el tiempo pueden agravarse e incrementar la complejidad y el aumento del costo. Fallas como estas se pueden observar al inicio del uso de la construcción, edificación, vivienda, etc.

Imagen 1: Daños leves.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

#### Daños moderados

De acuerdo con Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) este tipo de daños se caracterizan por ser más notorios que los daños leves, es necesaria su corrección, ya que, de prologarse, pueden afectar considerablemente la edificación. La reparación de este tipo de fallas no requiere de un tiempo tan prolongado, ni un presupuesto tan alto, sin embargo, puede aumentar su costo al no prestarle de debida atención. Algunos de estos necesitarán una corrección bastante puntual.

#### Daños graves

Según Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) los daños graves se caracterizan por perjudicar notoriamente una vivienda, construcción o edificación, afecta de manera que puede condicionar el funcionamiento de áreas específicas, instalaciones de algún tipo, equipos y llegar a poner en riesgo la seguridad.

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) comentan que, a diferencia de los daños moderados, estos requieren de una reparación específica con personal capacitado para ejecutarlo y garantizar los trabajos. Se debe de realizar inmediatamente la corrección para no poner en riesgo la seguridad de la edificación y afectar el funcionamiento. En



algunos casos es necesario realizar una remodelación o reparación completa de partes dañadas y hasta de áreas completas.

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) comentan que la principal consideración en este tipo de daños es la complicación que genera a las personas y lo fácil que puede llegar a ser un daño crítico sin posibilidades de realizar una reparación o corrección.

Imagen 2: Daños graves.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

Daños críticos

Según Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) dicen que los daños críticos son los que logran afectar una edificación a niveles críticos, hasta condicionar el funcionamiento óptimo de la construcción, vivienda, edificio, etc. Una de las principales características de un daño crítico, es el alto riesgo de seguridad hacia los usuarios.

Según Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) es necesario realizar la reparación del daño de manera urgente. Se debe determinar mediante un estudio el origen, y ejecutar la corrección, con el apoyo de personal altamente técnico, capacitado y experimentado para este tipo de trabajos, con la implementación de procedimientos adecuados, así de manera satisfactoria corregir el daño.

De acuerdo con Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) es importante tener una inspección preventiva para este tipo de daños, mantener un plan para realizar mantenimientos. Estos pueden tener diferencias según el impacto en las edificaciones. Así en el inicio de diseño, ejecución y finalización se debe de llevar un control para reducir estas correcciones.

#### Daños a obra gris

Viviescas (Viviescas, 2010) comenta que existen diferentes tipos de daños en obra gris que se pueden observar dentro de la construcción, se pueden clasificar de la siguiente manera:

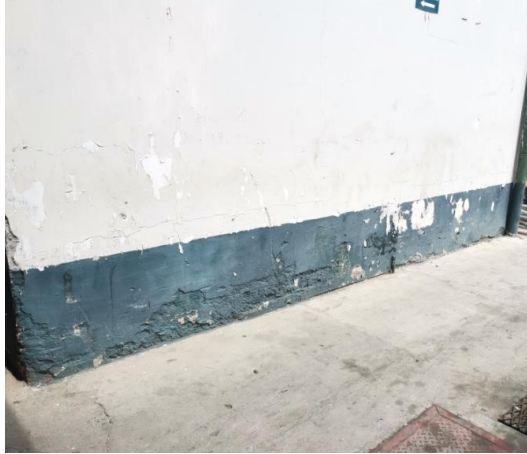
#### Daños estructurales

Para Quintero (Quintero, et al, 2013) se definen a los daños que perjudican la seguridad y vulnerabilidad de un edificio, vivienda o elemento constructivo. Estos se pueden definir como alteraciones o pequeñas grietas que se observan en elementos estructurales, tales como: muros de carga, columnas y vigas. Este tipo de daños puede afectar hasta el rompimiento o colapso de una construcción, vivienda, edificación, etc.

#### Daños arquitectónicos

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) dicen que estos daños se determinan por el aspecto que se ve en una edificación y se pueden definir como grietas pequeñas. Principalmente aparecen con frecuencia en los muros, superficies de pisos y en la superficie de los acabados de la construcción. Normalmente no sobre pasan un espesor de 0.5 mm en muros prefabricados o comúnmente contruidos de tabla yeso. En los muros de mampostería de block el espesor logra alcanzar más de 1 mm, y se pueden evidenciar fácilmente por los usuarios de las construcciones.

Imagen 3: Daños arquitectónicos.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

#### Daños ocultos o latentes

De acuerdo con Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) este tipo de daños se definen como mínimas fragilidades visibles en las estructuras y muy difícilmente se aprecian a simple vista. Se pueden detectar cuando se realiza una inspección en los diseños de cálculos, materiales utilizados en la fase de ejecución de la construcción y también se debe de evaluar el elemento estructural.

#### Daños de funcionamiento o utilidad

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) comentan que estos daños principalmente afectan a los usuarios cuando se utilizan las viviendas, edificaciones y otras construcciones. Se ven usualmente en las puertas y ventanas fijas, suelen apreciarse mayormente en muros prefabricados de tabla yeso y ventanas abatibles. Pueden aparecer por fallas tempranas en los materiales y filtraciones en los techos, debido a los movimientos constantes que tiene el suelo.

#### Daños funcionales en las estructuras

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) hablan de este tipo de daños es importante determinar el inicio de las grietas, que recorrido, longitud, espesor e inclinación y

especificar a qué elementos estructurales de la construcción o edificación afecto. Estos datos aportan mucho en conocer que repercusión de riesgo se encuentran los elementos.

Daños proporcionales que han afectado la construcción

Según Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) es un elemento valioso que ayuda a realizar una medición o alcance de los daños que han perjudicado a una construcción. Se puede determinar por la cantidad de elementos estructurales afectados. Principalmente deteriora a elementos como muros de carga, columnas de carga y vigas de carga en sistemas constructivos de pórticos, para medir el nivel de impacto en que se encuentran estos. Para los muros de carga, se valida los daños ocasionados en muros y losas de entrepisos ya que en ellos se evidencia el impacto que han sufrido las estructuras.

Imagen 4: Daños que afectan la construcción.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

De acuerdo con Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) se puede establecer que cantidad de daños han sufridos las estructuras. Esto se calcula en base a las áreas de muros o losas que han sido dañados, se toma la referencia de las áreas totales de muros y losas construidas. Se puede realizar mediante las fórmulas siguientes:

- % Daños de muros

$$\%Daño_{muros} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{largogrieta}_n \times \text{Altomuro}_n}{\text{Areatotalmuros}} \times 100$$

- % Daños en losas

$$\%Daño_{losa} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{largogrieta}_n \times \text{Altogrieta}_n}{\text{Areatotalconstrucción}} \times 100$$

#### Daños estructurales

Perusina (Perusina, 2012) habla que dentro de la construcción existen conductas en las edificaciones que se observan conforme estas se someten a cargas, y este debe ser el idóneo para poder tener una tolerancia a todo este tipo de cargas. Cuando las edificaciones o construcciones se ven sometidas a estas, se pueden evidenciar deformaciones que la construcción puede tolerar y dar seguridad, cuando se somete a fuerzas horizontales como verticales.

Cortes y Perilla (Cortes y Perilla, 2017) hablan de la importancia de conocer y comprender dentro del marco de la ingeniería, pues en el área del diseño de ingeniería uno de los principios fundamentales es, prevenir todo tipo de fallas. Se define como concepto de falla una irregularidad, deficiencia, imperfección, anomalía el no satisfacer lo esperado; la falla de un material que afecta la resistencia.

Cortes y Perilla (Cortes y Perilla, 2017) hablan a lo largo del tiempo en la ingeniería civil, base a la redactado anteriormente, se puede observar que en los proyectos, edificaciones o instalaciones existen sucesos que no se tienen previstos por los usuarios, constructores o ingenieros. No significa que bajo ese contexto cada proyecto o construcción tienden a tener fallas definitivas que conlleven el deterioro total de estos.

Para Cortes y Perilla (Cortes y Perilla, 2017) no es aceptable experimentar fallas estructurales en los proyectos, pero, para cada profesional es un reto y experiencia a cerca de este tema. Se es idóneo realizar una clasificación de las fallas, esto ayuda a poder conocerlas de manera ordenada. Este tipo de fallas estructurales se pueden clasificar como fallas catastróficas y no catastróficas. También se les puede clasificar como fallas iniciales y fallas suplementarias.

Cortes y Perilla (Cortes y Perilla, 2017) comentan que al existir fallas o daños estructurales muchas veces es el resultado de exceder el límite que soporta la estructura al exponerla a un uso. Estas fallas o daños no siempre pueden suceder por acciones de tipos mecánicos si no, también pueden estar expuestas a sucesos químicos, biológicos, y físicos. Se pueden dar circunstancias donde los daños estructurales pueden estar involucrados dos o más de los anteriores.

Para Perusina (Perusina, 2012) también de daños, existen síntomas que son indicios donde la estructura sufre algún suceso que puede perjudicarla, estos síntomas se pueden conocer como grietas, fisuras, fracturas, imperfecciones, deformaciones.

Imagen 5: Daños estructurales.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

### Causas que debilitan una estructura

De acuerdo con Perusina (Perusina, 2012) en una construcción las estructuras trascienden a la resistencia según el diseño y cálculo inicial, en esto se incluye el contorno de la estructura como su naturaleza, dimensión o ubicación de los elementos que la conforman, así también todos los elementos que no corresponden a ser estructurales.

Perusina (Perusina, 2012) habla de los diseños discretos a la rigidez en planta y elevación pueden afectar a la estructura, que, de manera inusual tenga reacciones que no son comunes en ellas. Estos comportamientos pueden causar daños y fallas que aumente la inseguridad de las construcciones, así causar daños estructurales a las construcciones.

### Daños por mal diseño

En base a Gómez y Palacios (Gómez y Palacios, 2011) existen daños estructurales por malos diseños de la estructura y estos pueden evidenciarse por varias causas como:

- Falta de especificaciones en los dibujos de planos.
- Cambios durante el proceso de construcción sin previo aviso a encargado de obra, ingeniero, etc.
- Errores en la aplicación de normas o métodos para cálculo.
- Realizar inapropiadamente cálculos de esfuerzos, darle confianza a software de diseños.
- Malas especificaciones de en cuanto a resistencias y características de materiales como acero y concreto.
- No complementar un diseño arquitectónico con el diseño estructural.
- Una mala información para la estimación de cargas en los diseños.
- No prever juntas de dilatación, de construcción o contracción en los proyectos. En todas las construcciones que implican concreto armado se debe

tomar en cuenta la existencia de grietas y fisuras, y estas se pueden contener mediante las juntas.

- Dejar de considerar un buen diseño de drenajes, pues estos, afectan cuando existe un contacto directo con el concreto, si hay acumulación de agua.

Daños por malos materiales de construcción

Gómez y Palacios (Gómez y Palacios, 2011) explican que existen fallas frecuentes por malos materiales, de los cuales se mencionan los siguientes:

- Utilizar agregados de un tamaño inapropiado.
- Mal control y dosificación de agua a las mezclas.
- No realizar ensayos de laboratorio para tener un mejor control con relación a calidad de materiales y así también una adecuada resistencia.
- Utilizar aceros de refuerzo de baja calidad y un deficiente anclaje con relación al desarrollo.
- Un mal fraguado en los tiempos de secado, esto genera una resistencia que afecta a la estructura. Afecta a las construcciones un retraso de fraguado en el concreto, esto afecta a que la estructura tenga fisuras al asentamiento y una mala relación mecánica entre el acero y el concreto.
- Un mal diseño de mezcla afecta de forma excesiva la resistencia del concreto y su conducta.
- No tener factores de seguridad con relación a los diseños de las mezclas.
- Tener mezclas comúnmente llamadas “pobres” dentro de la construcción, es decir, utilizar poco cemento. También el uso excesivo de cemento.



Imagen 6: Daños por mala calidad de materiales.



Fuente: Batz, G., agosto 2020

#### Daños por mala construcción

De acuerdo con Gómez y Palacios (Gómez y Palacios, 2011) hay diferentes tipos de sistemas para realizar proyectos de construcción, donde las estructuras de concreto armado y reforzado exigen sistemas constructivos idóneos y mantenimientos adecuados. Se debe contar con un equipo de trabajo que cumpla con mano de obra calificada y una experiencia para realizar este tipo de trabajos, aunque, daños de este tipo se pueden tener por las siguientes especificaciones:

- Un mal diseño y cálculo de formaletas.
- Deformaciones y fallas en las formaletas.
- El no considerar tolerancias permisibles en las dimensionales de los elementos estructurales.
- Una mala supervisión en la instalación de formaletas, previo a realizar fundiciones.
- La mala instalación y aseguramiento del acero para refuerzo, esto hace que existan desplazamientos en las fundiciones.

- Falta de verificación y supervisión en el armado de elementos estructurales como vigas, columnas, cimentación con el fin de velar que se cumpla las especificaciones descritas en los planos y de cálculo.
- Falta de una mala interpretación en planos constructivos.
- Utilizar las estructuras antes que el concreto y elementos hayan alcanzado la resistencia apropiada.
- No prever las juntas de dilatación, de construcción y contracción en un proyecto o construcción.
- Realizar malos procesos de izaje a los elementos estructurales, hace que esto implique futuras deformaciones, fracturas o fallas que pongan en riesgo el estado de la construcción.

#### Daños por falta de mantenimiento

Según Gómez y Palacios (Gómez y Palacios, 2011) cuando se habla de falta de mantenimiento a estructuras existen estados, daños y desgaste en los materiales que no pueden ser previsible. Se debe y es esencial contar con revisiones periódicas para mantener la integridad estructural, seguridad de los elementos estructurales, buen funcionamiento, durabilidad, estabilidad y que la conducta de estos sea buena. Para esto es importante contar con mantenimientos y reparaciones de las estructuras.

De acuerdo con Gómez y Palacios (Gómez y Palacios, 2011) cuando una estructura empieza funcionar según para lo que fue diseñada, lo ideal es darle mantenimiento que ayude a darle durabilidad a los elementos, para integrar inspecciones con periodicidades establecidas. Esto ayudara a verificar las condiciones e implementar un mantenimiento.

Los mantenimientos que sean creados se podrán definir como preventivos, correctivos y curativos, estos se definen conforme la necesidad y condiciones que presenten las estructuras.

Imagen 7: Daños por falta de mantenimiento.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

#### Daños a edificaciones

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) comentan que la comprobación de una construcción no finaliza en la entrega concluyente, ya que esta se traslada a la fase de asistencia. Las construcciones con el tiempo sufren desgastes y como parte de sus prevenciones, estas deben de evitarse, y si lo amerita, se debe de realizar su corrección para que las edificaciones puedan tener una durabilidad y cumplir con los estándares establecidos para el uso del cliente.

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) comenta que se debe de realizar una adecuada planificación de la construcción, hasta su ejecución, para que esta cumpla con la meta establecida al inicio del proyecto presentado.

Ching y Adams (Ching y Adams, 2008) indican que, para realizar un excelente diseño y una excelente ejecución al construir las edificaciones, se debe de tener un amplio conocimiento en métodos o técnicas de construcción, elementos constructivos y materiales de construcción, para que estos puedan tener una aplicación correcta al ejecutar la edificación. Esto no asegura que al construir cualquier tipo de edificaciones

no surjan inconvenientes y se debe estimar algún procedimiento constructivo basado en el ordenamiento.

Un sistema puede definirse como el conjunto de partes interrelacionadas e interdependientes e interdependientes que forman un todo unificado más complejo y que sirven a un propósito común. Un edificio puede entenderse como un cuerpo físico de varios sistemas y subsistemas que necesariamente deben estar relacionados, coordinados e integrados unos con otros, así como con la forma tridimensional y la organización espacial del edificio en conjunto. (Ching y Adams 2008) pág.: 41.

Como indica Astorga y Rivero (Astorga y Rivero, 2009) una edificación a lo largo de su uso o inclusive durante la construcción van a presentar fallas, como ya se ha mencionado anteriormente estos pueden darse por diseños o cálculos estructurales, así también el uso de materiales de construcción defectuosos y una mala ejecución durante del proceso constructivo, entre ellos se puede mencionar los siguientes:

- Esfuerzos de cortante y tensión en vigas y columnas.
- Falta de resistencia al cortante en los entrepisos.
- En las conexiones entre vigas-columnas por una mala adherencia.
- Existencia de esfuerzos en muros cortantes.
- Efectos torsionales provocados por las asimetrías.
- Existencia de golpeteos entre edificios.
- Hay variaciones de rigidez en las alturas de los edificios.
- Cuando existen columnas cortas, estas causan esfuerzos de grandes magnitudes.
- Desplazamiento de pisos superiores por la amplificación.

Imagen 8: Daños en edificaciones.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

#### Indicadores de daños a edificaciones de plantas refinadoras

Según Villagarcía (Villagarcía, 2014) habla que los indicadores ayudan a procesar información que se ha recopilado desde datos cuantitativos. Estos datos se obtienen a partir de mediciones y evaluaciones por medio de una organización, empresa, entidad, etc. Cuando se realiza la evaluación y medición de la información o datos recopilados, se pueden reconocer puntos de vista, detalles y valoraciones de lo que se ha evaluado, así, conocer si se han logrado los objetivos o metas.

#### Aspectos de los indicadores

Para definir los indicadores Villagarcía (Villagarcía, 2014) indica que se deben de tener ciertos aspectos para poder fijar los indicadores:

- **Selectivo:** Realizar una identificación de que indicadores son los que trasladen información puntual, para tener claro cuáles son los aspectos para mejorar. No sirve tener una gran cantidad de indicadores, si estos no reflejan información necesaria.

- Simple: Cada indicador tiene como objetivo brindar información de forma sencilla de como ejecutar las acciones, se debe limitar a realizar cálculos complejos.
- Accesible: Para la recopilación de datos, tiene que ser de forma fácil y rápida.
- Costos bajos: Al realizar la recopilación de datos y procesarlos, se debe prever que esto no tenga un mayor costo que el objetivo trazado.
- Trazabilidad: Es vital que la elaboración de cada indicador sea realizada de manera eficiente y tener registros, para que al requerir algún dato se tenga la facilidad de obtenerlo.
- Prueba: Todo indicador previo a ejecutarlo, debe de tener un tiempo donde se compruebe que es útil y se puede lograr los objetivos.

#### Medición de los indicadores

Para poder tener parámetros de los indicadores Villagarcia (Villagarcia, 2014) habla que existen unidades para hacer la medición, según las variables que se involucren para los indicadores, de las más utilizadas se pueden mencionar las siguientes:

- Frecuencia: Datos absolutos de incidencias ocurridas que han sido evidenciadas en tiempo establecido.
- Porcentaje
- Tiempo
- Relación de la cantidad con la variable establecida.

Indicadores de mantenimiento en instalaciones a planta refinadora.

Tabla I. Indicadores de revisiones mensuales.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto (proyección)
Revisiones realizadas	25	30	30	35	40	45	45	36
Revisiones reportadas	25	30	30	35	40	45	45	36

% Ejecutado	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Batz, G., julio 2020.

Tabla II. Indicadores de trabajos ejecutados.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto (proyección)
Trabajos reportados	25	30	30	35	40	45	45	36
Trabajos realizados	20	25	20	35	35	45	40	31
% Ejecutado	80%	83%	67%	100%	88%	100%	89%	87%

Fuente: Batz, G., julio 2020.

Tabla II. Indicadores de trabajos no ejecutados.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto (proyección)
Trabajos realizados	20	25	20	35	35	45	40	31
Trabajos no realizados	5	5	10	0	5	0	5	4

Fuente: Batz, G., julio 2020.

### Mantenimiento

Orozco y Vargas (Orozco y Vargas, s.f.) comentan que mantenimiento es un concepto muy popular entre todas las personas, pues ayuda en demostrar que existe una falla en un equipo industrial, objetos, estado de una construcción, maquinas, etc. Se puede mencionar que "Mantenimiento es: Cuando todo va bien, nadie recuerda que existe. Cuando algo va mal, dicen que no existe. Cuando es para gastar, se dice que no es necesario. Pero cuando realmente no existe, todos concuerdan en que debería existir" (Orozco y Vargas, s.f.) pág.: 16.

Orozco y Vargas (Orozco y Vargas, s.f.) detallan que mantenimiento se le llama a un grupo de acciones que se ejecutan para alcanzar y preservar el estado de un edificio, instalación, equipo, maquinaria, objeto, etc., para que realice sus funciones de manera eficiente, certera y eficaz, se tiene como antecedente alguna falla o daño, así realizara su reparación previa que esta se evidenciara.

Muñoz (Muñoz, s.f.) define el mantenimiento como un conjunto de acciones que su fin es realizar revisiones y reparaciones que son imprescindibles para asegurar un eficiente funcionamiento y mantener un estado óptimo. Se menciona también como una revisión periódica de las instalaciones y en este caso, una revisión de planta industriales como la planta refinadora y de sus complementos. Para esto se debe asegurar que su funcionamiento se regule por medio de reparaciones a sus complementos.

#### Objetivos de mantenimientos

El mantenimiento tiene varios objetivos, Orozco y Vargas (Orozco y Vargas, s.f.) comentan que uno de los objetivos es preservar las inversiones que se ejecutan en una construcción, instalación, plantas, edificaciones, etc., con el fin de darle un tiempo de vida extendido a las infraestructuras físicas, así estas, puedan ofrecer servicios de funcionamiento ideales para los usuarios.

Muñoz (Muñoz, s.f.) expone varios objetivos de los mantenimientos y estos se clasifican de la siguiente manera:

- Prevenir, minimizar, reparar todos los daños que presenten maquinarias, instalaciones, construcciones, edificaciones y plantas.
- Poder minimizar el impacto de los daños.
- Prevenir a todo tipo de maquinaria, instalaciones o plantas paros que pueden perjudicar la producción.
- Prevenir algún tipo de accidentes.
- Minimizar costos en los presupuestos.



- Prevenir incidentes para poder brindar mayor seguridad a los usuarios.
- Lograr un tiempo de vida útil extendido a maquinarias, instalaciones, construcciones, edificaciones y plantas.
- Mantener las actividades seguras en las operaciones.

García (García, 2006) habla que el objetivo principal de los mantenimientos preservar el funcionamiento que presta una máquina, construcción, edificación, instalación o planta, y para esto detalla lo siguiente:

- El sostenimiento y salvaguardar proyectos.
- Asegurar la productividad en las plantas, instalaciones y proyectos.
- La confianza de un proyecto.

Para García (García, 2006) tener mantenimientos eficientes en inversiones que su costo es alto, es importante darle un sostenimiento, ya que, sin su debido mantenimiento, estos pueden perder productividad y seguridad en sus funciones.

Para García (García, 2006) se debe tener una buena coordinación con las acciones que se vayan a realizar, con el fin de aumentar las competencias de funcionamiento, para lograr un excelente mantenimiento. Para poder ejecutar el plan de mantenimiento y que este tenga un eficiente desempeño se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Iniciar con implantar objetivos.
- Poner en función bases de administración.
- Establecer guías para la planeación y control.
- Establecer plan o programas de mantenimientos eficientes.
- Tener un abastecimiento de materiales.
- Realizar un eficiente manejo de presupuesto.
- Sistemas donde el acceso a la información sea simple.

### Tipos de mantenimiento

Muñoz (Muñoz, s.f.) explica que se han implementado diversos tipos de mantenimientos para garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas, instalaciones, construcción y plantas. Existen mantenimientos que ayudan a realizar las reparaciones de daños existentes y actualmente se implementan mantenimientos que pueden prever acciones, antes que estas puedan causar daños.

García (García, 2006) explica en diferentes construcciones, edificaciones, instalaciones, industrias, con transcurrir de los años se ha integrado este tipo de mantenimientos por las situaciones que se han presentado a estas, a raíz de su funcionamiento y aplicación.

Para la implementación de plan de mantenimiento para planta refinadora se pretende ejecutar 2 (mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo). A continuación, se definirán varios de los mantenimientos existentes que son funcionales, al realizar una aplicación óptima, según la necesidad y condiciones que se den. Se indican los siguientes:

#### Mantenimiento preventivo

De acuerdo con Sánchez (Sánchez, 2015) se define mantenimiento preventivo como un grupo de acciones que están debidamente planificadas y programadas, se inicia desde una inspección, hasta llegar a su ejecución. Las revisiones o inspecciones se deben de realizar con una periodicidad establecida, con el fin de prever y evitar acontecimientos, fallas o daños que puedan poner en riesgo el funcionamiento de los equipos, instalaciones, edificaciones o plantas, con esto, se ayuda a que el funcionamiento del edificio sea óptimo.

García (García, 2006) comenta que el mantenimiento preventivo ayuda a corregir todo tipo de daños y fallas en los edificios y plantas.

Monroy (Monroy, 2005) también indica que mantenimiento preventivo es identificar daños en su fase inicial para realizar una corrección adecuada sin que estos causen daños mayores. Al realizar una secuencia de reparaciones, ayuda a poder establecer cuáles fueron las causas de las fallas presentadas, también es un aporte para comprender las debilidades que afectan las infraestructuras.

Monroy (Monroy, 2005) habla que en sus inicios es difícil que sean autorizados los planes de mantenimientos preventivos, ya que, el costo es bastante alto. Es importante realizar un buen planteamiento y evidenciar las mejoras que se realizarán. Se debe resaltar cuales son las ventajas y puntos para aprovechar de este tipo de mantenimientos versus los sistemas actuales y que el alcance es mayor, cuando se obvia estos puntos, muchas veces se debaten los sistemas.

Según Monroy (Monroy, 2005) para realizar una justificación y evidenciar el alcance, es importante resaltar los siguientes puntos:

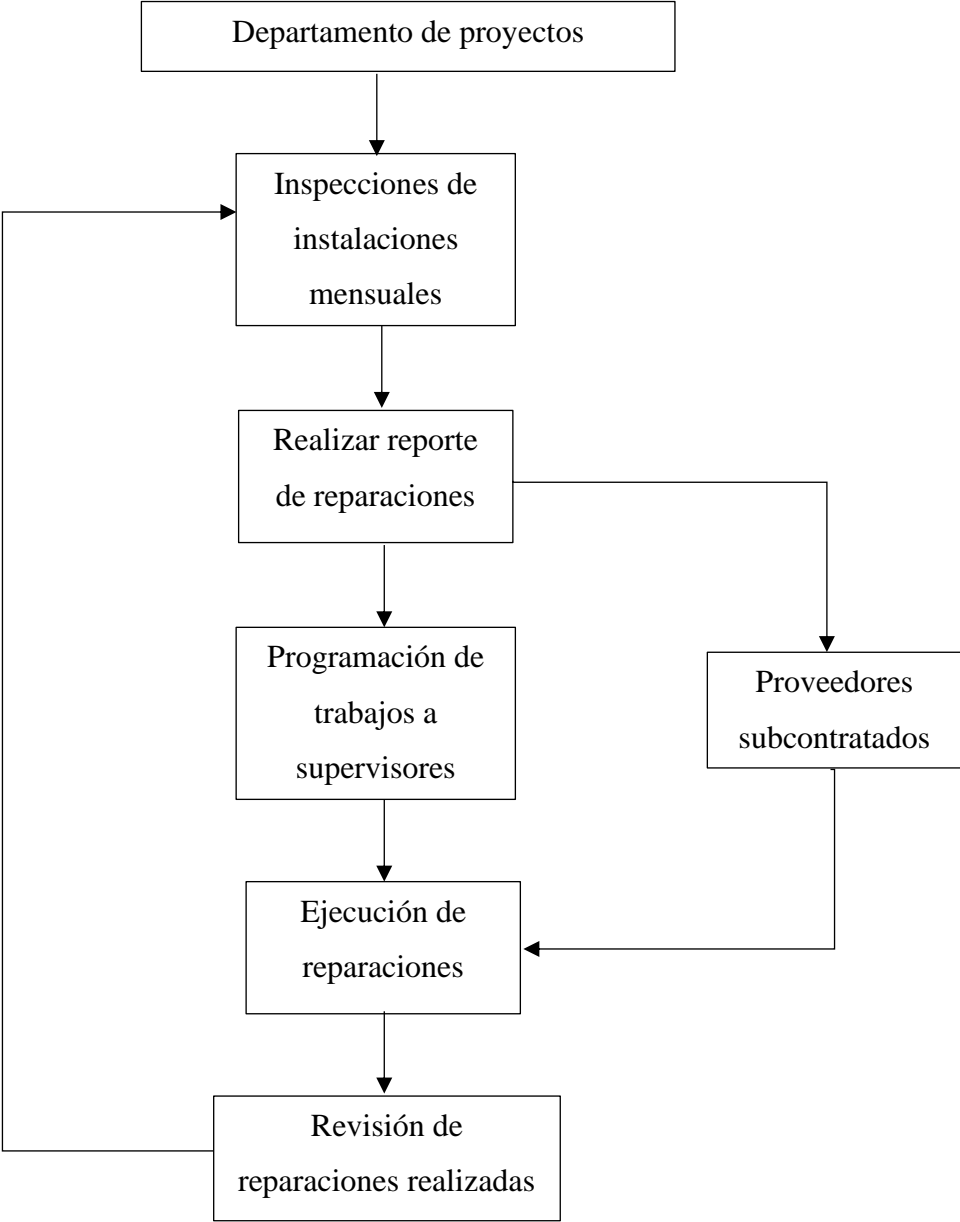
- Establecer fechas para realizar los trabajos.
- Se cuenta con suficiente tiempo para realizar una buena programación de trabajos y disponer de los materiales que se utilizarán.
- Ayuda a que las instalaciones tengan un mejor y eficiente funcionamiento.
- Las instalaciones son más productivas.
- Mejora ambiente laboral entre los usuarios que hacen uso de las edificaciones.

García (García, 2006) aporta diferentes ventajas y beneficios para realizar todo tipo de mantenimientos preventivos, de las cuales se mencionan las siguientes:

- Evitar que los equipos sean pausados y que esto perjudique la producción de planta y funcionamiento de edificaciones.
- Reducir de manera notoria la cantidad de reparaciones en planta.
- Reducir todo tipo de paros imprevistos y con esto lograr un mejor control en cuanto al personal y materiales.

- Ayuda a realizar un menor de pago en horas extras de mano de obra al personal.
- Ayuda a reducir el costo de reparaciones por fallas imprevistas ya que con esto se reduce la cantidad de trabajos.
- Amplia la producción ya que el tiempo es menor a la hora de estar fuera de operaciones.
- Definitivamente se reduce todo tipo de costos directos en reparaciones, pues se logra una mejora en el funcionamiento de edificaciones, equipos, instalaciones.

Diagrama I: Ejecución mantenimiento preventivo



Fuente: Batz, G., julio 2020.

### Mantenimiento correctivo

Según comenta Muñoz (Muñoz, s.f.) mantenimiento correctivo se le puede llamar a un grupo de acciones que se ejecutan para realizar un reparación y cambio partes dañadas cuando las instalaciones presentan fallas.

Monroy (Monroy, 2005) indica que consta de fallas puntuales en los sistemas, construcciones, edificaciones, instalaciones que perjudican en paros parciales o totales.

Según Monroy (Monroy, 2005) al implementar mantenimientos correctivos en las edificaciones, se generan actividades altas en cuanto a trabajos, y estos deben ser prioritarios, por el impacto que tienen en los sistemas, perjudican muchas veces la producción y el cese de actividades en las edificaciones. En situaciones de reparaciones necesarias y urgentes, se llega al punto que no existen los materiales necesarios y se deben de realizar compras que no estaban contempladas.

Sánchez (Sánchez, 2015) define mantenimiento preventivo el daño en equipos, instalaciones que se deben de realizar en un preciso momento dado, muy diferente al mantenimiento preventivo. Para ejecutar este tipo de mantenimiento se debe de contar con un procedimiento previamente establecido.

Sánchez (Sánchez, 2015) dice que es importante tener registros de los fallos que ocurren dentro de las edificaciones, el no tener esto es perjudicial al sistema, pues no se tiene un historial de estos, así, afecta la administración y todo tipo de controles. Se debe de tener un programa de actividades conforme los registros del sistema, para hacer un programa más eficiente y poder tener un mejor control de los fallos.

Según García (García, 2006) existen diferentes razones para tener un programa de mantenimiento correctivo, se mencionan las siguientes:

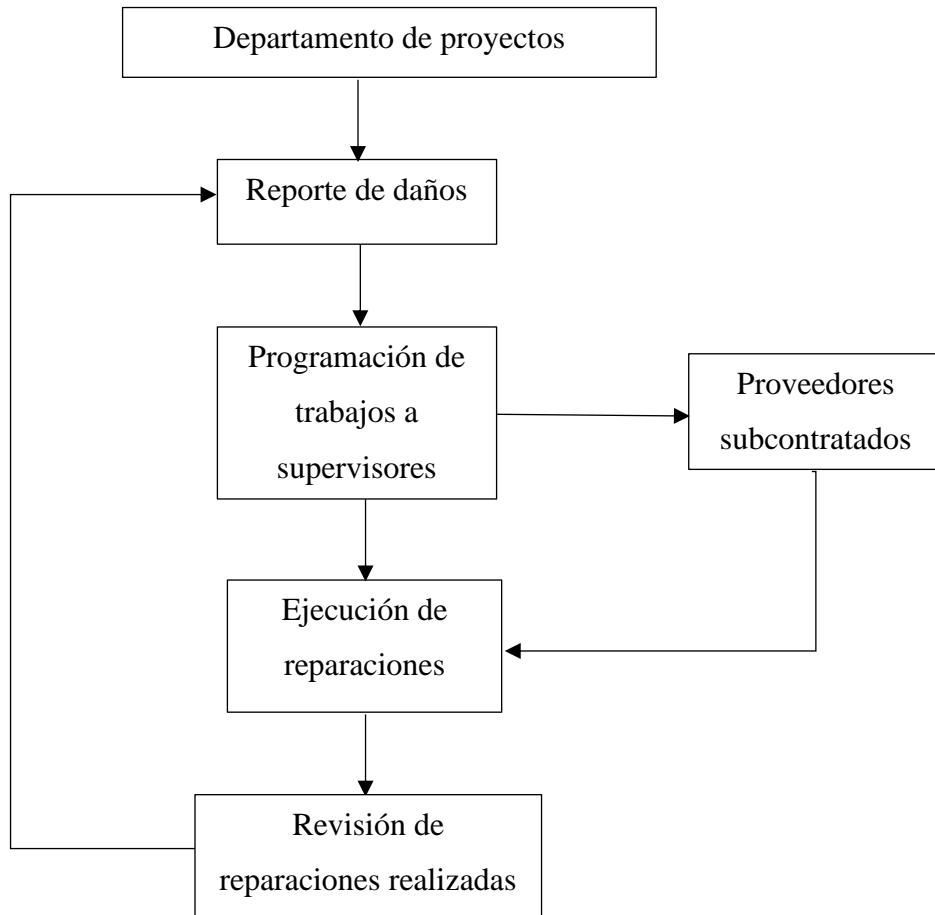
- Tener toda la maquinaria en estado óptimo y evitar pérdidas en producción.
- Reducir los tiempos para realizar mantenimientos.

- Tener una deficiente calidad en los trabajos por las emergencias.
- Una mala ejecución y programación de trabajos por daños imprevistos.
- Realizar un mal cálculo de trabajos.
- Realizar malos registros de las fallas anteriores.

García (García, 2006) habla que para realizar un eficiente mantenimiento correctivo se menciona los siguientes aspectos a tomar en cuenta:

- Realizar una excelente evaluación y tomar las decisiones correctas.
- Tener varias soluciones.
- Evaluar cuál es la mejor solución para ejecutarla.
- Establecer prioridades en los trabajos y realizar una buena clasificación.
- Realizar un buen cálculo para distribuir de manera adecuada el trabajo.
- Realizar una eficiente programación de trabajos.
- Contar con personal eficiente.
- Tener una supervisión efectiva de los trabajos.
- Tener un buen control de trabajos.

Diagrama II: Ejecución de mantenimiento correctivo



Fuente: Batz, G., julio 2020.

### Mantenimiento predictivo

De acuerdo con Muñoz (Muñoz, s.f.) se define mantenimiento predictivo a un grupo de acciones netamente de seguimiento y evaluación continua, así se permite realizar una reparación en el preciso momento que se detectó la falla.

Muñoz (Muñoz, s.f.) habla que este tipo de mantenimiento se genera desde el punto en que dan inicio las fallas y como se desarrolla. Varios de estos eventos son signos que existirá una falla que se pueden evidenciar de manera simple, o desde el



seguimiento de los puntos evidentes en la eficiencia de los equipos, instalaciones o edificaciones. Con esto se logra detectar de cómo ha evolucionado la falla.

Monroy (Monroy, 2005) define que es más un tipo de ideología a que un programa de trabajo, generalmente se realiza un seguimiento para encontrar la falla previo a que esta suceda, posteriormente se realiza la corrección sin afectar el funcionamiento de las instalaciones, este seguimiento se realizar a través de equipos ideales para diagnósticos y test que no afectan el funcionamiento.

De acuerdo con Monroy (Monroy, 2005) también se puede definir como la recopilación de datos para tener una mejor certeza en la toma de decisiones, y contribuye a la mejora del programa de mantenimiento preventivo. Por medio de este mantenimiento se lograr un mejor alcance y precisión en cuanto al estado de los materiales, así consigue en evidenciar si estos están sujetos a futuras fallas.

De acuerdo con García (García, 2006) con el pasar de los años dentro de las plantas industriales se ha hecho notorio el incremento de implementar el mantenimiento predictivo, con el fin de complementar los mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos. Esto debido a que han surgido mejoras en los procesos de las industrias y adquisición de equipos, que ayudan a dar un mejor soporte técnico en el seguimiento de diagnóstico.

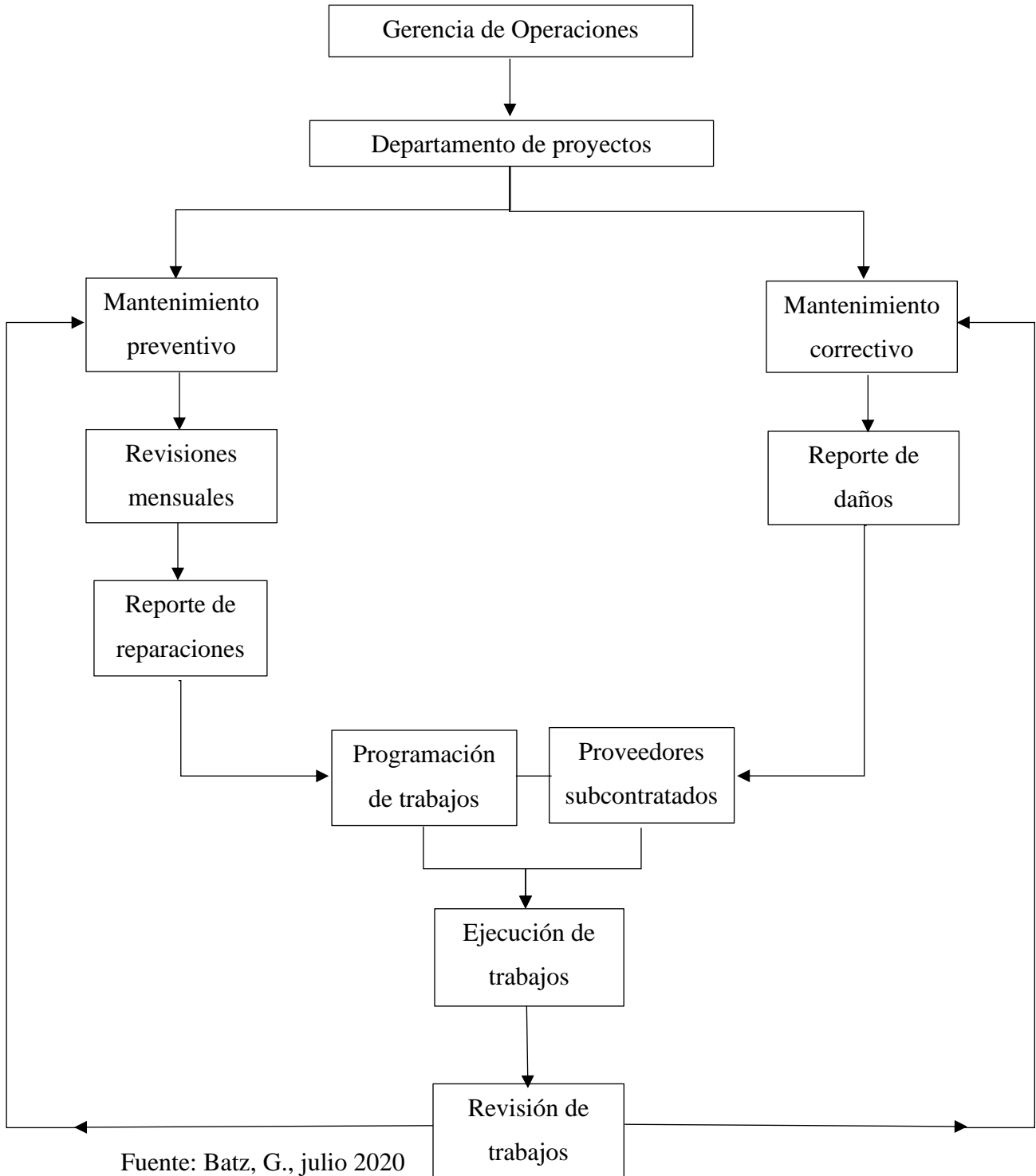
García (García, 2006) también indica que existen diversas ventajas y beneficios a la hora de implementar mantenimientos predictivos, de esta manera se justifican las siguientes:

- Rastreo rápido de las fallas iniciales previo a que puedan convertirse en fallas frecuentes con necesidad de mantenimientos periódicos.
- Se puede en su momento eliminar todas las revisiones periódicas establecidas en los programas de mantenimientos preventivos.

- Se incrementa el tiempo entre las revisiones programadas en los mantenimientos preventivos.
- Aumento de productividad al reducir y eliminar fallas.
- Se disminuyen los tiempos en que se realizan paros para la ejecución de trabajos ya establecidos y una mejor eficiencia en los trabajos.
- Se garantiza diseños y cálculos iniciales, para ofrecer una mejor seguridad de servicio a los usuarios de las edificaciones.
- Se mejora en el ahorro de materiales para uso en los trabajos, ya que estos reducen significativamente.

Diagrama de mantenimiento de planta refinadora.

Diagrama III. Proceso para mantenimientos.



Fuente: Batz, G., julio 2020

### Mantenimiento a instalaciones de obra gris

De acuerdo con Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) para tener un buen mantenimiento en una obra gris se debe de establecer lineamientos y seguir de manera precisa, así también una eficiente ejecución. Es importante tener un análisis de las mejoras que se vayan a realizar y tener una buena programación de mantenimientos.

### Mantenimiento de elementos constructivos

El mantenimiento de la infraestructura física deberá incluir todos los servicios y materiales requeridos para alcanzar un óptimo estado de conservación de manera que puedan ser utilizados en forma continua para el propósito con el cual fueron construidos. Los materiales que han sufrido daño considerable, más allá de las condiciones que justifican su reparación dentro de términos de economía, deberán ser reemplazados con materiales que ofrezcan una mayor duración. Para evitar estos daños es necesario considerar en los planes operativos anuales de los establecimientos de salud, los recursos financieros que permitan llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo. (Orozco y Vargas, s.f.) pág.: 19.

### Cimientos

Alemán (Alemán, 2019) define cimientos a todo tipo de elemento que forma parte de una estructura que su función principal es la transmisión de todas las cargas generadas hacia el suelo. Así también se puede definir como la parte sólida de la estructura que le da estabilidad y sobre la cual las construcciones descansan los muros.

Alemán (Alemán, 2019) habla que existen varios tipos de cimientos utilizados en la construcción, para saber el tipo de cimentación a utilizar en la construcción dependerá de un estudio previo al tipo de suelo existente sobre el cual se pretende construir.

Es necesario realizar mantenimiento a todo tipo de cimentación, y se realizan las siguientes recomendaciones.

Tabla IV. Mantenimiento a cimientos.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo permanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de grietas.</li> <li>• Existencia de fisuras.</li> <li>• Que no existan fugas de agua en tuberías cercanas.</li> <li>• Asentamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedecer el área en tiempos de sequía.</li> <li>• Riego moderado.</li> </ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

#### Estructuras

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) comentan que estructuras es un grupo de elementos que conforman todo el esquema de una construcción. Existe diferentes tipos de estructuras, de las más comunes y utilizadas dentro de la construcción se pueden encontrar las de concreto armado, acero y mampostería de ladrillo, esto dependerá del material del cual han sido construidas.

De acuerdo con Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría de Educación (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría, de Educación, 2008) dentro de los elementos que forman una estructura se puede encontrar varios y de estos se mencionan los siguientes:

- Columnas: elementos estructurales verticales, debidamente diseñados para ser resistente, normalmente estos elementos son altos.

- Vigas: elementos estructurales totalmente horizontales. Existen casos a excepción que no son horizontales. De sus principales características, siempre tienen de dos o más apoyos en toda su longitud.
- Entrepisos: estos elementos se caracterizan por ser superficies planas y horizontales. Están diseñados para tener una resistencia a soportar pesos en su superficie. Son utilizados para dar estabilidad a suelos, y para casas y edificios se convierten en cielos.
- Muros de carga: es un muro que separa divisiones y están contruidos de diferentes materiales resistentes.
- Elementos fusionados, es decir, se componen de diferentes tipos

Tabla V. Mantenimiento a estructuras.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuales</li> <li>• Trimestrales</li> <li>• Semestrales</li> <li>• Anuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de grietas.</li> <li>• Existencia de fisuras.</li> <li>• Desplomes.</li> <li>• Asentamientos.</li> <li>• Humedad.</li> <li>• Corrosión.</li> <li>• Buen estado de juntas.</li> <li>• Desprendimiento de acabados.</li> <li>• Deformaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resanes de grietas.</li> <li>• Reparación de fisuras.</li> <li>• Eliminación de óxido.</li> <li>• Impermeabilización.</li> <li>• Reparación de juntas.</li> <li>• Reparación de desplomes.</li> <li>• Mantenimiento de pintura.</li> <li>• Estudio técnico por un especialista.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento especializado por los técnicos.</li> </ul>
--	--	---

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

### Fachadas

Para Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría de Educación (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría, de Educación, 2008) las fachadas son elementos construidos para recubrir las partes externas de una estructura, así también son las encargadas de brindar un aspecto al diseño. Aportan volumen a las construcciones y una de sus principales características, es proteger a las construcciones de cualquier aspecto que pueda dañar a estas.

Orozco y Vargas (Orozco y Vargas, s.f.) definen fachada como unos elementos modulares, que son instalados en el mismo lugar que se ejecuta la construcción. Estas se encargan de delimitar la parte interna con la parte externa en una construcción. Ayuda a moderar el ingreso de sonido, luz, aire, polvo, calor hacia la parte interna.

Tabla VI. Mantenimiento a fachadas.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuales</li> <li>• Trimestrales</li> <li>• Semestrales</li> <li>• Anuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suciedad</li> <li>• Humedad</li> <li>• Existencia de grietas</li> <li>• Existencia de fisuras</li> <li>• Desprendimiento de acabado</li> <li>• Estado óptimo de pintura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza mecánica</li> <li>• Resanes</li> <li>• Mantenimiento a pintura</li> <li>• Sustitución de elementos</li> </ul>

	• Desplomes	
--	-------------	--

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

Imagen 9: Fachada de edificio.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

### Paredes

Alemán (Alemán, 2019) define pared o muro a la estructura vertical sólida que se encarga de delimitar áreas y ambientes en una construcción. Existen diferentes tipos de materiales con los cuales se pueden construir una pared. Las paredes llevan recubrimientos de diferentes materiales, esto dependerá del material del cual este construida esta. Se mencionan diferentes tipos de pared que existen:

- Pared maestra.
- Pared de fábrica.
- Pared colgante.
- Pared escarpada.
- Pared mediana.

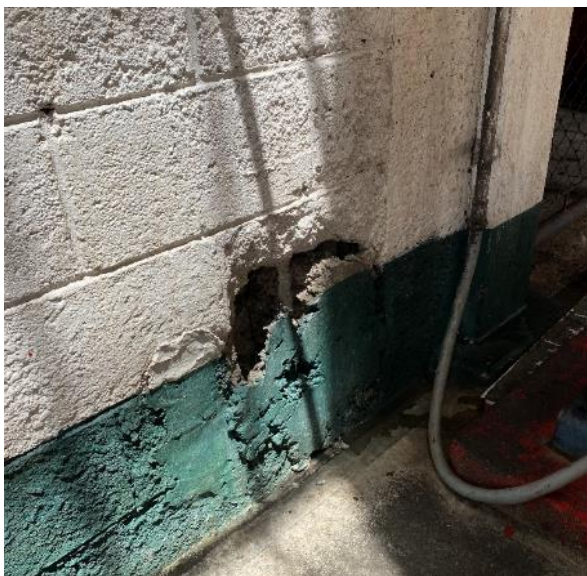


Tabla VII. Mantenimiento a paredes.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuales</li> <li>• Trimestrales</li> <li>• Semestrales</li> <li>• Anuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de grietas.</li> <li>• Existencia de fisuras.</li> <li>• Existencia de humedad.</li> <li>• Existencia de hongos.</li> <li>• Desplomes.</li> <li>• Agujeros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resanes de grietas.</li> <li>• Reparación de fisuras.</li> <li>• Impermeabilización.</li> <li>• Sellado de agujeros.</li> <li>• Mantenimiento a pintura.</li> </ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

Imagen 10: Paredes con agujeros.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

## Columnas

Ching y Adams (Ching y Adams, 2008) definen columna como un elemento rígido y esbelto, que están calculados y diseñados para soportar cargas axiales en una edificación, estas se generan en los puntos extremos. Existen diferentes tipos o diseños de columnas, y los daños o fallas a estos elementos dependen del tipo.

Ching y Adams (Ching y Adams, 2008) comentan que hay columnas que se les pueden llamar cortas y gruesas, y una de las fallas más comunes que pueden presentar por su diseño es el aplastamiento, más que el pandeo. Esta falla se da cuando existe una carga axial mayor a su diseño inicial y este excede la resistencia a la compresión, así también está sujeta a cargas excéntricas, y esto produce a la columna una flexión.

De acuerdo con Ching y Adams (Ching y Adams, 2008) también hay columnas largas y esbeltas, estas están vulnerables a presentar fallas por pandeo, a diferencia que una corta. El pandeo provoca en la columna esbelta, inseguridad de torsión para el elemento estructural, y esta inicia a presentar las deformaciones en su longitud y si se exceden las cargas, podrían llegar al colapso.

Tabla VIII. Mantenimiento a columnas.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mensuales</li><li>• Trimestrales</li><li>• Semestrales</li><li>• Anuales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Existencia de grietas</li><li>• Existencia de fisuras</li><li>• Pandeo</li><li>• Desplomes</li><li>• Oxidación y corrosión</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resanes</li><li>• Reparaciones de fisuras</li><li>• Estudio técnico</li><li>• Reparación técnica por especialista</li><li>• Tratamiento de óxido y corrosión</li></ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

Imagen 11: Columnas con acero expuesto.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

### Vigas

Para Orozco y Vargas (Orozco y Vargas, s.f.) una viga es el elemento estructural horizontal, este elemento está diseñado para soportar las cargas paralelas generadas por una estructura. Las vigas pueden ser construidas de diferentes materiales, según la necesidad, entre algunos de ellos están concreto armado y reforzado, acero, madera y otros.

Ching y Adams (Ching y Adams, 2008) comentan que una viga es parte principal en una estructura, son elementos rígidos diseñados y calculados para realizar la transferencia de cargas transversales hacia los elementos verticales, es decir, transfieren las cargas hacia las columnas.

Tabla IX. Mantenimiento a vigas.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuales</li> <li>• Trimestrales</li> <li>• Semestrales</li> <li>• Anuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de grietas</li> <li>• Existencia de fisuras</li> <li>• Pandeo</li> <li>• Deflexión</li> <li>• Oxidación y corrosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resanes</li> <li>• Reparaciones de fisuras</li> <li>• Estudio técnico</li> <li>• Reparación técnica por especialista</li> <li>• Tratamiento de óxido y corrosión</li> </ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

#### Acabados

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) definen acabados como el revestimiento que se aplica a las superficies, este puede variar su espesor, y esto dependerá de que tan plana o deformación tenga la superficie. Se aplica a muros, losas, pisos de una construcción, les ayuda a preservar su vida útil y así también les da un aspecto estético.

Tabla X. Mantenimiento a acabados.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuales</li> <li>• Trimestrales</li> <li>• Semestrales</li> <li>• Anuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de grietas</li> <li>• Existencia de fisuras</li> <li>• Desprendimiento</li> <li>• Rayones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resanes</li> <li>• Reparaciones puntuales</li> <li>• Aplicación de pintura</li> </ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

## Pintura

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría de Educación (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría, de Educación, 2008) comenta que una pintura es un tipo de acabado o revestimiento, ayuda a las superficies a brindarles protección ante un mal aspecto de la superficie y rayones. Las pinturas están expuestas a los daños directos de las superficies donde ha sido aplicada.

Orozco y Vargas (Orozco y Vargas, s.f.) comentan que para las pinturas todo tipo de mantenimiento se hace de manera no tan frecuente. Para los mantenimientos es necesario que el personal a realizar los trabajos tenga el conocimiento necesario y así realizar una aplicación correcta.

Imagen 12: Mantenimiento de pintura a estructura y techo.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

Tabla XI. Mantenimiento a pintura.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
--------------------------	--------------------------	-----------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desprendimiento</li> <li>• Rayones</li> <li>• Mala aplicación</li> <li>• Manchas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de superficie</li> <li>• Aplicación de pintura nueva</li> </ul>
---	--	--

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

### Instalaciones

Quintero, et al (Quintero, et al, 2013) definen una instalación a la infraestructura que complementa una construcción, su función es proveer servicios de diferentes índoles a las edificaciones, construcción, instalaciones de plantas, etc. Se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Instalaciones de suministro agua
- Instalaciones de suministro de electricidad
- Instalaciones sanitarias
- Instalaciones de suministro de gas

### Instalaciones hidrosanitarias

De acuerdo con Alemán (Alemán, 2019) este tipo de instalaciones es el sistema que está contenida dentro del perímetro de las construcciones, estas son las encargadas de proveer agua potable (no contaminada) y la evacuación del agua contaminada. Este conjunto de elementos debe proveer de forma eficiente y segura el agua potable, sanitaria y pluvial de las edificaciones.

### Red sanitaria

Para Alemán (Alemán, 2019) la red sanitaria es un tipo de instalación que tiene dentro de su red tuberías, válvulas, llaves y accesorios que son los que componen la red y encargados de llevar el agua hacia lavamanos, duchas, inodoros, llaves de riego y otros.

Tabla XII. Mantenimiento a red sanitaria.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuales</li> <li>• Trimestrales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugas</li> <li>• Tuberías rotas</li> <li>• Accesorios dañados</li> <li>• Taponamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de accesorios dañados</li> <li>• Reparación de tuberías dañadas</li> <li>• Limpieza</li> </ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

#### Red de aguas pluviales

Alemán (Alemán, 2019) define la red de aguas pluviales como el sistema encargado de hacer la recolección del agua de lluvia por medio de tuberías y canales, para llevarlas hasta las redes públicas de aguas pluviales. Este sistema consta de techos, canales, bajas de agua, cajas de registro, cunetas que soportan la conducción del agua recolectada.

Tabla XIII. Mantenimiento a red de aguas pluviales.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuales</li> <li>• Trimestrales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugas</li> <li>• Tuberías rotas</li> <li>• Accesorios dañados</li> <li>• Taponamientos</li> <li>• Estado óptimo de cajas</li> <li>• Estado óptimo de canales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de accesorios dañados</li> <li>• Reparación de tuberías dañadas</li> <li>• Limpieza de cajas</li> <li>• Limpieza de canales</li> </ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

### Red de aguas residuales

De acuerdo con Alemán (Alemán, 2019) la red de aguas residuales es un sistema encargado de la recolección de aguas utilizadas dentro de las construcciones por los servicios sanitarios, duchas, lavamanos, pilas, tinas, lavatrastos y entre otros. El agua de este sistema debe ser conducido de manera segura hacia red general de aguas residuales o fosas sépticas.

Tabla XIV. Mantenimiento a red de aguas residuales.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mensuales</li><li>• Trimestrales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fugas</li><li>• Tuberías rotas</li><li>• Taponamientos</li><li>• Estado óptimo de cajas</li><li>• Estado óptimo de canales</li><li>• Verificación de fosas sépticas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reparación de tuberías dañadas</li><li>• Limpieza de cajas</li><li>• Limpieza de canales</li><li>• Limpieza de fosas sépticas</li></ul>

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

### Deficiente mantenimiento a instalaciones de plantas refinadoras

Para Carayol (Carayol, 2016) se debe de realizar una mejoría a los planes de mantenimientos dentro de las edificaciones o plantas. Se pretende de realizar un trabajo de mejor calidad por parte del área responsable, esto implica tener un mejor manejo en cuanto a los procesos y controles que están establecidos. Se debe de mejorar y aumentar porcentualmente mantenimientos preventivos y disminuir mantenimientos correctivos, así prever y disminuir costos altos al realizar reparaciones de esta índole.



### Indicadores del deficiente mantenimiento

Según Sanmartin y Quezada (Sanmartin y Quezada, 2014) se ejecutarán indicadores que sean medibles para la dirección de mantenimiento dentro de la planta de varias perspectivas las cuales se detallan a continuación:

Tabla XV. Indicador financiero.

Objetivo	Indicador	Meta
Reducción de costos de mantenimiento	Costos totales de mantenimiento _____ %	Reducir 5%
	Costos totales de producción	Minimizar
	Costos totales de mantenimiento	
	Volumen de producción	
Reducción de stock de materiales y suministros en bodega	Costo de paros por daños en infraestructura	Minimizar
	Costo de stock de materiales en bodega _____	Minimizar
	Costo de stock de suministros en bodega	Minimizar
		Minimizar

Fuente: Jhonattan Javier Sanmartin Quizhpi, 2014

Tabla XVI. Indicador de cliente interno.

Objetivo	Indicador	Meta
Disponibilidad	Días transcurridos- $\Sigma$ tiempos muertos _____ %	Mayor a 95%
	Días transcurridos	
Confiabilidad	Días transcurridos	Reducción del 5%
	$\Sigma$ #trabajos correctivos	
Mantenibilidad	$\Sigma$ tiempo de trabajos correctivos	Reducción del 5%
	$\Sigma$ #trabajos correctivos	
Tiempo de respuesta	Día de revisión - día de ejecución	Minimizar tendencia
	#de reclamos de producción	Minimizar
	Reparaciones atendidas	

Fuente: Jhonattan Javier Sanmartin Quizhpi, 2014

Tabla XVII. Indicador interno de mantenimiento.

Objetivo	Indicador	Meta
Planificación del mantenimiento	#reparaciones preventivas realizadas	% Mayor a 90%
	Reparaciones planificadas	
Empleo de análisis de averías	#de revisiones	95%
	#reparaciones repetidas+#reparaciones mayores	

Fuente: Jhonattan Javier Sanmartin Quizhpi, 2014

#### Mantenimiento a instalaciones de plantas refinadoras

Según Carayol (Carayol, 2016) dentro de las industrias, actualmente se exigen estándares de alta calidad en los procesos, como, por ejemplo, las certificaciones a las que todo tipo de industrias están regidas, los planes de mantenimiento tienen un panel sumamente importante. Estos ayudan a que los procesos sean óptimos y evitar pérdidas en las producciones. Así también aportan a mantener instalaciones en estados óptimos.

De acuerdo con Carayol (2016) los planes de mantenimiento están en constantes cambios y actualizaciones. Dentro de las industrias, actualmente es difícil no tener implementados programas de mantenimiento, pues estos garantizan tener producciones globalizadas.

Por lo tanto es necesario gestionar de manera correcta las necesidades y prioridades de la función de mantenimiento, para lograr los efectos convenientes, a través de la mejora en cuanto a la eficiencia y eficacia de los procesos para poder alcanzar a una excelencia operativa dentro del mantenimiento.

La creciente demanda del mercado global requiriendo y exigiendo productos de calidad ha obligado a las empresas a automatizar sus procesos por medio

de la adquisición de maquinaria de última tecnología y esto les lleva a realizar inversiones muy altas, pero como existe una gran competencia esto ha llevado a que bajen costes; es por eso que las empresas buscan que sus equipos sean confiables y capaces de mantenerse en un estado operativo sin dar paros de trabajo con reparaciones costosas bajo el objetivo de recuperar la inversión se aumenta la disponibilidad de la maquinaria no a su máximo, sino hasta que la indisponibilidad no interfiera en el planta de producción. (Sanmartin y Quezada, 2014) pág.: 18 y 19

Actualmente la planta refinadora es una empresa dedicada a la producción de aceites y grasas comestibles, a lo largo del tiempo y crecimiento, se ejecutan mantenimientos a sus instalaciones de manera deficiente y sin ningún plan establecido de forma adecuada y eficaz.

Las reparaciones que se efectúan se hacen conforme los daños surgen en las distintas áreas de la planta, esto ocasiona pérdidas de tiempo en las producciones. Se cuenta con áreas de trabajo en estados que se deben mejorar, se debe implementar un plan de mantenimiento efectivo y que se puedan corregir las fallas, así mejorar las instalaciones y tener producciones óptimas.

#### Elaboración de plan de mantenimiento

De acuerdo con Fuentes (Fuentes, 2014) se definirá el área responsable de ejecutar el plan de mantenimiento, conforme la estructura organizacional de la planta Refinadora.

Picado (Picado, 2007) comenta que se debe establecer una serie de pasos para implementar y ejecutar el plan de mantenimiento, en base a la información recopilada dentro de la planta Refinadora.

### Planeación del mantenimiento

Según Mendoza y Andrade (Mendoza y Andrade, 2010) para realizar una planeación efectiva de un mantenimiento es necesario determinar y adecuar los componentes que van a intervenir dentro de las tareas que se realizarán previo al inicio de los trabajos. Es necesario tener listo los componentes como programaciones, tiempos, costos, periodicidades, y todo lo que conlleve el plan de mantenimiento. Es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Que es lo que se debe de realizar
- Cuando se debe de realizar
- Quienes lo van a realizar
- Como se va a realizar

### Programación del mantenimiento

De acuerdo con Mendoza y Andrade (Mendoza y Andrade, 2010) la programación del mantenimiento es vital dentro de los programas, ya que en esta fase es donde se integra toda la planificación de trabajos con tiempos de periodicidad, con el fin de ejecutar según la secuencia que se estableció. Los programas de mantenimiento se preparan según la necesidad y recopilación de información obtenida, esto dependerá de la dirección y su aprobación para la ejecución.

### Proceso de mantenimiento

Sierra (Sierra, 2004) comenta para establecer un adecuado y buen programa de mantenimiento, así mantener el óptimo estado de una planta y sus instalaciones, también mantener un bajo costo en las reparaciones, es necesario evaluar y conocer todos los efectos que conlleva la implementación de este tipo de programas.

De acuerdo con Sierra (Sierra, 2004) no existen plantas industriales que sean semejantes en sus características como origen, tamaño, operaciones y servicios. Definitivamente tendrán sus diferencias con las altas direcciones de, políticas, formas

de operar, y en los orígenes de fallas en cuanto a su operación difieren hasta el momento de realizar las correcciones.

Gonzales (Gonzales, 2016) habla que para realizar la implementación y ejecución de un plan de mantenimiento es importante tomar en cuenta varios aspectos y estos van desde el punto organizacional y operativo, ellos pueden ser:

- Realizar listado de áreas que serán inspeccionadas
- Establecer los puntos a revisar
- Establecer la periodicidad en que se realizarán las revisiones
- Definir qué personal estará involucrado en la ejecución de las actividades
- Establecer los requerimientos operativos para el plan de mantenimiento
- Realizar la revisión de las reparaciones que se ejecutaron
- Aumentar los trabajos programados según el plan de mantenimiento
- Disminuir todo trabajo que no sea programado

#### Áreas para inspección de planta refinadora

De acuerdo con Sierra (Sierra, 2004) se debe de establecer dentro del programa de mantenimiento las áreas que serán incluidas en las inspecciones de la planta. Es importante tomar en cuenta información que ayudará a definir áreas prioritarias y áreas que es necesario realizar la inspección, pero no son de impacto en el proceso de producción.

Sierra (Sierra, 2004) comenta que se debe tomar en cuenta la siguiente información, que es necesaria para realizar la inspección en cada área establecida en el programa de mantenimiento.

- Tomar en cuenta desgaste que se tiene en cada parte de la instalación.
- Registros que se tengan de revisiones realizadas anteriormente.
- Áreas principales dentro del proceso de producción y que son vitales mantener el óptimo estado.

- Observaciones de los operarios o usuarios que hay en cada área, ellos utilizan cada instalación a diario y pueden ubicar los daños.

**Tipos de inspección**

Sierra (Sierra, 2004) comenta que se debe de determinar qué tipos de inspecciones se realizarán en las áreas de trabajo, si serán visuales, físicas u otro tipo.

Viviescas (Viviescas, 2010) comenta que es importante realizar controles de revisiones escritas, al utilizar hojas de inspección a cada área. En esta detallar que es lo que se revisará dentro de cada área de trabajo.

Este tipo de revisiones no necesariamente la debe de realizar una persona experta en el tema, ya que deben de ser registros que puedan entenderse y manejados por personal operativo. A continuación, se detalla el tipo de registro a utilizar.

Tabla XVIII. Formato de revisión de áreas.

Área: \_\_\_\_\_
 


 Proceso  
 Producción  
 Administrativo

Sub - Área: \_\_\_\_\_

Orden de Trabajo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_
 Revisado por: \_\_\_\_\_

Tipo	Elementos a Revisar	Verificación de	✓ <input type="checkbox"/>	✗ <input type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>	Observaciones
Elementos Estructurales	Columnas	Alisado				
		Pintura				
		Fisuras				
		Grieta				
		Soldadura				
		Óxido				
	Vigas	Alisado				
		Pintura				
		Fisuras				
		Grieta				
Soldadura						

		Óxido					
		Limpieza					
	Bases Torres de Enfriamiento (Concreto o Metálica)	Grieta					
		Daños					
		Óxido					
		Pintura					
	Bases de Tanques (Concreto o Metálica)	Grieta					
		Daños					
		Oxidación					
		Pintura					
Techos	Losas de Concreto Armado o Losa Prefabricada	Alisado					
		Grietas					
		Limpieza					
		Filtración					
		Humedad					
	Estructura Metálica	Agujeros					
		Óxido					
		Limpieza					
		Daños					
		Pintura					
Pisos	Concreto Armado	Grietas					
		Sisas					
		Curva Sanitaria					
		Daños					
		Señalización					
	Industrial (epóxico, Uretano)	Grietas					
		Curva Sanitaria					
		Señalización					
		Desgaste					
	Metálico	Óxido					
Agujeros							
Limpieza							
Paredes	Pared de Block	Alisado					
		Agujero					
		Grietas					
		Pintura					
		Humedad					
	Pared de Lámina	Oxidación					
		Agujeros					
		Limpieza					
		Pintura					

	Pared de Prefabricado/Tablayeso	Malla				
		Agujeros				
		Limpieza				
		Grietas				
		Golpes				
		Pintura				
Elementos Varios	Cielo Falso	Limpieza				
		Reparación				
		Cambio				
	Ventanas	Limpieza				
		Reparación				
		Cambio				
	Puertas	Óxido				
		Reparación				
		Cambio				
		Pintura				
	Escalera de Concreto o Metálica	Pintura				
		Óxido				
		Grieta				
	Barandas	Cambio				
		Reparación				
		Óxido				
Pintura						
Instalaciones	Eléctrica	Lámparas				
		Interruptores				
		Tomacorrientes				
		Tableros de Flipones				
		Tubería Eléctrica				
	Hidráulicas	Revisión y reparación de fugas de artefactos				
		Limpieza y cambio de piezas deterioradas				
		Revisión y reparación de tuberías de agua				
		Limpieza de cajas y tuberías de drenaje				
	Especiales	Aire Comprimido				
		Tubería Amoniáco				
		Extracción de Aire				
		Inyección de Aire				
		Red y Telefonía				



✓ = Cumple    ✕ = No Cumple    O = No Aplica

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 Fuente: Batz, G., agosto 2020.

Tabla XIX. Formato de ejecución.

Nombre del Área: _____		Estado		No. Orden de Trabajo: _____
Fecha de Revisión: _____				No. De Revisión: _____
No.	Descripción	Pendiente	Finalizado	Observaciones de la Revisión
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Recibido por: \_\_\_\_\_  
 Jefe de Área o Supervisor de Área

Supervisado por: \_\_\_\_\_  
 Supervisor de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
 Coordinador de Proyectos

Fuente: Batz, G., agosto 2020.

### Periodicidad de inspecciones

Sierra (Sierra, 2004) comenta que para realizar óptimos planes de mantenimientos dentro de las instalaciones es importante tener un excelente balance. Al carecer de inspecciones, lo más probable es que existan deterioros y esto perjudican la producción, al ocasionar paros y estos repercuten en los costos. Al realizar continuas y excesivas inspecciones perjudica el presupuesto, esto hace que se eleve y elimina los ahorros que se pretenden al implementar los planes.

De acuerdo con Sierra (Sierra, 2004) para establecer la frecuencia de inspecciones, se debe de hacer un estudio y tomar en cuenta lo siguiente:

- Condición, edad y valor de la instalación: para las instalaciones que presenten deterioro muy evidente por su longevidad es necesario evaluar una corrección total.
- Seguridad: hay áreas que necesitan una mayor frecuencia de inspección, para no poner en riesgo a los usuarios.
- Desgaste: se debe tomar en cuenta el funcionamiento de uso en relación con la operación, ya que hay áreas con mayor frecuencia de servicio.
- Tiempo de uso: evaluar la cantidad de horas diarias que operan las áreas.

### Mantenimiento a pisos

Becker (Becker) define los pisos industriales a todas las superficies totalmente soportadas en terrenos que tienen una capacidad de resistir cargas de gran dimensión y toda actividad robusta que genera un desgaste fuerte en una operación.

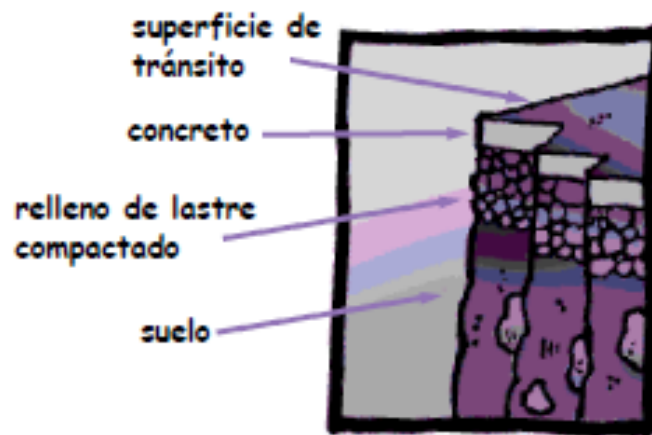
De acuerdo con Tozzini (Tozzini) hay losas de hormigón soportadas por el suelo, que son las principales superficies de un piso, estas losas se construyen desde hace años típicamente en dimensiones de 5x5 metros.

Tozzini (Tozzini) comenta que se han desarrollado sistemas constructivos con fibras de polipropileno, fibras de acero y mallas de acero electrosoldado para aumentar un mejor desempeño, diseño y funcionalidad en las losas, también con estos nuevos sistemas se ha logrado aumentar el dimensionamiento de las planchas.

Aguilar (Aguilar, 2004) habla que los pisos son superficies utilizadas para el desplazamiento peatonal dentro y fuera de una instalación. Cuando existen pisos en un segundo nivel, terrazas, corredores o zonas de tendido se les conoce como áreas de tránsito.

Según Aguilar (Aguilar, 2004) al definir piso se dice que son las superficies que están instaladas sobre el terreno natural de la instalación. Para ser precisos, son las superficies donde normalmente caminamos, estas pueden ser tipo de concretos con acabados finos, cerámicos, alfombras, sistemas de pisos industriales, todos estos elementos deben estar bajo una cubierta o techo.

Figura 1. Conformación de un piso.



Fuente: Solano, 2004.

### Tipos de pisos

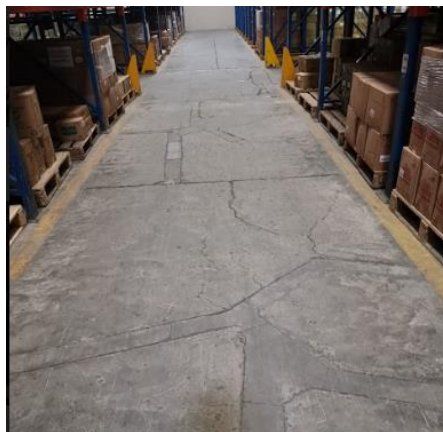
De acuerdo con Ángel y Prieta (Ángel y Prieta, 2014) existen una variedad de diseños de pisos para la industria, se puede encontrar diferentes soluciones, pero esto está sujeto a la necesidad de uso que tendrá. Para el tipo de operaciones, desgaste y el tránsito anticipado que tendrá, el Instituto Americano del Concreto tiene nuevas clases de piso al considerar la operación a la cual estará sometido el elemento.

Imagen 13. Pavimentos de tránsito vehicular.



Fuente: Batz, G., agosto 2020

Imagen 14. Pisos de bodegas de almacenamiento.



Fuente: Batz, G., agosto 2020

Tabla XX. Tipos de pisos industriales.

<b>Tipo</b>	<b>Tipo de uso previsto</b>	<b>Uso</b>	<b>Consideraciones</b>	<b>Acabado final</b>
Una capa	Superficie expuesta al tránsito peatonal	Oficinas, iglesias, comerciales, residenciales	Acabado uniforme, agregado antideslizante en áreas específicas	Acabado normal con llana de acero
Una capa	Superficie cubierta, tránsito peatonal	Oficinas, iglesias, comerciales, residenciales, instituciones con revestimiento de pisos	Losas planas a nivel adecuado para la aplicación de revestimientos	Acabado ligero con llana de acero
Dos capas	Superficie expuesta o cubierta, tránsito peatonal y vehicular	Recubrimiento adherido o no adherido sobre la losa de edificios comerciales y no industriales	Losa base, tolerancia superficial uniforme, curado, recubrimiento no adherido, espesor mínimo 75mm. Agregados apropiadamente dimensionados	Losa base, acabado con llana bajo cubierta no adherida, superficie texturada bajo cubierta. Superficie expuesta acabado con llana de acero normal.
Una capa	Superficie expuesta o cubierta, tránsito peatonal y vehicular	Institucional o comercial	Losas planas y nivelada adecuadamente para la colocación de revestimientos, agregados antideslizantes para áreas específicas, juntas	Acabado normal con helicóptero
Una capa	Superficie expuesta, tránsito vehicular industrial	Plantas industriales para la fabricación, procesamiento y almacenamiento	Subrasante uniforme, distribución de juntas, resistencia a la abrasión	Acabado con helicóptero pesado

Una capa	Superficie expuesta, tránsito vehicular industrial pesado e intenso	Pisos industriales sometidos a tránsito pesado, puede estar sometido a carga de impacto	Subrasante uniforme, distribución de juntas, transferencia de carga, resistencia a la abrasión	Endurecedor superficial metálico o mineral, acabado superficial con helicóptero pesado
Dos capas	Superficie expuesta, tránsito vehicular industrial pesado e intenso	Pisos en dos capas adheridas sometidas a tránsito pesado y cargas de impacto	Losa base, subrasante uniforme, distribución de juntas. Recubrimiento agregado mineral o metálico bien graduado	Limpio, superficie de losa de base texturizada adecuada para la colocación de recubrimiento adherido, acabado con helicóptero pesado
Dos capas	Mismo uso que en los tipos 4, 5 y 6	Recubrimiento no adherido en pisos nuevos o existentes	Antiadherente en losa base, espesor mínimo de 10mm, resistencia a abrasión	El mismo que en los tipos 4, 5 y 6
Una capa o recubrimiento	Superficie expuesta, pisos super planos, requerimientos a la tolerancia superficial críticos, vehículos especiales para transporte de elementos o materiales	Pisos estrechos, almacenes de gran altura, estudios de televisión, pistas de patinaje de hielo o gimnasios	Diversos recubrimientos de calidad de hormigón, procedimiento de aplicación esocuales	Hormigón en franjas de 6mts de ancho mínimo

Fuente: Murúa, 2014.

### Mantenimiento

Según Aguilar (Aguilar, 2004) por la variedad de pisos que existen y los cuales son aplicados, se puede mencionar recomendaciones para el mantenimiento y cuidado de los pisos como:

- Evitar la caída de elementos pesados: genera agujeros y aumenta la probabilidad de fallas como grietas y fisuras.

- El arrastre constante de elementos: propicia un desgaste, puede originar piquetes pequeños.
- Derrame de ácidos: evitar el derrame y también la limpieza con este tipo de soluciones.

### Reparaciones de pisos de concreto armado

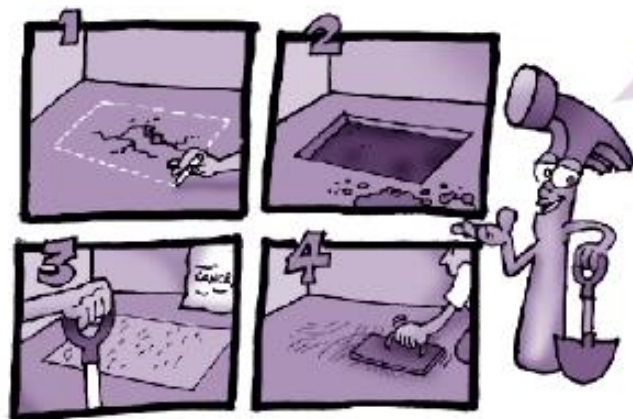
Aguilar (Aguilar, 2004) comenta que para realizar un mantenimiento para fisuras y grietas es necesario realizar los siguientes pasos:

Tabla XXI. Reparación de fisuras y grietas en pisos.

Paso	Actividad
1	Delimitar el área dañada dentro de un recuadro
2	Realizar la demolición del área y espesor del piso existente, hasta llegar a la profundidad.
3	Verter el concreto con la resistencia específica dentro del área demolida.
4	Realizar el acabado final

Fuente: Solano, 2004.

Figura 2. Proceso de reparación de piso con fisuras o grietas.



Fuente: Solano, 2004.

### Reparaciones de pisos cerámicos

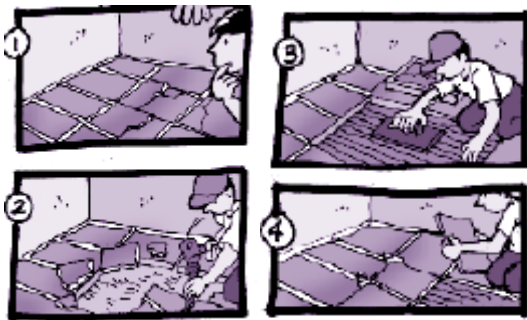
De acuerdo con Aguilar (Aguilar, 2004) los pisos cerámicos son fáciles de mantener su buen estado físico y funcionamiento. Se debe de tener precaución al no votar objetos pesados, arrastre que genere fricción y desgaste brusco, al tener daños en este tipo de piso lo recomendable es realizar los siguientes pasos:

Tabla XXII. Reparación de pisos cerámicos.

<b>Paso</b>	<b>Actividad</b>
1	Identificar las unidades que están dañadas
2	Realizar el levantamiento de las unidades y pegamento hasta la base, con precaución para no dañar las piezas que se encuentran en buen estado
3	Aplicar el pegamento de piso, instalar las unidades nuevas y realizar el golpe para retirar el aire acumulado
4	Aplicar la cisa del color actual
5	Realizar una limpieza en el área reparada, para retirar excedentes o manchas de cemento y pegamento.

Fuente: Solano, 2004.

Figura 3. Reparación de piso cerámico



Fuente: Solano, 2004.

### Reparaciones de pisos de madera

Sierra (Sierra, 2004) comenta que como todo tipo de piso es importante evitar golpes o dejar caer objetos pesados y robustos, así también evitar fricción que genere un desgaste brusco, que acorte el tiempo de vida y se tenga que sustituir por completo.



De las indicaciones más importantes para el buen mantenimiento y cuidado es evitar derrame de líquidos y si ocurre realizar una limpieza inmediata, es necesario aplicar capas de aditivos que protejan y prolonguen la vida de este tipo de pisos, para realizar una reparación es necesario hacer lo siguiente:

Tabla XXIII. Reparación de pisos de madera.

<b>Paso</b>	<b>Actividad</b>
1	Verificar cuantas piezas o cuanta área es la dañada
2	Desmontar todas las piezas dañadas o en algún caso toda el área que ha sido afectada, limpiar profundamente la superficie
3	Aplicar pegamento especial para pegar piso de madera y ajustar las piezas para que sea una óptima instalación
4	Aplicar sello en 2 capas para protección de humedad, polías de piso

Fuente: Solano, 2004.

#### Mantenimiento de pisos epóxicos

Según Recinco (Recinco, 2018) es importante darles el cuidado necesario y el mantenimiento adecuado a los pisos epóxicos al seguir las recomendaciones de su uso y conservar un estado óptimo de su superficie.

De acuerdo con Recinco (Recinco, 2018) los recubrimientos que existen dentro del mercado tienen características que los hacen tolerar a ciertos escenarios, pero esto no significa que sean hasta un punto indestructibles. Existen acciones que pueden dañar y reducir la vida de este tipo de pisos como arrastre de objetos pesados, dejar caer objetos o herramientas con puntas, no limpiar inmediatamente derrames de químicos y entre otras. Se determinan las siguientes indicaciones para que los pisos puedan tener una vida más prolongada.

#### Proceso de limpieza:

- Realizar un barrido diario con escoba manual o eléctrica de cerda suaves.

- Estregar una vez a la semana para remover partículas que puedan dañar la superficie.
- Trapear la superficie del piso con paños o mechas con texturas lisas.

Utilizar productos químicos para la limpieza con las siguientes características:

- Desengrasantes: que sean neutrales con un pH7,
- Agentes de limpieza alcalinos: con pH superior a pH7 para retirar todo tipo de grasa y aceites saponificables.
- Detergentes alcalinos suaves: los pH de estos están situados entre 8.0 y 10.8 aplicados con detergentes de pH neutro.
- Desengrasantes alcalinos: estos se utilizan para áreas sumamente sucias.

Utilizar equipos adecuados para la limpieza de pisos como los siguientes:

- Lustradora: herramienta con accesorios y pad holder, preferible que sean rojos o blancos para pisos lisos.
- Pulidora: que tenga platos de cerdas plásticas suaves para superficies antideslizantes y plato con cerdas semirrígidas para superficies antideslizantes gruesos.
- Lavadora industrial: se utiliza cerdas con las características que usan las pulidoras.
- Lavadora de agua a presión: se utiliza desengrasante con agua caliente para retirar la grasa y percudidos altos, la presión debe ser no mayor de 300psi.

Imagen 15. Estado de pisos epóxicos en áreas de producción.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

#### Mantenimiento a estructuras

En base a Balseca y Dahik (Balseca y Dahik, 2012) se define las estructuras como elementos que son capaces de soportar cargas provocadas del uso que se les da y también las cargas generadas por ellas mismas acorde a su peso, con el fin de transmitir todas estas al suelo. Las estructuras están formadas por varios de sus miembros y conexiones que existen entre ellas, ensamblándose para dar y mantener una forma.

Según Balseca y Dahik (Balseca y Dahik, 2012) todas las estructuras soportan cargas vivas y muertas, estas se distribuyen de acuerdo con el diseño de sus elementos que la conforman. Dentro de los elementos que pueden conformar una estructura se puede mencionar armaduras, pórticos, vigas, columnas y entre otros. Estas deben de resistir cargas, fuerzas y deformaciones que son provocadas de acuerdo con las condiciones de servicio.

Mantilla y Lizcano (Mantilla y Lizcano, s.f.) hablan sobre las estructuras tienen varias divisiones de acuerdo con los diseños que serán usados en puentes, edificios y estructuras similares, ellas pueden ser las siguientes:

- Aceros al carbono
- Aceros de baja aleación
- Aceros de alta resistencia mecánica

#### Estructuras metálicas

De acuerdo con Balseca y Dahik (Balseca y Dahik, 2012) las estructuras metálicas están divididas en 2 grupos importantes las cuales son:

- Estructuras de cascaron: estas son todas las placas o láminas de las cuales se construyen tanques de almacenamiento, silos para granos, buques, vehículos y todo tipo de cubiertas utilizadas para los edificios.
- Estructuras reticulares: son las estructuras que se forman por elementos largos y ellos pueden ser armaduras, marcos rígidos, marcos conductuales, trabes y estructuras reticulares en tres dimensiones.

Bermúdez (Bermúdez, 2005) habla de las distintas partes que forman una estructura metálica y las definiciones que tienen, dentro de ellas se mencionan algunas:

- Aleta: es la parte exterior de los perfiles conocidos como W, WT, C, Z y a los lados de sus ángulos.
- Alma: es la parte interna del perfil que se encarga de unir las aletas.
- Alma llena: es la parte encargada de unir los perfiles estructurales de forma continua en todo lo largo de su corte transversal.
- Atiesadores de la estructura: es la parte que le da rigidez a la estructura de sección W y ayuda a evitar el pandeo que es provocado por las fuerzas puntuales que se generan.

- Correa: es la parte estructural de una cubierta que sirve de apoyo para la ubicación de las láminas, se puede formar de varillas y también de perfiles W, C y Z.
- Cerchas: estas son las barras que forman estructuras de tipo celosía sin tener un empotramiento directo.
- Contravientos: son los elementos que apoyan en brindar rigidez lateral a las estructuras así evitar que sean desplazadas por las cargas horizontales.
- Cordones: son similares a las cerchas, y sufren las mismas cargas y esfuerzos que se generan de un perfil similar.
- Parales: es la parte vertical ubicada entre 2 cordones superior e inferior de la cercha.
- Platabanda: es la platina que se instala para aumentar la resistencia a la aleta en un perfil.
- Pendolón: elemento estructural que apoya a que un tensor se deflece.
- Riostra: este ayuda a que la estructura sufra pandeos laterales.
- Separadores: es utilizado para unir los ángulos individuales y así hacerlos un solo elemento de transmisión de carga.
- Tensores: parte de la estructura que es demasiado esbelto, pero ayuda a evitar la tracción en una cercha.
- Vigueta: parte de la estructura que cumple la función de transmitir las cargas verticales de los entrepisos y dirigirlas a las vigas principales.

#### Mantenimiento a estructuras metálicas

Urrutxi (Urrutxi, 2013) comenta que se debe de tomar en cuenta las instrucciones para la revisión de mantenimiento de una estructura lo siguiente:

- Sobrecargas de uso
- Deformaciones admitidas
- Riesgos que ponen en peligro las estructuras

- Respeto de las limitaciones de carga

Imagen 16. Estructuras de bodegas.



Fuente: Batz, G., agosto 2020

Urrutxi (Urrutxi, 2013) habla del mantenimiento a una estructura se establece de acuerdo con lo contemplado por los encargados de ejecutar los planes de mantenimiento. Para mantener en óptimas condiciones es necesario dar una protección a las estructuras y evitar que existan agentes que provoquen humedad, y así que estos afecten a los elementos en causar corrosión.

Según Urrutxi (Urrutxi, 2013) para las edificaciones es necesarios realiza inspecciones rutinarias definidas según la periodicidad a la necesidad de uso. En las inspecciones es necesario enfatizar y poner mucha atención que los daños estructurales serán dúctiles como deformaciones. También se debe poner mucha atención ya que existen daños que son bastante frágiles, pero estos pueden ser el inicio de efectos que con el tiempo pueden repercutir a las estructuras y provocar daños que sean irreversibles, con altos costos de reparación.

Urrutxi (Urrutxi, 2013) habla de la necesidad de mantenimiento para una estructura metálica, y se define los puntos importantes a evaluar.

Tabla XXIV. Mantenimiento de estructuras metálicas.

Tiempo de inspección	Puntos para evaluar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisuras en forjados</li> <li>• Fisuras en tabiques</li> <li>• Humedades que generen corrosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de pinturas anticorrosivas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra fuego</li> <li>• Cualquier tipo de lesión</li> <li>• Ampollas, desconchados y agrietamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de manchas</li> <li>• Limpieza mecánica con cepillo y lijado</li> <li>• Aplicación de pintura</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección visual a elementos de protección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza general</li> </ul>

Fuente: Arkarazo, 2013.

#### Estructuras de concreto

Del Río (Del Río, s.f.) comenta que las estructuras de concreto son tratadas más continuamente conforme transcurre el tiempo. A diferencia de una estructura de acero que da mejores alternativas de construcción y análisis.

De acuerdo con Del Río (Del Río, s.f.) existen daños que perjudican el funcionamiento de una estructura de concreto, de ellas podemos mencionar algunas como:

- Problemas patológicos: dentro de ellos existe un mal diseño y cálculo de las estructuras.
- Una mala construcción de las estructuras.
- Elección de materiales de construcción de mala calidad.
- Exponer las estructuras a ambientes inadecuados sin protecciones específicas, así reducir el tiempo de vida.
- Un mal uso de la estructura.
- Deficiente mantenimiento al detectar fallas.
- Estructuras afectadas por desastres ambientales: pueden ser dañadas por terremotos, tormentas.
- Estructuras por accidentes: daños provocados por incendios, colapsos o explosiones.
- Remodelación y una mala utilización: Alterar las estructuras sin contemplar sus diseños iniciales y sobre capacitarlas.

Según Del Río (Del Río, s.f.) actualmente se cuenta con malas prácticas de mantenimiento para las estructuras, esto hace que el tiempo de vida sea más corta y existan malas conservaciones de las edificaciones. Es muy habitual que no existan controles y registros que incluyan inspecciones a las estructuras de las edificaciones, derivado de esto no se cuenta con medidas para reparación de daños.

#### Mantenimiento de estructuras de concreto

Minvu (Minvu, 2018) habla que es importante realizar mantenimientos y derivado de ellos realizar reparaciones de las fallas por personal altamente calificado y correctas ejecuciones para garantizar la durabilidad de las estructuras.

Según Minvu (Minvu, 2018) es necesario contar con los materiales indicados y de alta calidad para garantizar que las reparaciones de mantenimiento serán durables. Se debe tomar en consideración las especificaciones de uso y aplicación a la hora de reparar



las estructuras dañadas, como también verificar el entorno. Es importante realizar una buena preparación de las áreas dañadas.

De acuerdo con Minvu (Minvu, 2018) para el buen mantenimiento de las estructuras y realizar reparaciones, se puede mencionar algunos de los daños más frecuentes.

Tabla XXV. Mantenimiento de estructuras de concreto.

Tipo de daño	Tipo de reparación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisura en morteros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de morteros para reparaciones estructurales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desprendimiento de elementos de la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de mortero estructural autoportante</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisuras y grietas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inyección de concreto o mortero con base cemento</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisuras entre elementos de carga y paredes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar anclajes con acero y concreto</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demolición total</li> <li>• Refuerzos con concreto reforzado</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de morteros estructurales</li> <li>• Formaletas y fundición manual o mecánica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de recubrimiento de hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación manual de mortero estructural</li> <li>• Formaletas y fundición manual</li> <li>• Lanzado de hormigón o mortero</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cavidades de aire dentro del hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación manual de mortero u hormigón</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaletas y fundición manual</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de materiales en volúmenes grandes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición de hormigón insitu</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotura de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demolición y reemplazo de acero</li> <li>• Instalación de planchas de acero</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de secciones de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazo de armaduras de acero</li> <li>• Instalación de planchas de acero</li> <li>• Instalación de acero y se traslapan las barras con las antiguas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformaciones permanentes de armaduras de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazo total de armaduras de acero</li> <li>• Demolición y fundición manual de concreto</li> </ul>

Fuente: Minvu, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018.

#### Mantenimiento a cubiertas

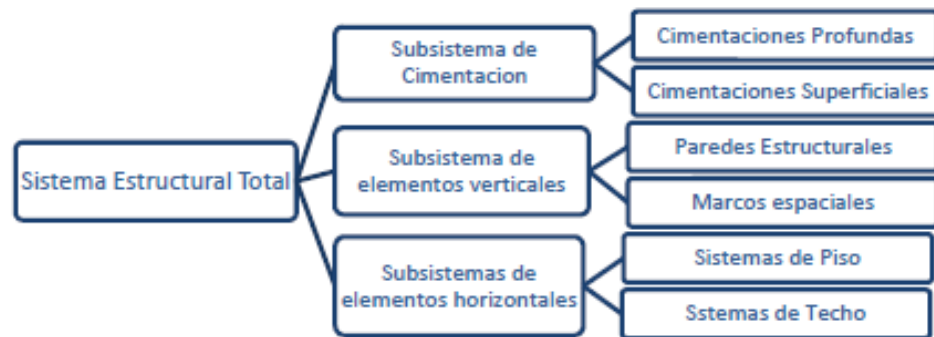
Según Cruz, et al (Cruz, et al, 2012) las cubiertas son partes importantes de las infraestructuras de una edificación, estas son las encargadas de darle protección del ambiente exterior a los usuarios y también a la misma estructura. Las cubiertas deben cumplir todos los requerimientos de acuerdo con las necesidades del uso que vaya a tener.

De acuerdo con Cruz, et al (Cruz, et al, 2012) las cubiertas deben de tener las condiciones adecuadas en cuanto a diseño y conformación de todos sus componentes, ya que existen diferentes tipos y el uso de cada uno de ellos dependerá de las necesidades, como del tipo de edificación.

Cruz, et al (Cruz, et al, 2012) hablan que la función fundamental de las cubiertas es la de proteger, a partir de ello, el comportamiento y tiempo de vida de una edificación dependerá mucho de la cubierta, a raíz del óptimo diseño se compensan los demás componentes ya que puede evitar el contacto directo de situaciones de la intemperie como la lluvia, sol, vientos y todo factor climatológico.

Según Cruz, et al (Cruz, et al, 2012) las cubiertas pueden compensar elementos arquitectónicos como estructurales de las edificaciones, al ser sistemas globales.

Figura 4. Sistemas y subsistemas de una edificación.



Fuente: Carlos Alberto Cruz Rovira, 2012.

#### Tipos de cubiertas

Cruz, et al (Cruz, et al, 2012) explican que las cubiertas se pueden clasificarse en dos tipos según su diseño y función dentro de la edificación a la hora de transmitir todas las fuerzas horizontales que se general y conducir las a los elementos verticales. Las cubiertas se pueden dividir de la siguiente manera:

#### Cubiertas rígidas y flexibles

- Rígidas: este tipo se caracteriza por la transmisión de las cargas laterales hacia los apoyos verticales, tienen la particularidad de no sufrir deformaciones axiales y tampoco sufren flexiones por fuerzas generadas por ella misma. Se puede definir las losas sólidas o nervadas de concreto armado como cubiertas

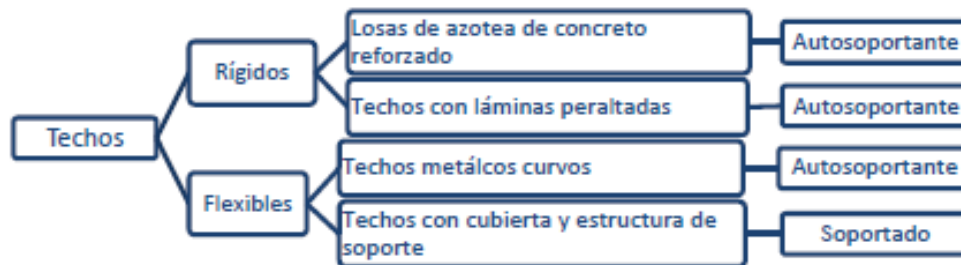
rígidas y sobre ellas tener una mayor capacidad de ubicar equipos o elementos que son parte de la edificación.

- Flexibles: este tipo son encargados de funcionar como un tipo de viga y transmitir las fuerzas horizontales a los apoyos verticales, a diferencia de los rígidos la torsión no se toma en cuenta ya que, los elementos verticales no ceden y evita un arqueado del diafragma.

#### Cubiertas autoportables y soportadas

Cruz, et al (Cruz, et al, 2012) mencionan las cubiertas autoportables como el tipo que cumple una función de tener la capacidad en sostener todo el peso generado por ella y a la misma vez las cargas y transmitir las al suelo. Muy diferente de la soportada, ya que ella necesitar contar con apoyos verticales para poder transmitir las cargas y pesos.

Figura 5. Clasificación de cubiertas.

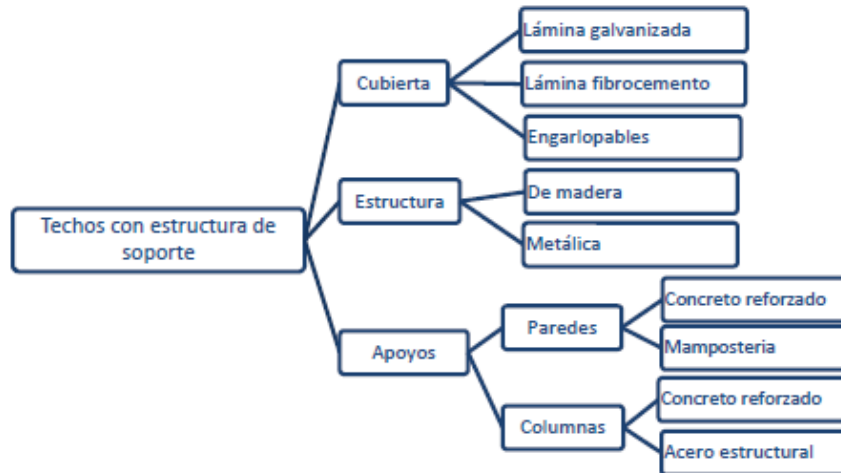


Fuente: Carlos Alberto Cruz Rovira, 2012.

Cruz, et al (Cruz, et al, 2012) mencionan los materiales que pueden formar las cubiertas y son muy comunes para las construcciones de las edificaciones, estas pueden ser:

- Láminas galvanizadas.
- Láminas de fibrocemento
- Láminas engarlopables
- Láminas termos acústicas

Figura 6. Partes de una cubierta.



Fuente: Carlos Alberto Cruz Rovira, 2012.

#### Mantenimiento de cubiertas

Orozco y Vargas (Orozco y Vargas, s.f.) comentan que las cubiertas son elementos con alta demanda en cuanto al desgaste, ya que son vulnerables por los factores climáticos que las afectan y es necesarios realizar inspecciones periódicas y darles mantenimientos correctos para proteger su integridad.

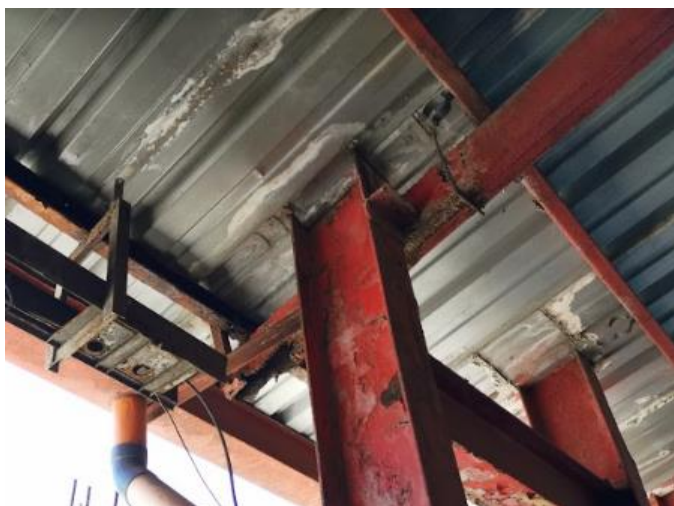
Tabla XXVI. Mantenimiento de cubiertas.

Periodicidad de revisión	Puntos para inspeccionar	Acciones por realizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semestrales</li> <li>• Anuales</li> <li>• Cada 3 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de canales, láminas, bajadas de agua</li> <li>• Revisión de agujeros</li> <li>• Estado de juntas de dilatación</li> <li>• Aparición de corrosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza general</li> <li>• Resanes de grietas y fisuras</li> <li>• Tratamiento de corrosión con pintura anticorrosiva</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anclajes horizontales y verticales</li> <li>• Estado de la pintura</li> <li>• Estado de soleras</li> <li>• Empozamientos de agua</li> <li>• Grietas y fisuras</li> <li>• Hundimientos</li> <li>• Verificar pandeos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazo de láminas dañadas</li> <li>• Sello de agujeros</li> <li>• Reparación de apoyos horizontales y verticales</li> </ul>
--	--	---

Fuente: Junta de Andalucía, 2010.

Imagen 17. Estado de cubiertas en planta.



Fuente: Batz, G., agosto 2020.

#### Normas de seguridad en plantas refinadoras

De acuerdo con Gobierno de Guatemala (Gobierno de Guatemala, 2014) en el “Artículo 4” las empresas están obligadas a proteger la vida, la salud y la integridad de sus trabajadores en los lugares de trabajo según las siguientes condiciones.

- En los procesos de trabajo y las operaciones relacionadas.

- El suministro, uso y mantenimiento del equipo de protección personal debidamente certificado
- Que las condiciones ambientales en los lugares de trabajos sean óptimas como en edificaciones e instalaciones.
- Proteger, mantenimiento de resguardo y sistemas de emergencia a todo tipo de máquinas e instalaciones.

De acuerdo con Gobierno de Guatemala (Gobierno de Guatemala, 2014) en el “Artículo 5” estable tomar en cuenta las indicaciones siguientes:

- Tener conservadas y funcionales las instalaciones, maquinarias para su debido uso.
- La empresa deberá brindar todo el vestuario, herramientas y demás para la realización de sus labores.

De acuerdo con Gobierno de Guatemala (Gobierno de Guatemala, 2014) en el “Artículo 8” cada colaborador debe de cumplir todas las instrucciones y normas de SSO, que le servirán para preservar su integridad física y psicológica. Los colaboradores están obligados a seguir el cumplimiento de todas las recomendaciones para el buen uso de su equipo de protección y conservación, así también, a las indicaciones dadas para la realización de trabajos y el uso de la maquinaria.

De acuerdo con Gobierno de Guatemala (Gobierno de Guatemala, 2014) en el “Artículo 9” los colaboradores tienen prohibido las siguientes indicaciones:

- Realizar actos inseguros que violen las normas de SSO y pongan en riesgo su integridad física al realizar trabajos y operaciones.
- Que no dañen o muevan la protección instalada a los equipos y así también a las instalaciones.
- No utilizar el equipo de protección personal
- Dañar el equipo de protección personal.

- Destruir o dañar todo tipo de señalización que indique acciones inseguras.
- Realizar bromas, juegos o actividades que puedan atentar con su vida e integridad.
- Desempeñar sus actividades de trabajo en estado ético, bajo el uso de algún tipo de droga.
- No utilizar su debida protección, vestimenta y herramienta para los trabajos.



### III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento”, se identificó 1 población a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, la cual (jefes y supervisores de la planta) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica del censo por medio de la población finita cualitativa, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

La segunda población de estudio (jefes y supervisores de la planta) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto y causa, respectivamente, se trabajó con 20 jefes y supervisores de la planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

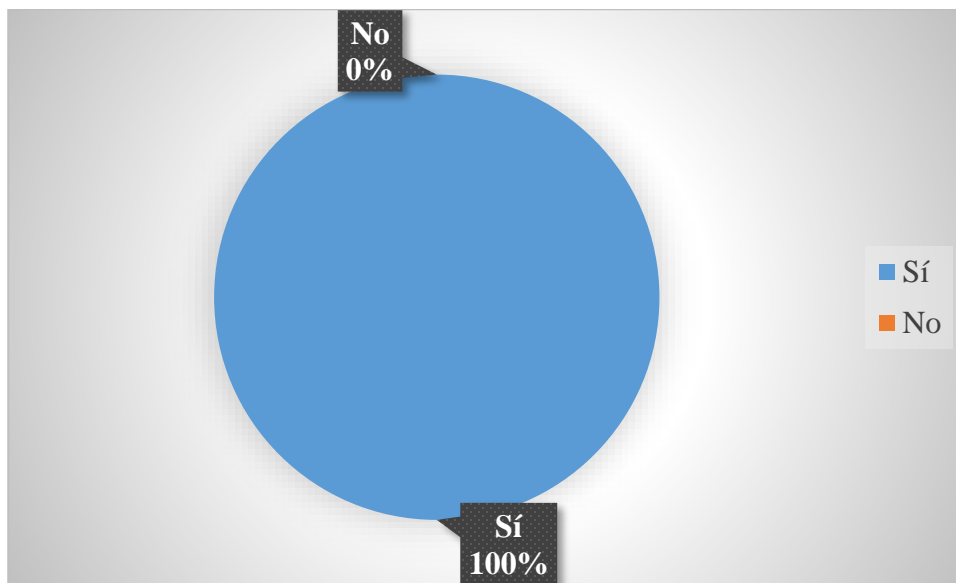
### III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

**Cuadro 1: Incremento de daños en instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	20
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 1: Incremento de daños en instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

#### **Análisis**

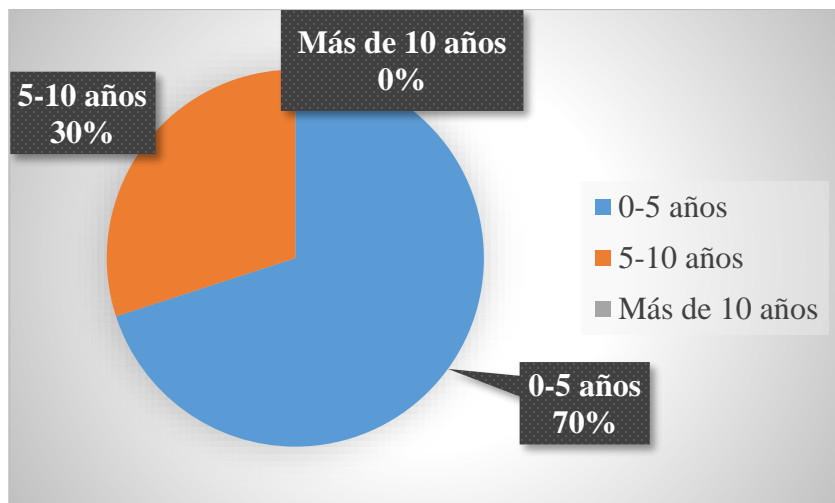
El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la empresa, al indicar que si existe incremento de daños en instalaciones de la planta. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 2: Tiempo en el que existe el incremento de daños en instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0-5 años	14	75
5-10 años	6	25
Más de 10 años	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 2: Tiempo en el que existe el incremento de daños en instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### **Análisis**

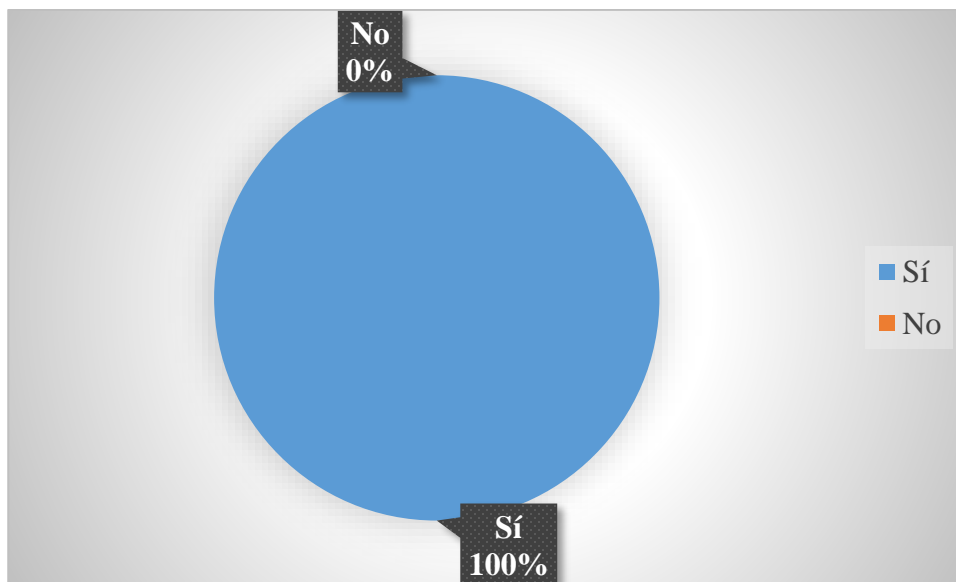
El efecto se confirma mediante la opinión del 75% de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que desde 0-5 años existe incremento de daños en instalaciones de la planta. Mientras que el 25% de ellos indica que desde 5-10 años.

**Cuadro 3: Dificultades por el incremento de daños en las instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	20	20
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 3: Dificultades por el incremento de daños en las instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### **Análisis**

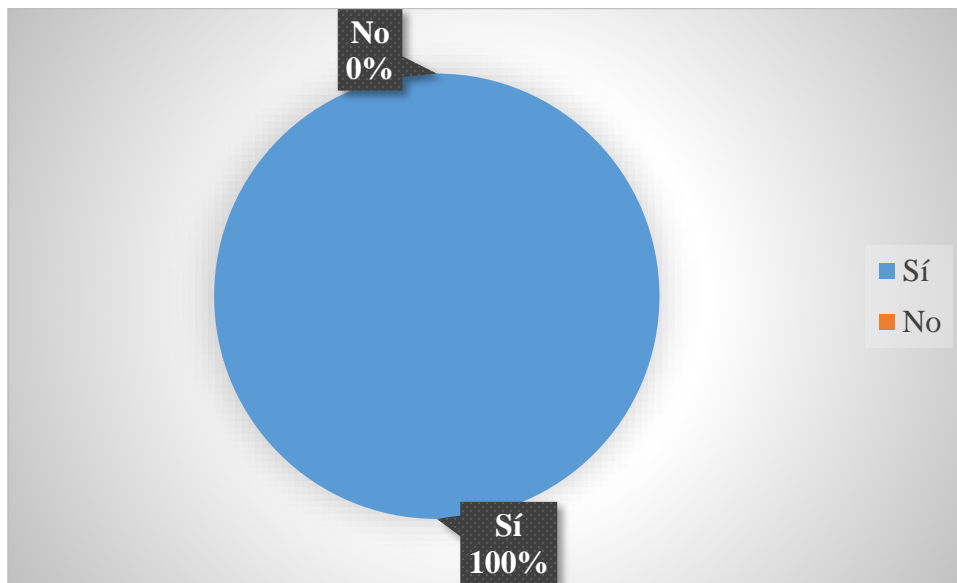
El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que si han tenido dificultades por el incremento de daños en instalaciones de la planta. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 4: Necesidad de realizar reparaciones por el incremento de daños en instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	20
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 4: Necesidad de realizar reparaciones por el incremento de daños en instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Análisis**

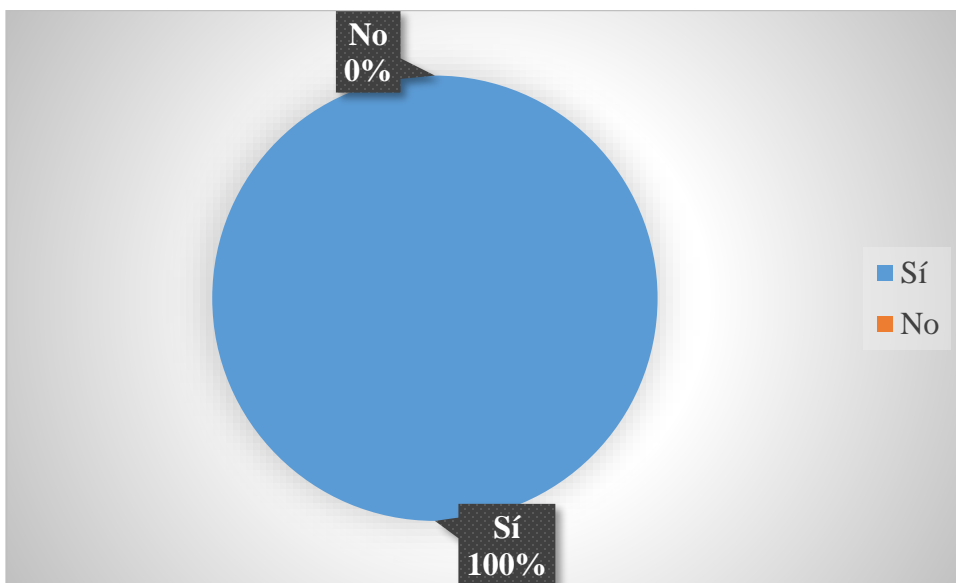
El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que si es necesario realizar reparaciones por el incremento de daños en instalaciones de la planta. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 5: Realizar mejoras por el incremento de daños en instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	20
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 5: Realizar mejoras por el incremento de daños en instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### Análisis

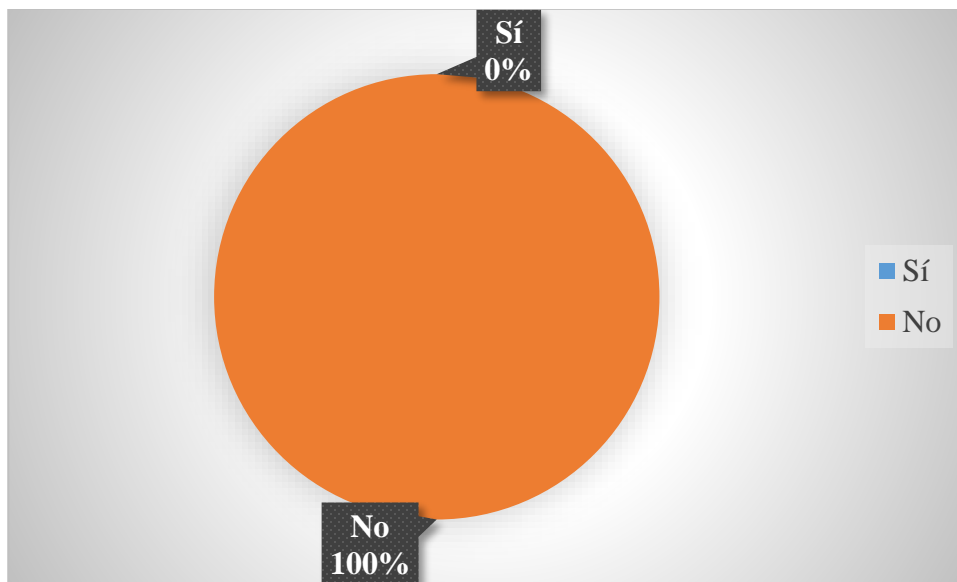
El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que si se deben realizar mejoras por el incremento de daños en instalaciones de la planta. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 6: Existencia de plan para mantenimiento de instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	20	100
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 6: Existencia de plan para mantenimiento de instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### **Análisis**

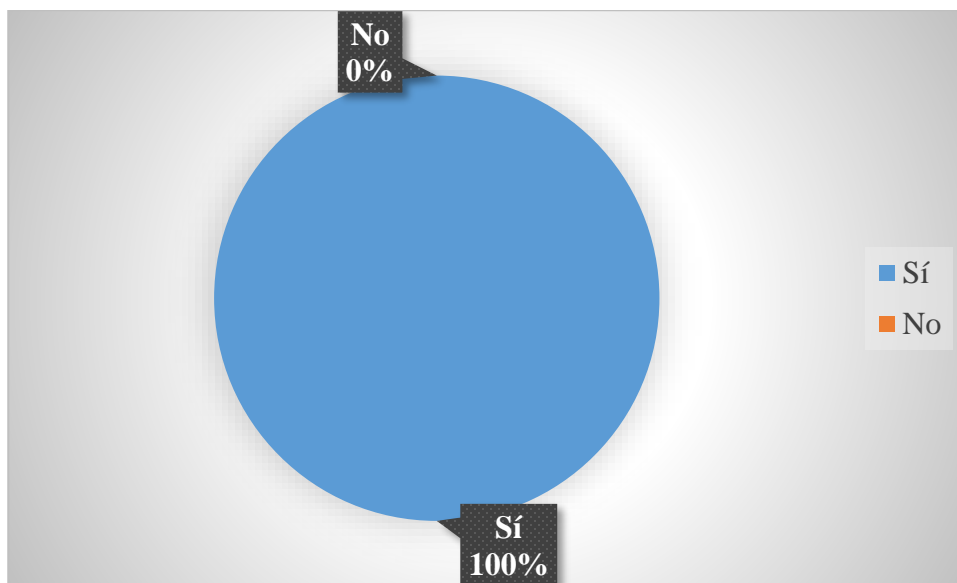
La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que no conocen si existe plan para mantenimiento a instalaciones de la planta. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 7: Necesidad de implementar el plan de mantenimiento a instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	100
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 7: Necesidad de implementar el plan de mantenimiento a instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### **Análisis**

La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que si es necesario implementar el plan para mantenimiento a instalaciones de la planta. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

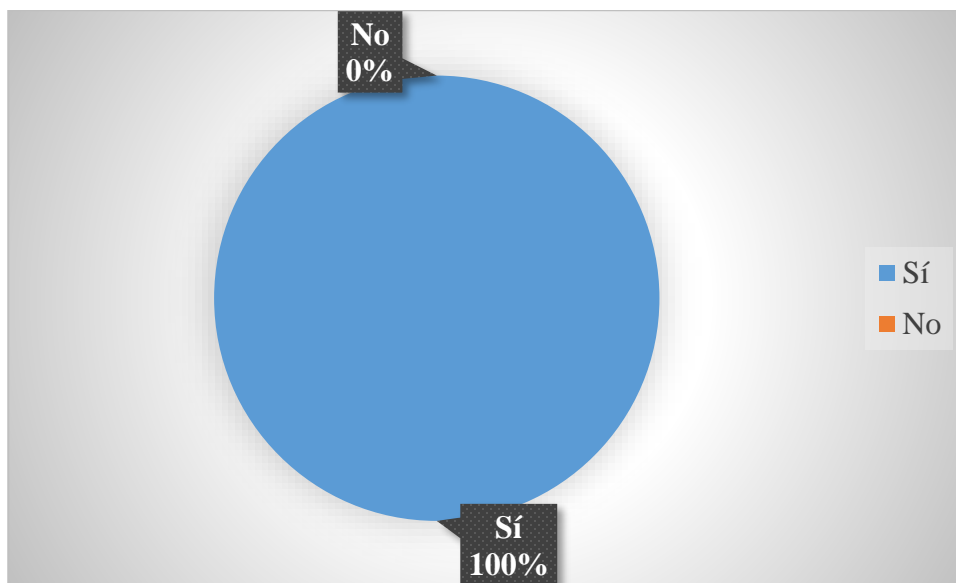


**Cuadro 8: Falta de plan de mantenimiento que afecta el ambiente laboral de los colaboradores.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	100
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 8: Falta de plan de mantenimiento que afecta el ambiente laboral de los colaboradores.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### **Análisis**

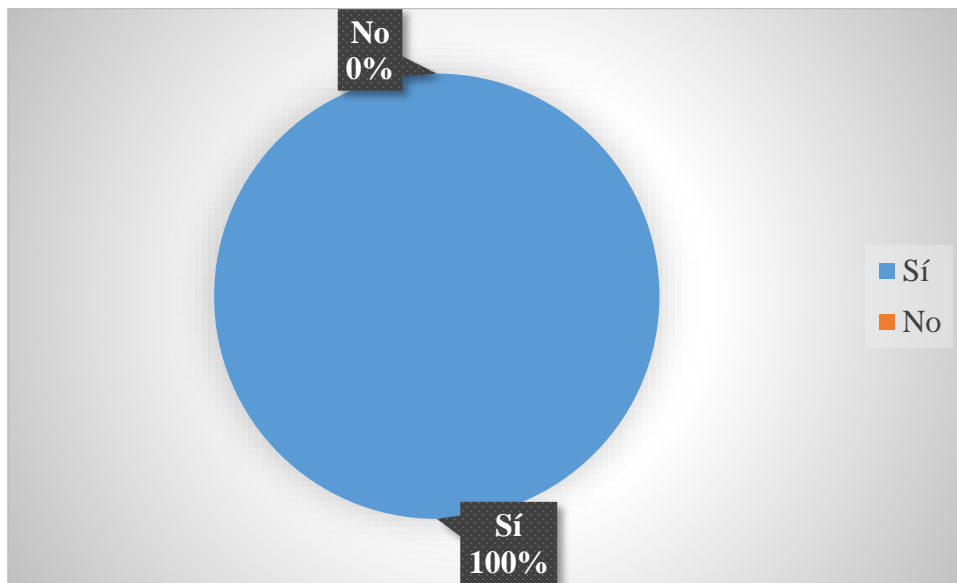
La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que la falta de plan para mantenimiento a instalaciones de la planta si afecta el ambiente laboral de los colaboradores. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 9: Implementación de plan para mantenimiento para mejorar las instalaciones de la planta.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	100
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 9: Implementación de plan para mantenimiento para mejorar las instalaciones de la planta.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### **Análisis**

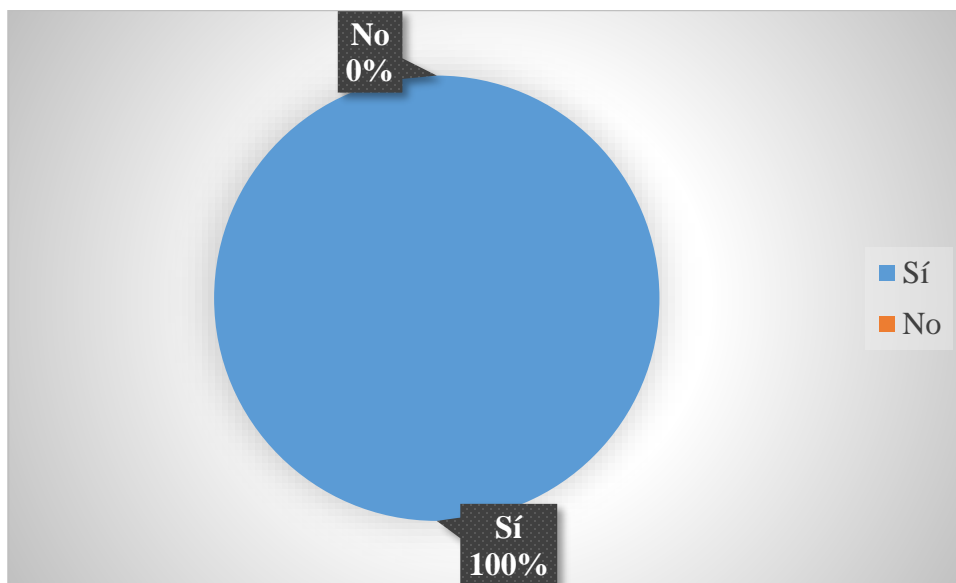
La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que implementar el plan para mantenimiento mejoraría las instalaciones de la planta. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

**Cuadro 10: Implementación de plan para mantenimiento para mejorar el ambiente laboral de las áreas de trabajo.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	100
No	0	0
Totales	20	100

Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

**Gráfica 10: Implementación de plan para mantenimiento para mejorar el ambiente laboral de las áreas de trabajo.**



Fuente: jefes y supervisores, junio 2020

### **Análisis**

La causa se confirma mediante la opinión de la totalidad de los jefes y supervisores de la planta, al indicar que implementar el plan para mantenimiento mejoraría el ambiente laboral de las áreas de trabajo. Mientras que ninguno de ellos, indica lo contrario.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### IV.1 Conclusiones

1. Se comprueba el incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A durante los últimos 5 años por deficiente mantenimiento, debido a la falta de plan para mantenimiento, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.
2. Existe el incremento de daños en las instalaciones de la planta.
3. Hace cinco años que existe el incremento de daños en las instalaciones de la planta.
4. Se han tenido dificultades por el incremento de daños en las instalaciones de la planta.
5. No existen mejoras en las instalaciones de la planta.
6. La falta de un plan de mantenimiento afecta el ambiente laboral de los colaboradores de la planta.
7. Sin plan para mantenimiento, las instalaciones de la planta no mejorarán.
8. Existe corrosión en estructuras de los techos por falta de reparaciones.

#### IV.2 Recomendaciones

1. Implementar un plan de mantenimiento a las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A.
2. Reducir los daños en instalaciones de la planta por medio de un plan de mantenimiento.
3. Realizar inspecciones periódicas de daños en las instalaciones de la planta para tener mejoras de las áreas.
4. Mejorar las áreas de trabajo para que los colaboradores aumenten su productividad en sus actividades.
5. Reparar los daños en las estructuras de los techos ayudará a evitar colapsos.
6. Las mejoras de la planta ayuda a beneficiar el ambiente laboral del colaborador.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría de Educación. (2008). Manual de Uso, Conservación y Mantenimiento de los Colegios de la Secretaría de Educación Distrital. Bogotá: Imprenta Distrital.
2. Alemán, A. (2019). Manual para la Construcción y Mantenimiento de Viviendas en Barrios Populares de Tegucigalpa. Tegucigalpa: Banco Interamericano de Desarrollo.
3. Álvarez, G. A. (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmecánica Industrias AVM S.A. Bucaramanga.
4. Arkarazo, S. U. (2013). Manual de uso y mantenimiento. Vizkaia: Colegio oficial de arquitectura Vasco-Navarro.
5. Becker, E. A. (s.f.). Pisos industriales de hormigón. Pisos industriales de hormigón introducción al conocimiento. InterCement, Buenos Aires.
6. Bueno, A. d. (s.f.). Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
7. Carlos Alberto Cruz Rovira, P. R. (2012). Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techo con perfiles metálicos utilizando el método LRFD. San Salvador: Universidad de El Salvador.
8. Ching, F. D. (2008). Guías de la construcción ilustrada. México: Limusa.
9. Cortes Henao, B., & Perilla Morales, K. (2017). Identificación de Patologías Estructurales en Edificaciones Indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal. Pereira.
10. Diego Gabriel Balseca Beltrán, C. E. (2012). Proceso de mantenimiento para edificios de estructura de acero. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

11. Estuardo, P. F. (2014). Propuesta de un modelo de planificación para el mantenimiento preventivo de ENAP Refinería Bio Bio. Concepción.
12. Gerardo Orozco Masís, A. V. (s.f.). Guía Básica para Mantenimiento de la Infraestructura Física. Costa Rica: DRSSCS-ARIM.
13. German Mantilla Nieto, H. L. (s.f.). Diseño, fabricación, mantenimiento e inspección de estructuras metálicas soldadas. Colombia: Asociación Colombiana de Soldadura.
14. Gobierno de Guatemala. (2014). Acuerdo Gubernativo Número 229-2014 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Guatemala.
15. Guzman, J. L. (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C. Chiclayo.
16. Jhonattan Javier Sanmartin Quizhpi, M. P. (2014). Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa Cerámica Andina C.A. Cuenca.
17. Jose Luís Mendoza Gomez, J. R. (2010). Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa PADELMA LTDA. ubicada en el corregimiento de Guamachito (Zona Bananera) . Santa Marta.
18. Juliana Gómez Echavarría, E. E. (2011). Principales Causas y Posibles Soluciones en la Raclamaciones a Nivel Patológico en Sistemas de Edificaciones Aporticadas. Medellín.
19. Junta de Andalucía, C. d. (2010). Manuel General para el Uso, Mantenimiento y Conservación de Edificios Destinados a Viviendas. Sevilla: Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio.
20. Liz Stephanny Ángel Ramos, M. M. (2014). Modelación numérica de pisos industriales considerando la variabilidad en la sollicitación de cargas. Bogotá.

21. María Isabel Quintero Quintero, C. A. (2013). La degradación y el mantenimiento en las obras de edificación. Medellín, Antioquía.
22. Mejía, C. A. (2005). Curso básico de estructuras metálicas. Manizales: Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia.
23. Minvu, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2018). Manual de reparaciones y refuerzo estructural. Santiago: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional.
24. Monroy, A. J. (2005). Implementación de Sistemas de Control en el Mantenimiento Preventivo de Edificios y sus Instalaciones, Caso Edificio de Rectoría, Campus Central , USAC. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
25. Muñoz, A. B. (s.f.). Mantenimiento Industrial. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
26. Murúa, R. S. (2014). Manual de diseño de pisos industriales. Santiago: Instituto del Cemento y dle Hormigón de Chile.
27. Palencia, O. G. (2006). El Mantenimiento General. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
28. Perusina, J. A. (2012). Guía Metodológica para la Evaluación de Daño Estructural Ocasionado por Sismos en la República de Guatemala. Guatemala.
29. Picado Alfaro, G. (2007). Manuales de mantenimiento preventivo para las plantas de concentrados, granos y semillas de Zamorano. Honduras.
30. Pino, I. C. (2016). Mejora del Sistema de Mantenimiento de una Empresa de Elaboración de Chocolate y Productos Derivados del Cacao. Valencia.



31. Recinco, V. (14 de Mayo de 2018). Sugerencias de mantenimiento para pisos. Sugerencia de mantenimiento de pisos industriales. Recubrimientos industriales y comerciales, S.A., Guatemala, Fraijanes, Guatemala.
32. Restrepo, J. C. (2010). Grietas en construcciones ocasionadas por problemas geotécnicos. Medellín.
33. Rivero, P., & Astorga, A. (2009). Patologías en las Edificaciones. Venezuela: CIGIR.
34. Sánchez, A. O. (2015). Mantenimiento Integral de Edificios e Instalaciones: Análisis y medidas de mejora. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
35. Solano, G. E. (2004). Manual de uso y mantenimiento de la vivienda. San José: FUPROVI.
36. Tozzini, R. (s.f.). Pisos industriales reforzados con fibra. Seminario Online de la Industria del Hormigón Armando. Asociación Argentina del Hormigón Elaborado, Argentina.
37. Villagarcia, S. (2014). Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de. Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú.

## ANEXOS

### Anexo 1: Dominó aprobado.

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años.	4) Objetivo general Reducir daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al primer año de ejecutada la propuesta, se reducen los daños en instalaciones de planta refinadora, y a la vez se soluciona la problemática en 70%.
2) Problema central Deficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.	5) Objetivo específico Contar con eficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.	Verificadores: Reportes del área de Área de Proyectos; de Gerencia General; Gestión de Calidad; Encuestas a colaboradores.  Supuestos: La unidad ejecutora, adopta el programa de selección de materiales de primera calidad para el mantenimiento.
3) Causa principal o variable independiente Falta de plan para mantenimiento a	6) Nombre Plan para mantenimiento a instalaciones de planta	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico

instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.	refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.	
<p>7) Hipótesis</p> <p>El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento.</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Se cuenta con Área de Proyectos como Unidad Ejecutora.</li> <li>* Se elabora anteproyecto para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.</li> <li>* Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</li> </ul>	<p>Indicadores: Transcurridos dos años de implementada la propuesta, se cuenta con eficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora y se concreta el 95% de la solución identificada en el problema central.</p> <p>Verificadores: Reportes del área de Área de Proyectos; de Gerencia General; Gestión de Calidad; Encuestas a colaboradores.</p> <p>Supuestos: Al contar con eficiente mantenimiento, se reduce el costo de inversión en reparaciones a las instalaciones de la planta refinadora.</p> <p>Se implementa el programa de mejora continua al mantenimiento.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existe incremento de daños en instalaciones de la planta? Sí _____ No _____</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p>	<p><b>N/A</b></p>

<p>incremento de daños en instalaciones de la planta?  0-5 años___5-10 años___ Más de 10 años___</p> <p>c) ¿Ha tenido dificultades por el incremento de daños en instalaciones de la planta?  Sí _____ No_____</p> <p>d) ¿Es necesario realizar reparaciones por el incremento de daños en instalaciones de la planta?  Sí _____ No_____</p> <p>e) ¿Considera que se deben de realizar mejoras por el incremento de daños en instalaciones de la planta?  Sí _____ No_____</p> <p>Dirigidas a Jefes y Supervisores de la planta refinadora Olmecca, S.A., Fraijanes.</p> <p>Boletas 20, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe plan para mantenimiento a instalaciones de la planta? Sí___ No___</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el plan para mantenimiento a instalaciones de la planta? Sí___ No___</p>	

<p>c) ¿Cree usted que la falta de plan para mantenimiento a instalaciones de la planta, afecta el ambiente laboral de los colaboradores? Sí____ No_____</p> <p>d) ¿Con la implementación de plan para mantenimiento a instalaciones de la planta, se mejorarían las instalaciones? Sí ____No_____</p> <p>e) ¿Considera usted que con la implementación de plan para mantenimiento a instalaciones de la planta, se mejoraría el ambiente laboral de las áreas de trabajo? Sí____ No_____</p> <p>Dirigidas a Jefes y Supervisores de la planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes.</p> <p>Boletas 20, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10)Temas del Marco Teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Daños.</li> <li>b. Daños a obra gris.</li> <li>c. Daños estructurales.</li> <li>d. Daños a edificaciones.</li> <li>e. Indicadores de daños a edificaciones de plantas refinadoras.</li> <li>f. Mantenimiento.</li> <li>g. Mantenimiento a instalaciones de obra gris.</li> <li>h. Deficiente mantenimiento a instalaciones de plantas refinadoras.</li> <li>i. Indicadores de del deficiente mantenimiento.</li> </ul>	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados :</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con Área de Proyectos como Unidad Ejecutora.</p> <p>A1</p> <p>An</p> <p>R2: Se elabora anteproyecto para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.</p> <p>A1</p>

j. Mantenimiento a instalaciones de plantas refinadoras. k. Mantenimiento a pisos. l. Mantenimiento a estructuras. m. Mantenimiento a cubiertas. n. Normas de seguridad en plantas refinadoras. o. Base legal.	An R3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado. A1 An Nombre: <b>Gamaliel Bernabé Batz Pérez</b> Carné: 14-000-0891 Sede: <b>000 Central</b> Carrera: <b>Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.</b> Grupo: 02-723-000-20
11) Justificación El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.	

## Anexo 2: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

**Tópico:** Uso de variedades con bajo potencial productivo.

Efecto o consecuencia general



(Variable dependiente)

Incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años.

Problema central o clave



(Causa intermedia)

Deficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

Causa principal



(Variable independiente)

Falta de plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

### **Hipótesis causal:**

“El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento”

### **Hipótesis interrogativa:**

¿Será la falta de plan para mantenimiento, la causante del incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento?

## Árbol de objetivos

Fin u objeto general



Reducir daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala

Objetivo específico



Contar con eficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

Medio de solución

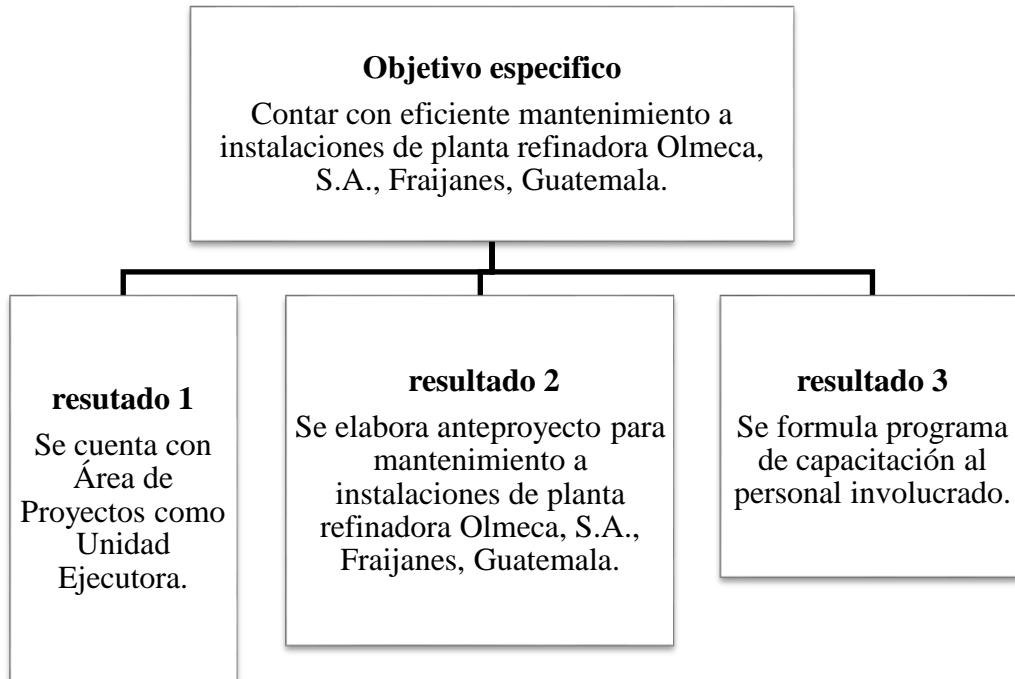


Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

**Título de tesis:** Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.



**Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática**



**Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

**Objetivo:** Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años.”**.

Esta boleta censal está dirigida a Jefes y Supervisores de la planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes.”; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Considera usted que existe incremento de daños en instalaciones de la planta?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de daños en instalaciones de la planta?  
0 - 5 años \_\_\_\_\_  
5 - 10 años \_\_\_\_\_  
Más de 10 años \_\_\_\_\_
  
3. ¿Ha tenido dificultades por el incremento de daños en instalaciones de la planta?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4. ¿Es necesario realizar reparaciones por el incremento de daños en instalaciones de la planta?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5. ¿Considera que se deben de realizar mejoras por el incremento de daños en instalaciones de la planta?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 5: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Falta de plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala”**.

Esta boleta censal está dirigida a Jefes y Supervisores de la planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes) con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Conoce si existe plan para mantenimiento a instalaciones de la planta?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el plan para mantenimiento a instalaciones de la planta?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Cree usted que la falta de plan para mantenimiento a instalaciones de la planta afecta el ambiente laboral de los colaboradores?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

4. ¿Con la implementación del plan para mantenimiento a instalaciones de la planta, se mejorarían las instalaciones?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

5. ¿Considera usted que, con la implementación de plan para mantenimiento a instalaciones de la planta, se mejoraría el ambiente laboral de las áreas?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.**

Para la variable efecto; y causa, respectivamente, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; de 20 jefes y supervisores del área de investigación tanto para efecto como para causa.

**Anexo 7: Comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.**

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2015 a 2019); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años”.

Requisito.  $+>0.80$  y  $+<1$

Año	X (años)	Y (Incremento de daños)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2015	1	33	33.00	1	1089.00
2016	2	39	78.00	4	1521.00
2017	3	36	108.00	9	1296.00
2018	4	47	188.00	16	2209.00
2019	5	58	290.00	25	3364.00
Totales	15	213	697.00	55	9479.00

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	697
ΣX <sup>2</sup> =	55
ΣY <sup>2</sup> =	9479.00
ΣY=	213
nΣXY=	3485
ΣX*ΣY=	3195
Numerador=	290
nΣX <sup>2</sup> =	275
(ΣX) <sup>2</sup> =	225
nΣY <sup>2</sup> =	47395.00
(ΣY) <sup>2</sup> =	45369.00
nΣX <sup>2</sup> -(ΣX) <sup>2</sup> =	50
nΣY <sup>2</sup> -(ΣY) <sup>2</sup> =	2026
(nΣX <sup>2</sup> -(ΣX) <sup>2</sup> )*	101300.00
Denominador:	318.2766093
r=	0.911157124

Fórmula:

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación  $r = 0.91$  se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.



**Anexo 8: Comentario sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.**

$y = a + bx$

Año	X (años)	Y (Incremento de daños)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2015	1	33	33	1	1089.00
2016	2	39	78	4	1521.00
2017	3	36	108	9	1296.00
2018	4	47	188	16	2209.00
2019	5	58	290	25	3364.00
Totales	15	213	697	55	9479.00

n=	5		
ΣX=	15		Fórmulas:
ΣXY=	697		
ΣX <sup>2</sup> =	55		$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$
ΣY <sup>2</sup> =	9479.00		
ΣY=	213		
nΣXY=	3485		
ΣX*ΣY=	3195		
Numerador de l	290		
Denominador de b:			Fórmulas:
nΣX <sup>2</sup> =	275		
(ΣX) <sup>2</sup> =	225		
nΣX <sup>2</sup> - (ΣX) <sup>2</sup>	50		
b=	5.8		$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$
Numerador de a:		a=	
ΣY=	213		
b * ΣX=	87		
Numerador de			
a:	126		
a=	25.2		

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2020)=	a	+	(b * X)	
Y(2020)=	25.2	+	5.8	X
Y(2020)=	25.2	+	5.8	6
Y(2020)=	60			
Y(2020)=	60 daños			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2021)=	a	+	(b * X)	
Y(2021)=	25.2	+	5.8	X
Y(2021)=	25.2	+	5.8	7
Y(2021)=	65.8			
Y(2021)=	66 daños			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2022)=	a	+	(b * X)	
Y(2022)=	25.2	+	5.8	X
Y(2022)=	25.2	+	5.8	8
Y(2022)=	71.6			
Y(2022)=	72 daños			
Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b * X)	
Y(2023)=	25.2	+	5.8	X
Y(2023)=	25.2	+	5.8	9
Y(2023)=	77.4			
Y(2023)=	78 daños			
Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b * X)	
Y(2024)=	25.2	+	5.8	X
Y(2024)=	25.2	+	5.8	10
Y(2024)=	83.2			
Y(2024)=	84 daños			

### Proyección con proyecto

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	=
Y (2020)	=	Y(2019)	-	11%	=
Y (2020)	=	58.00	-	6.38	51.62
Y (2020)	=	51.62	Incremento de daños		

Y (2021)	=	Y(2020)	-	14%	=
Y (2021)	=	51.62	-	7.23	44.39
Y (2021)	=	44.39	Incremento de daños		

Y (2022)	=	Y(2021)	-	17%	=
Y (2022)	=	44.39	-	7.55	36.85
Y (2022)	=	36.85	Incremento de daños		

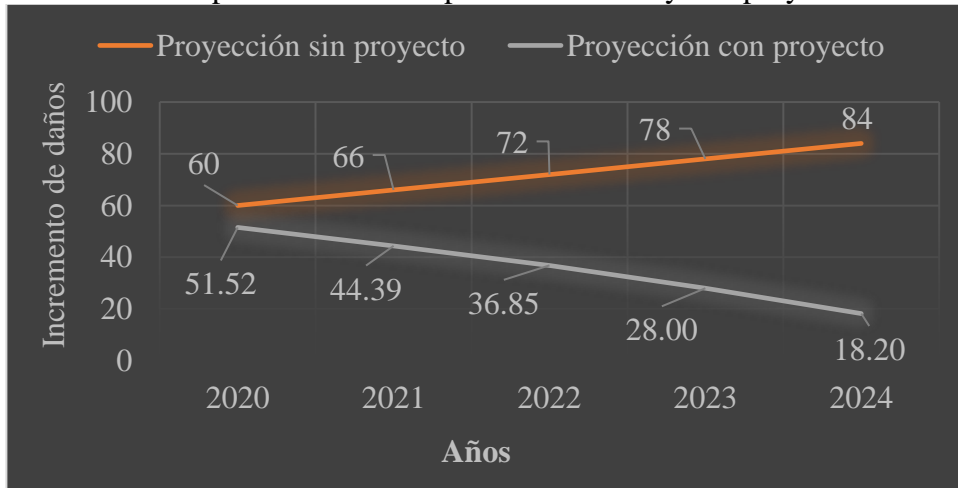
Y (2023)	=	Y(2022)	-	24%	=
Y (2023)	=	36.85	-	8.84	28.00
Y (2023)	=	28.00	Incremento de daños		

Y (2024)	=	Y(2023)	-	34%	=
Y (2024)	=	28.00	-	9.80	18.20
Y (2024)	=	18.20	Incremento de daños		

Cuadro comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2020	60	51.52
2021	66	44.39
2022	72	36.85
2023	78	28.00
2024	84	18.20

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis: Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Gamaliel Bernabé Batz Pérez.

**TOMO II**

**PLAN PARA MANTENIMIENTO A INSTALACIONES DE PLANTA  
REFINADORA OLMECA, S.A., FRAIJANES, GUATEMALA.**



**Asesor General Metodológico:**

**Ingeniero Agrónomo Carlos Alberto Pérez Estrada.**

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Esta tesis fue presentada por el autor,  
previo a obtener el título universitario en  
el grado académico de Licenciado en  
Ingeniería Civil con énfasis en  
Construcciones Rurales.

## Prólogo

A raíz del estado de las instalaciones de infraestructura, se ha visto afectado en sus condiciones y así provocar daños que repercuten la operación, costos y ambientes en mal estado para la empresa Olmeca, S.A.. Por dicho argumento la investigación “Plan para mantenimiento a instalaciones” se realiza como medio de solución para la problemática.

La investigación resulta del requerimiento preliminar solicitado por la Universidad Rural de Guatemala para poder optar al título en el grado académico de Licenciatura como Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, según los requisitos establecidos por la institución.

Así mismo la presente investigación servirá de fuente para realizar toda consulta que requieran futuros profesionales interesados en problemáticas de acuerdo con el tema que se establece en el documento.

## Presentación

Este documento es resultado de toda la investigación realizada durante seis meses del presente año, por el estudiante autor. El documento de investigación comprende la propuesta “Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala” para poder optar al título en el grado académico de Licenciatura como Ingeniero Civil, según los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala y facultad de ingeniería.

En el documento de investigación se constató el incremento de daños que existen dentro de las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A. por tener un deficiente mantenimiento a las instalaciones durante 5 años.



## **Índice general**

I. RESUMEN.....	01
II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	06
ANEXOS	

## I. RESUMEN

Este capítulo es un breve resumen donde se detalla la propuesta para solucionar el incremento de daños que ha existido desde hace 5 años dentro de las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A.

### Planteamiento del problema

En el presente documento de investigación acerca de plan para mantenimiento de instalaciones surge del incremento de daños durante los últimos 5 años que existe en las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A. ubicada en el municipio de Fraijanes del departamento de Guatemala provocado por el deficiente mantenimiento a cada una de sus instalaciones.

Es necesario que la planta pueda realizar la ejecución de plan de mantenimiento en conjunto con el personal del área de mantenimiento y como responsable el área de proyectos, para así mejorar las instalaciones y tener reducir los daños en sus áreas de procesos, producción y administrativas, para brindar un mejor y agradable ambiente laboral de sus trabajadores.

### Hipótesis

El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento.

¿Será la falta de plan para mantenimiento, la causante del incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento?

## Objetivos

Los objetivos establecidos en la investigación son los siguientes:

### Objetivo general

Reducir daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

### Objetivo específico

Contar con eficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.

### Justificación

Es importante y necesario poder contar con eficientes planes de mantenimiento en las industrias alimenticias, así mantener en óptimas condiciones su infraestructura. Es fundamental contar con este tipo de planes, ya que, al carecer de estas herramientas, se tiene el incremento de daños en las instalaciones y afecta las producciones de las empresas, y se refleja en sus costos por constantes reparaciones que afecta los presupuestos, así como en el paro de sus operaciones al reducir la producción de acuerdo a lo planeado. Se mejorará las condiciones de infraestructura y también aumentar la productividad del personal por tener ambientes adecuados de trabajo.

### Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así:

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramas de los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, analítico y sintético.

Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

Para realizar la formulación de la hipótesis el método principal que se utilizó fue:

- Método deductivo: este método ayudo a conocer la situación general de las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A. ubicada en el municipio de Fraijanes del departamento de Guatemala.
- Método del marco lógico: este método ayudó a encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, así poder definir el área de trabajo y tiempo a utilizar para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis se encuentre dentro de este documento, en el anexo (I) o árbol de problemas. Con el marco lógico también se logró alcanzar el objetivo general y específico de la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento”.

Técnicas

Las técnicas empleadas variaron según la etapa en la formulación de la hipótesis y se comprobó de la siguiente manera:

## Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Así poder utilizar las técnicas que se describen a continuación:

- Observación directa: esta técnica se utilizó directamente a todas las instalaciones de la planta Olmecca, S.A. para el efecto, de revisión del estado en el cual se encontraba la infraestructura de las instalaciones y las fallas a corregir.
- Investigación documental: Esta técnica se utilizó para los efectos de determinar el tipo de plan y que tipo de registros se utilizarían para dar solución a la problemática actual a investigar, así sustentar en base a consultas realizadas de libros, manuales y documentos existentes para analizar los datos y dar soluciones razonables, así también realizar procesos de análisis, síntesis y deducción de documentos consultados.
- Censo: al tener planteada la idea general de la problemática a resolver, se realizó un censo al personal de mantenimiento de la planta, lo cual permitió recopilar datos indispensables para dar solución a la problemática detectada.

Síntesis de resultados:

#### Resultado 1

Como unidad ejecutora y responsable de desarrollar e implementar el plan, será el área de proyectos con el coordinador general y su asistente.

#### Resultado 2

Se realizará la elaboración de un plan de mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A. con el fin de minimizar los daños y mejorar la infraestructura de las edificaciones de la planta.

#### Resultado 3

Se realizaran capacitaciones anuales con el personal involucrado, las capacitaciones se dividirán en 2 fases, una será las charlas magistrales y una el recorrido de la planta. Cada capacitación tendrá una duración de 2 horas.

#### Principal conclusión

Se comprueba el incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A durante los últimos 5 años por deficiente mantenimiento, debido a la falta de plan para mantenimiento, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

#### Principal recomendación

Implementar un plan de mantenimiento a las instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A.

Dentro de los anexos a continuación, se esboza la propuesta de solución de la problemática investigada, y que además incluye la matriz de la estructura lógica para realizar la evaluación al trabajo posterior que se desarrolle la propuesta.

## II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se comprueba la hipótesis “El incremento de daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficiente mantenimiento, es debido a la falta de plan para mantenimiento” con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para la variable Y (efecto); y con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, para las variables X (causa) así como la variable interviniente diagnóstico de la problemática.

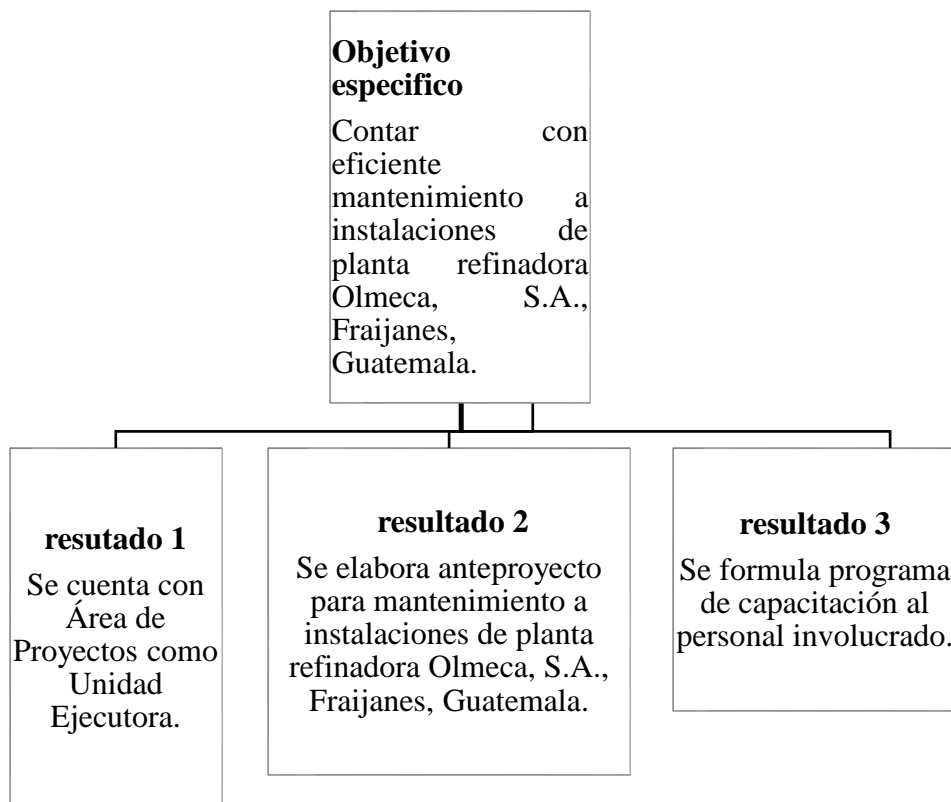
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del “Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala”.

## ANEXOS

### **Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática**

El departamento de proyectos como unidad ejecutora, es el encargado de implementar el plan de mantenimiento a instalaciones de la planta refinadora Olmeca, S.A., lo anterior se fortalecerá con el plan de capacitación para el personal operativo.

A continuación, se presenta el diagrama de medios de solución a la problemática identificada:





## **Resultado 1: Unidad Ejecutora.**

### **Actividad 1: Espacio físico.**

Es importante que el personal cuente con una oficina de medidas de 5.00x5.00 metros para desarrollar todas las actividades necesarias. La oficina deberá estar ubicada en el primer nivel del edificio de mantenimiento para un fácil acceso a las áreas.

### **Actividad 2: Material y equipo.**

Es necesario tener lo siguiente:

1 escritorio tipo L, fabricado de melamina de 5/8" de 1.50x1.50mts y robot con gavetas.

1 silla secretarial con apoya brazos y ajustable para la altura.

1 archivo tipo credenza con 2 compartimientos de 2.00x0.40x1.00 50 leitz.

1 computadora portátil marca Dell inspiron, procesador Core i-5 de 3.10GHz, memoria RAM de 6GB 2400MHz, disco duro de 1TB, puertos HDMI 1.4a, USB 3.0

### **Actividad 3: Personal técnico.**

1 Coordinador general con perfil profesional de Ingeniería Civil.

1 Asistente de coordinación con perfil profesional de Perito en Construcción.

### **Actividad 4: Recursos Financieros.**

El Área de Contabilidad, será el área designada para favorecer los recursos financieros a la unidad ejecutora. Por lo que estos recursos se generarán internamente dentro de la empresa.

**Resultado 2: Plan para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.**

**Actividad 1. Levantamiento de áreas.**

Acción 1: Identificación de puntos vulnerables.

El levantamiento se aplicará a las áreas de proceso, áreas de producción, áreas de servicio, oficinas administrativas, áreas de almacenamiento y bodegas por medio de un recorrido para evidenciar cuáles serán los puntos vulnerables a evaluar en cada área.

Acción 2: Clasificación de daños identificados

Los daños serán clasificados según su gravedad y serán divididos como leves, moderados y críticos. Se evaluarán los elementos existentes en cada instalación, los elementos a evaluar son los siguientes:

- Elementos estructurales: columnas, vigas, muros de carga.
- Techos o cubiertas: Losas de concreto armado o prefabricado, entresijos de estructura metálica.
- Pisos: pisos de concreto armado, pisos de sistemas híbridos para áreas de producción, de estructura metálica, pavimentos de tránsito peatonal y vehicular.
- Instalaciones: Hidráulicas y sanitarias.

**Actividad 2. Programación de reparaciones.**

Daño	Ubicación	Tipo de daño	Fecha de reparación.
------	-----------	--------------	----------------------

Grietas, Fisuras y Acabados en mal estado.	Áreas de producción, bodegas de almacenamiento y oficinas administrativas	Leve	Primer mes del primer año de la propuesta
Reparación de accesorios sanitarios y potables	Servicios sanitarios generales y de áreas administrativas	Leve	Primer mes del primer año de la propuesta
Agujeros en cubiertas	Áreas de proceso y producción, bodegas de almacenamiento	Leve	Segundo mes del primer año de la propuesta
Reparación de pisos	Oficinas administrativas	Leve	Segundo mes del primer año de la propuesta
Reparación de filtraciones y humedad	Edificios con cubiertas de concreto armado	Moderado	Tercer mes del primer año de la propuesta
Pintura de edificios	Edificios de producción, administración y proceso	Moderado	Cuarto mes del primer año de la propuesta
Mantenimiento de pintura a estructuras	Áreas de producción,	Moderado	Quinto mes del primer año de la propuestas

	bodegas de almacenamiento		
Reparación de pavimentos	Calles de tránsito vehicular y bodegas de almacenamiento	Moderado	Sexto mes del primer año de la propuesta
Cambio de estructuras en mal estado	Áreas de proceso, bodegas de almacenamiento	Crítico	Séptimo mes del primer año de la propuesta
Reparación de muros perimetrales	Muros de la planta	Crítico	Octavo mes del primer año de la propuesta

### Actividad 3. Materiales de reparación.

Clasificación del daño	Tipo de daño	Material a utilizar
Leve	Grietas, fisuras y desprendimiento de acabado	Monocapa extrafina, Sikadur 32, arena de río, cemento UGC
Leve	Pisos levantados, pisos quebrados	Azulejos, piso cerámico, pegamix, boquillex
Leve	Fugas, accesorios sanitarios dañados	Pegamento, tubería y accesorios pvc, accesorios sanitarios

Moderado	Filtración en losas, humedad en losas	Impermeabilizante fastyl, rodillos y tela
Moderado	Pintura levantada, hongos en paredes	Pintura látex base agua antihongos lavable, rodillos, brochas
Moderado	Óxido, desprendimiento de pintura	Pintura 100% sólidos anticorrosiva, brochas, soplete, cepillos de alambre
Moderado	Fisuras, agregado expuesto, deflexiones, hundimiento	Concreto premezclado MR50, curador, fibra metálica, electro malla, sello elastomerirco
Crítico	Corrosión alta en tubo, vigas, columnas, tendales	Vigas H, I, tubo cuadrado, electrodo 6011, 7018, pintura anticorrosiva, soplete
Crítico	Desplome de muro, grietas, fisuras, agujeros	Madera, arena de río, piedrín, cemento UGC, varillas de acero, alambre de amarre, block pómez, monocapa, clavos

#### **Actividad 4. Ejecución de reparaciones.**

##### Acción 1: Limpieza

Para realizar la reparación, se tendrá que hacer una limpieza según el tipo de daño a reparar, se utilizarán herramientas manuales o mecánicas como brochas, escobas, agua, solventes, cepillos de alambre, pulidoras, wype y otros, de manera que los

aditivos, mezclas, acabados, pintura y materiales tengan una excelente adherencia de acuerdo al tipo de reparación que se vaya a realizar del daño detectado.

Acción 2: Procedimiento correctivo.

Si se detecta una falla posterior a haberse realizado la reparación, se verificará la severidad y se realizará una reparación inmediata del elemento, previamente coordinado con el área afectada y el departamento de mantenimiento quién ejecutará el trabajo.

Acción 3. Acabados y detalles arquitectónicos.

Al realizar las reparaciones, es importante que los detalles arquitectónicos se preserven en su esencia, así como los acabados tendrán que prevalecer en su estado inicial de los elementos dañados.

### **Actividad 5. Mantenimiento preventivo.**

Acción 1: Identificación de puntos vulnerables.

Se realiza una inspección visual utilizando el formato creado para validar que cada elemento de la instalación se encuentre en óptimo estado.

Acción 2: Actividades preventivas para evitar daños en puntos vulnerables.

1. Se realizarán revisiones mensuales a cada área para identificar que daños presentan las instalaciones.
2. Se realizaran mantenimientos anuales a la pintura de los edificios.

3. Impermeabilización anual de losas de cada edificio para evitar humedad y filtraciones.
4. Revisiones periódicas a los accesorios sanitarios y potables de las instalaciones hidrosanitarias para verificar si existen fugas o presentan alguna falla.
5. Mantenimiento anual de pintura a las estructuras de las cubiertas para evitar que exista óxido y provoque corrosión.
6. Revisión de cubiertas para verificar que no existan agujeros y provoquen goteras que dañen el producto terminado o materias primas.
7. Revisión a elementos estructurales para validar que no existan grietas, fisuras, desplomes, fallas estructurales.
8. Revisión a paredes para verificar que no exista humedad, desprendimiento de acabados, grietas o fisuras.

### **Resultado 3: Capacitación o sensibilización.**

#### **Actividad 1: Convocatoria.**

Se realizará una convocatoria interna vía correo a los jefes de área para realizar invitación de capacitación al personal que estará involucrado en la implementación del plan de mantenimiento:

- Jefes y supervisores de área.
- Responsable de realizar inspecciones.
- Supervisores de mantenimiento.
- Personal operativo (albañiles, eléctricos, soldadores, pintores, personal de limpieza, mecánicos y operadores)

#### **Actividad 2: Metodología.**

Se trabajarán capacitaciones anuales (1 cada año), durante el transcurso de la propuesta; la cual consta de charlas magistrales, recorridos por la planta para demostrar los puntos vulnerables y las posibles acciones preventivas.

Cada capacitación tendrá dos horas de duración, en las cuales se informará teóricamente sobre la temática, la otra hora consta de recorridos por la planta.

Para realizar el programa de capacitación se dividirá en 2 fases y se realizará de la siguiente manera:

Fase 1: Presentación del plan de mantenimiento a instalaciones de la planta a todo el personal involucrado.



Fase 2: Capacitación del procedimiento que se utilizará para la implementación. Se capacita al personal operativo y se muestra la manera en que se llevarán a cabo las actividades de principio a fin.

### **Actividad 3. Temas**

Los temas que se impartirán en las 2 fases de capacitación son los siguientes:

- Plan de mantenimiento a instalaciones de una planta refinadora.
- Gestión de mantenimiento.
- Ventajas y desventajas del mantenimiento.
- Proceso de ejecución.
- Seguridad laboral ante incidentes por mal mantenimiento.

## Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Reducir daños en instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.</p>	<p>Al primer año de ejecutada la propuesta, se reducen los daños en instalaciones de planta refinadora, y a la vez se soluciona la problemática en 70%.</p>	<p>Reportes del área de Área de Proyectos; de Gerencia General; Gestión de Calidad; Encuestas a colaboradores.</p>	<p>La unidad ejecutora, adopta el programa de selección de materiales de primera calidad para el mantenimiento</p>
<p><b>Objetivo específico:</b></p>	<p>Transcurridos dos años de implementada la propuesta, se cuenta con eficiente mantenimiento a</p>	<p>Reportes del área de Área de Proyectos; de Gerencia General; Gestión de</p>	<p>Al contar con eficiente mantenimiento, se reduce el costo de inversión en reparaciones a las</p>

<p>Contar con eficiente mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.</p>	<p>instalaciones de planta refinadora y se concreta el 95% de la solución identificada en el problema central.</p>	<p>Calidad; Encuestas a colaboradores.</p>	<p>instalaciones de la planta refinadora.</p>
<p><b>Resultado 1:</b></p>			
<p>Se cuenta con Área de Proyectos como Unidad Ejecutora.</p>			
<p><b>Resultado 2:</b></p>			
<p>Se elabora anteproyecto para mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A., Fraijanes, Guatemala.</p>			
<p><b>Resultado 3:</b></p>			
<p>Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p>			

**Fuente: Batz, G., junio 2,020**

### Anexo 3: Plan de trabajo, cronograma

Plan de mantenimiento a instalaciones de planta refinadora Olmeca, S.A.

No.	Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Envasado Aceite/Manteca												
2	Margarina												
3	Plásticos												
4	Baños Generales												
5	Cafetería												
6	Superintendencia												
7	Laboratorio Olmeca												
8	Garita No.1												
9	Garita No.2												
10	Economato												
11	Bodega de Tránsito												
12	Báscula												
13	Oficinas Administrativas												
14	Oficinas de Logística												
15	Laboratorio de Suelos												
16	Almacén General												
17	Refinería No. 1												
18	Refinería No. 2												
19	Multistock												
20	Planta												
21	Calderas de Bunker												
22	Caldera 800												
23	Gasolinera												
24	Bodega de Cajilla												
25	Bodega de Producto Terminado												
26	Tratamiento de Aguas												
27	Caldera Raquis												
28	Taller Mecánico												
29	Taller de Mantenimiento												
30	Fracccionador												
31	Refinería Química												
32	Hidrogenado												
33	Paleta												
34	Basurero												
35	Oxígeno												
36	Descarga de Pipas												
37	Muro Perimetral 1 (Calle a Diéguez)												
38	Muro Perimetral 2 (Parte Trasera)												
39	Muro Perimetral 3 (Calle Olmeca)												
40	Malla Perimetral Ciba												
41	Estructura Torres de Enfriamiento												
42	Bases de Tanques												
43	Caseta Bombas de Agua												
44	Área de Compresores												
45	Malla al Río												
46	Parqueo de Pipas												
47	Locker de Alimentos												
48	Escuela de Panificación												
49	Área de Descanso												

Fuente: Batz, G., septiembre 2020.

**Anexo 4: Presupuesto.**

<b>Resultado</b>	<b>Nombre</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Total (Q)</b>
1	Unidad Ejecutora	Mobiliario	Q4,500.00
		Equipo	Q4,500.00
		Personal	Q9,000.00
2	Implementación de plan de mantenimiento	Q20,000.00	Q41,000.00
3	Capacitación	Q3,000.00	

Fuente: Batz, G., septiembre 2020.

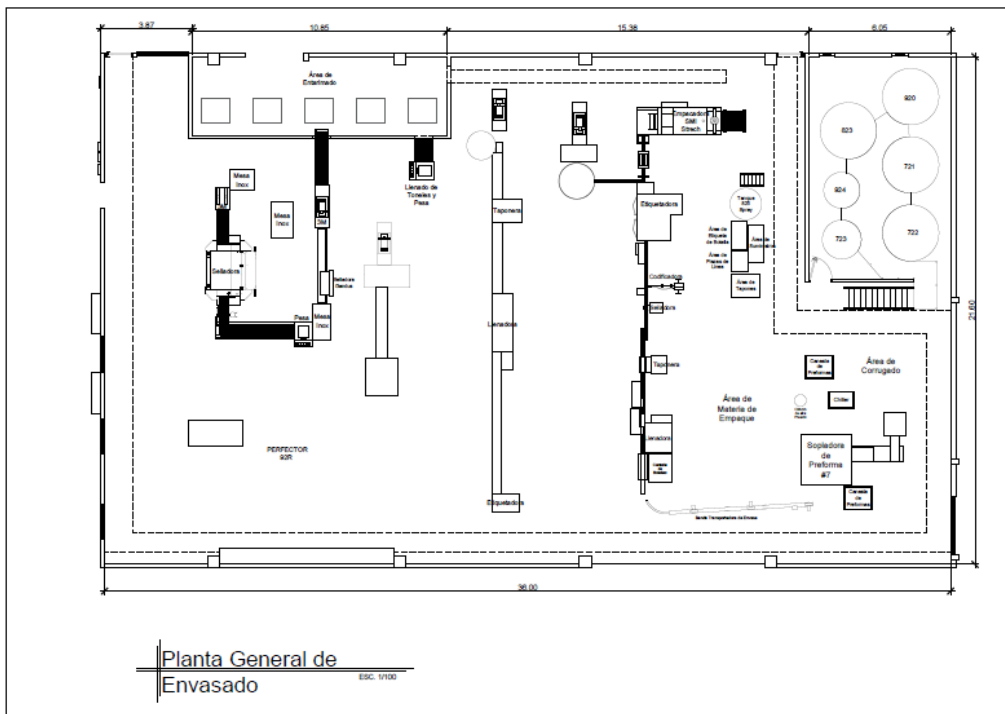
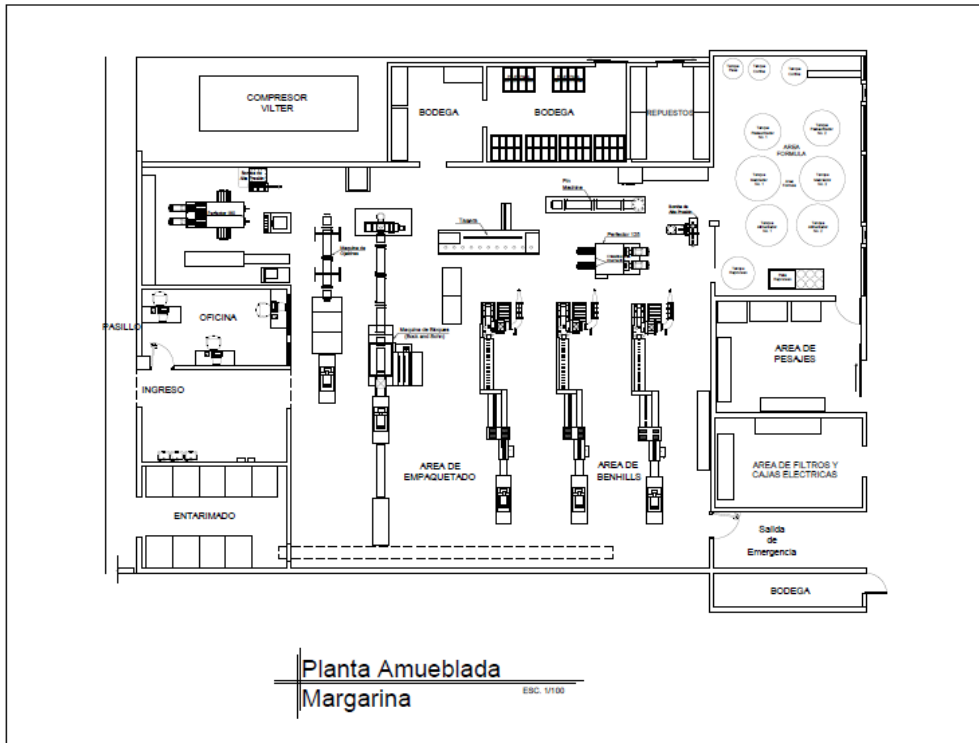
**Anexo 5: Otros anexos.**

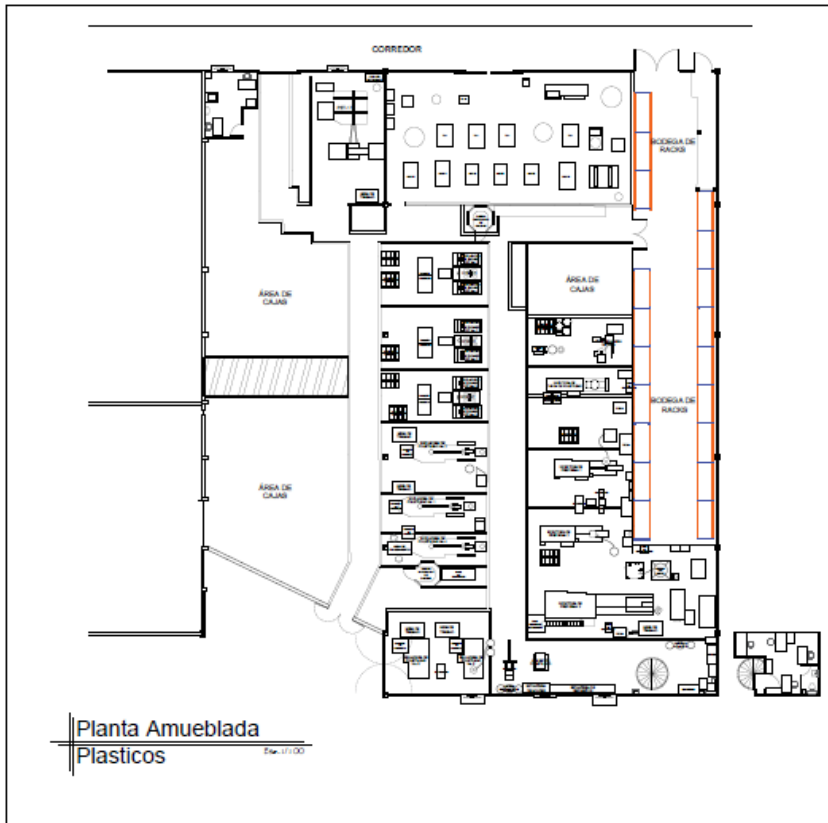
Anexo 5.1 Planos

5.1.1 Planta refinadora Olmeca, S.A.

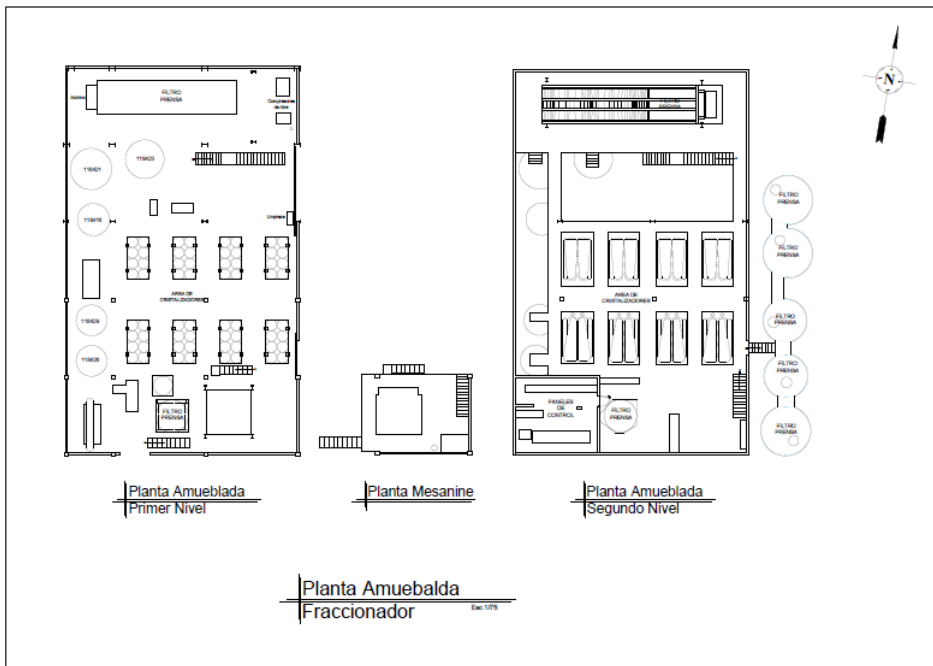


### 5.1.2 Planos de áreas de producción

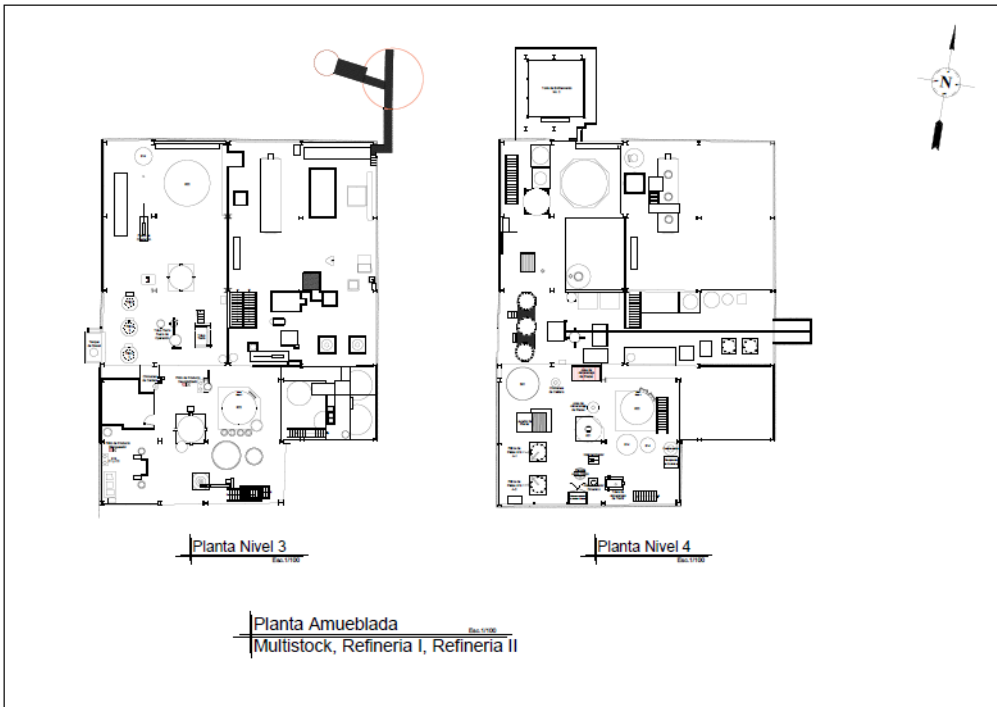
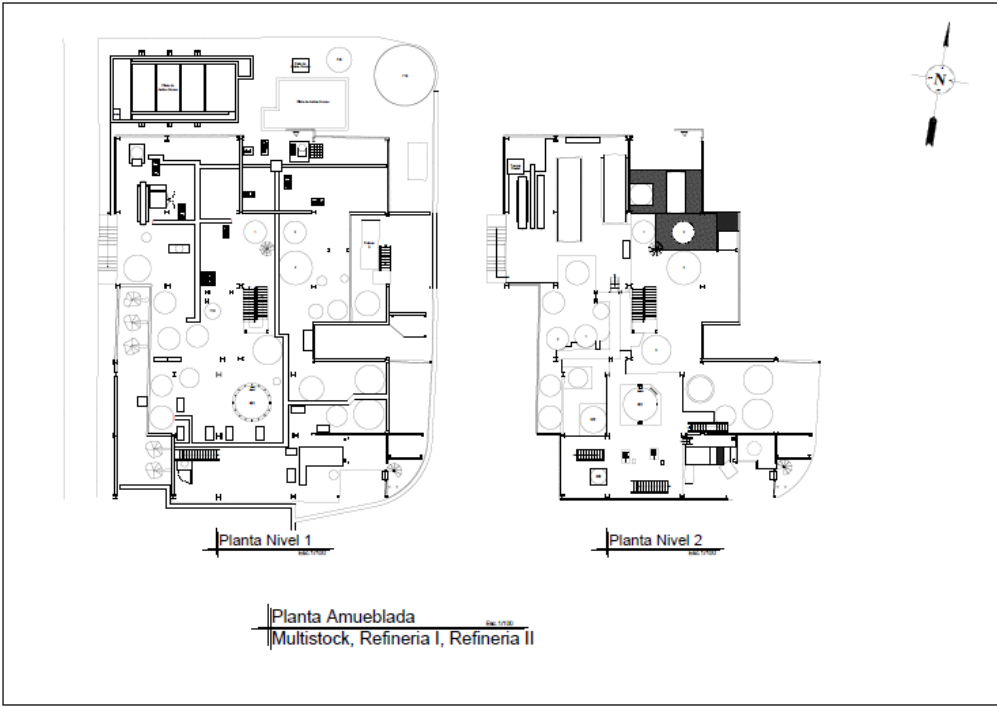


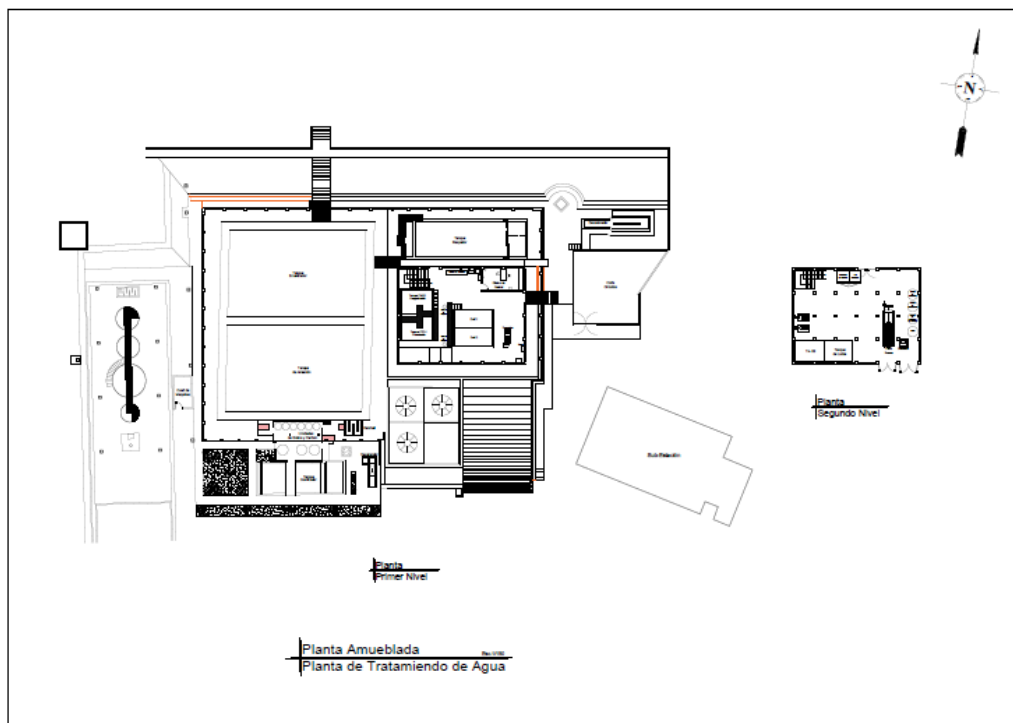
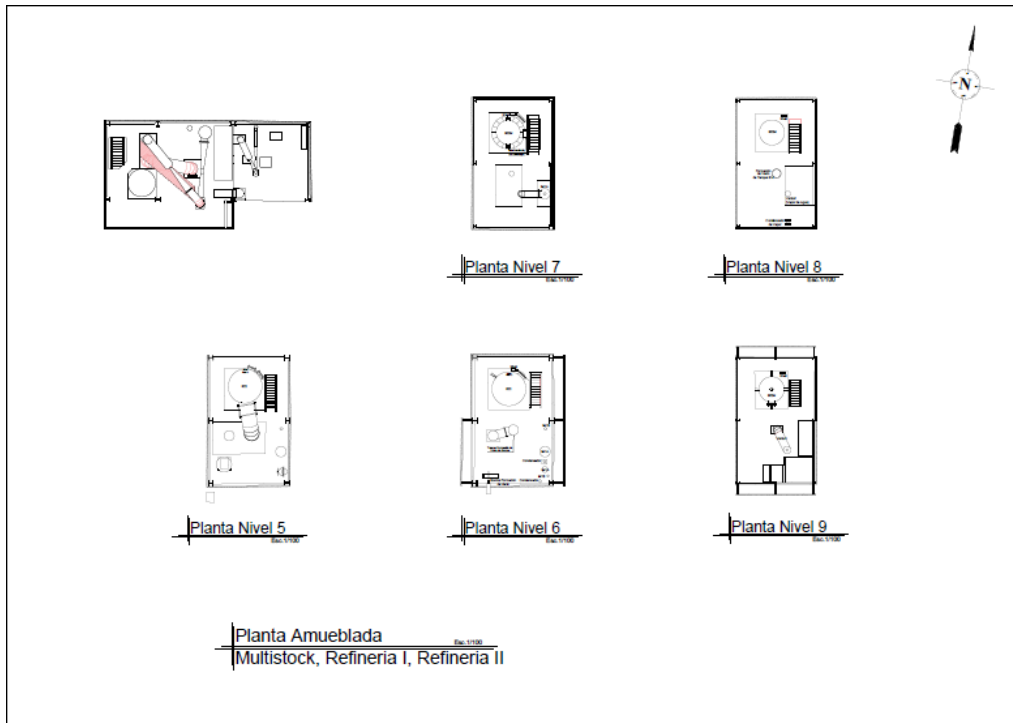


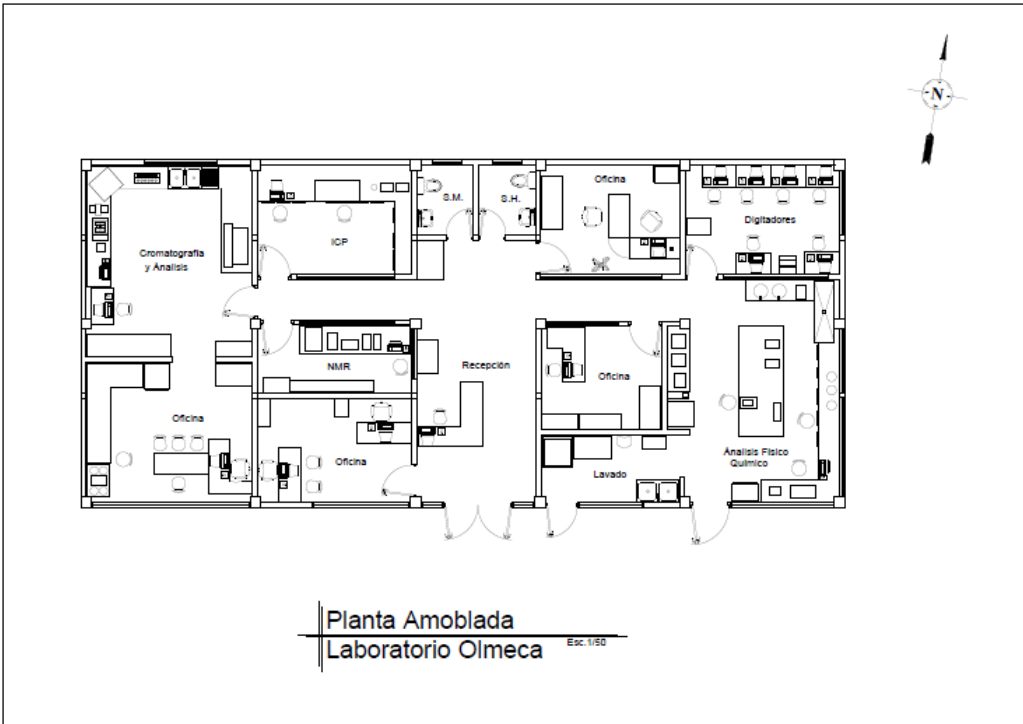
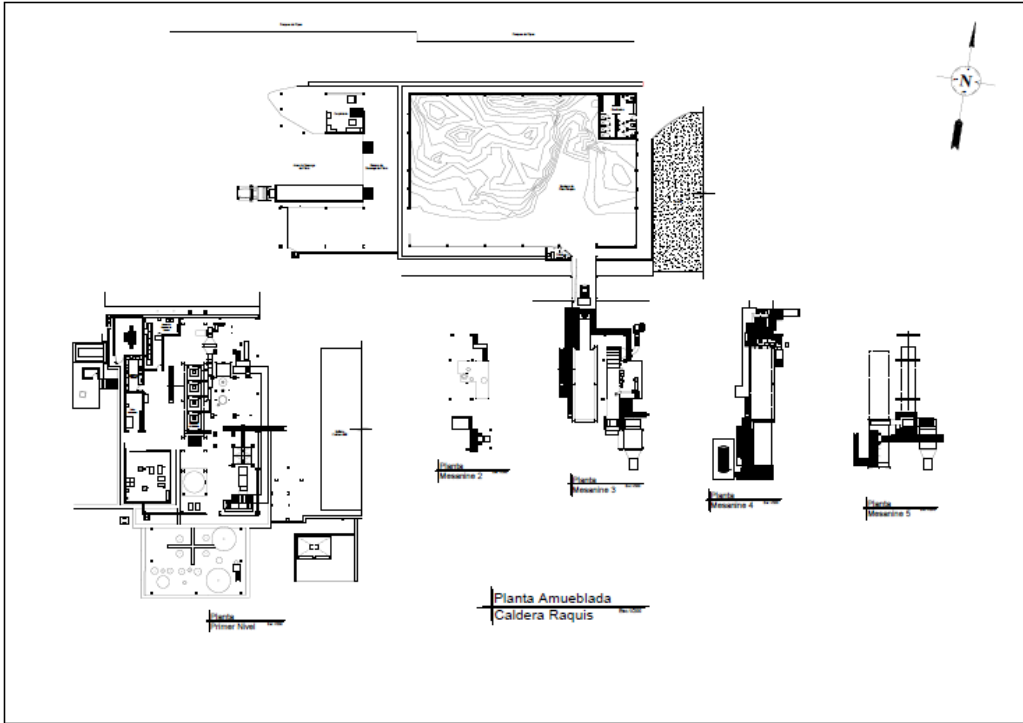
### 5.1.3 Planos de áreas de proceso

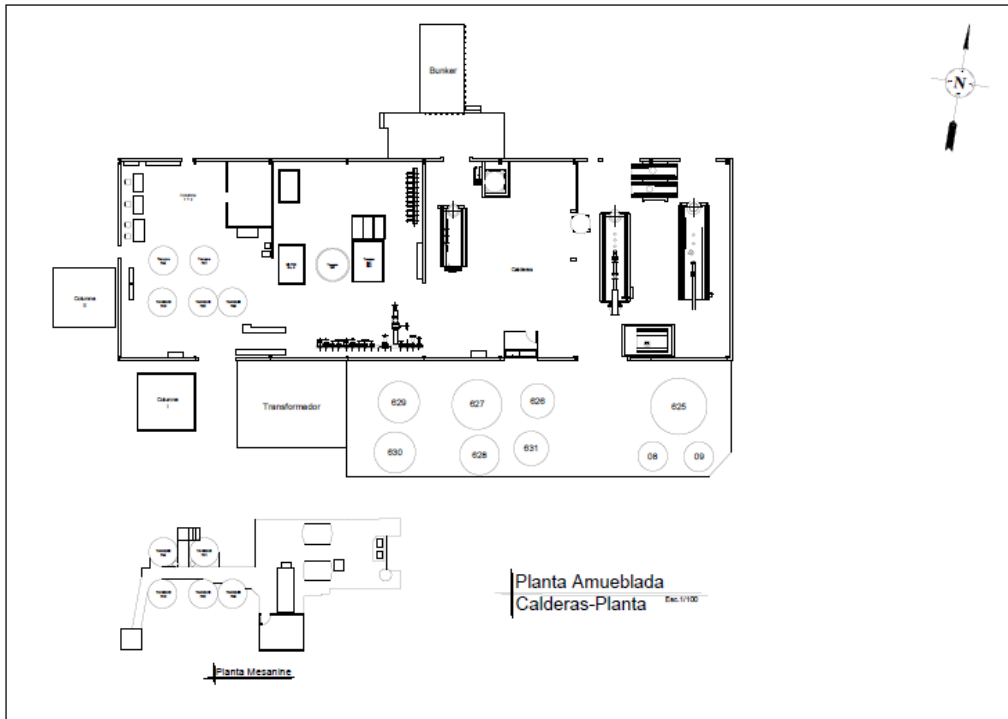




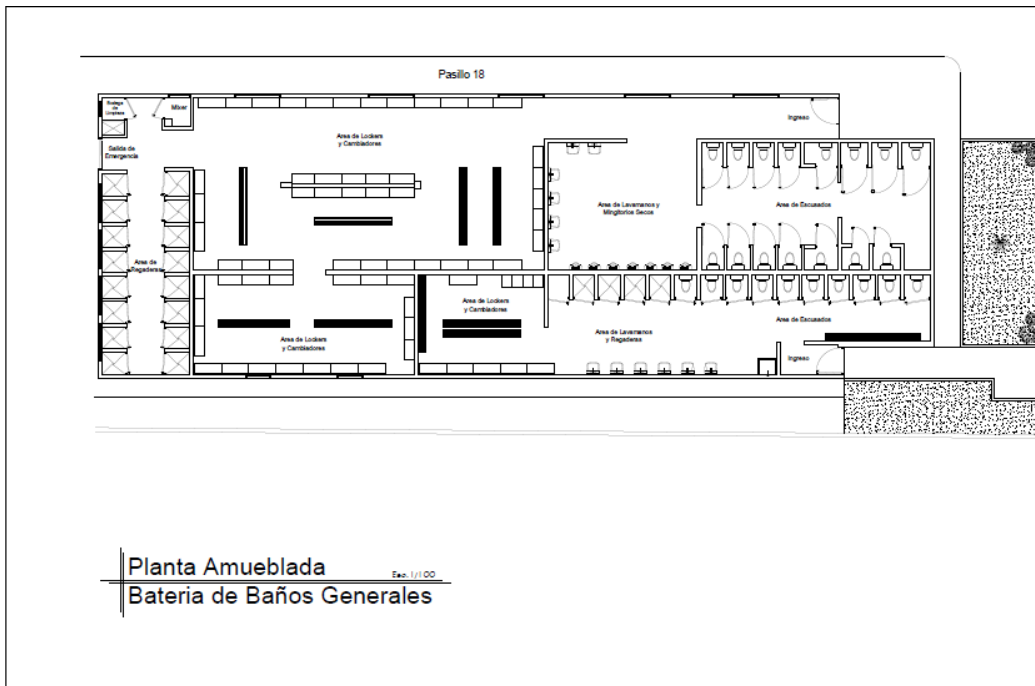


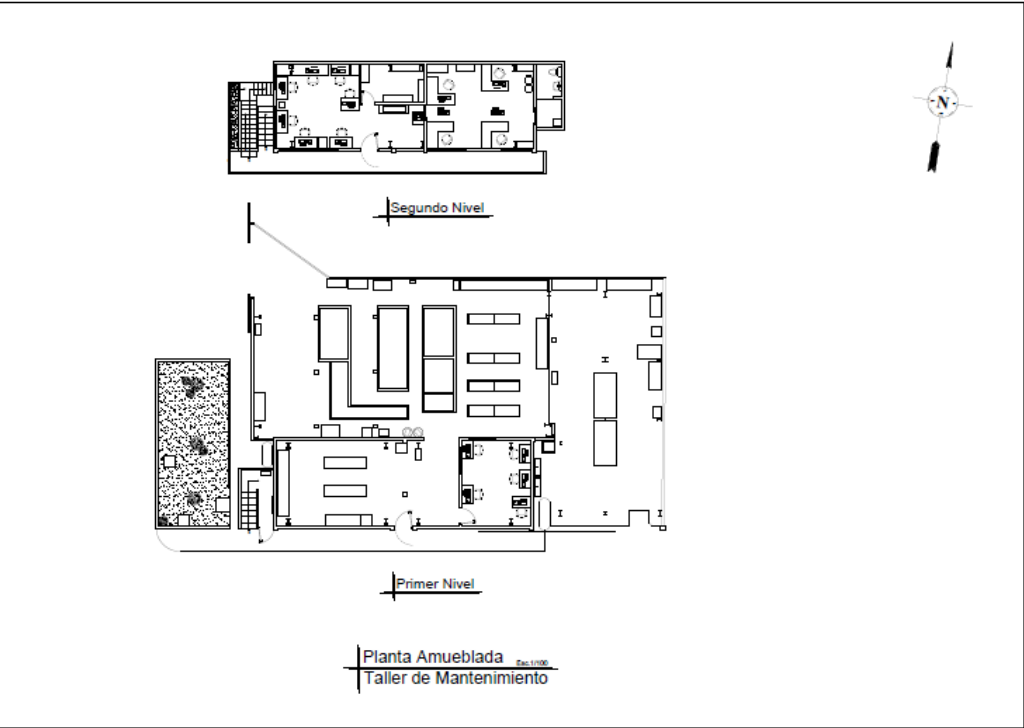
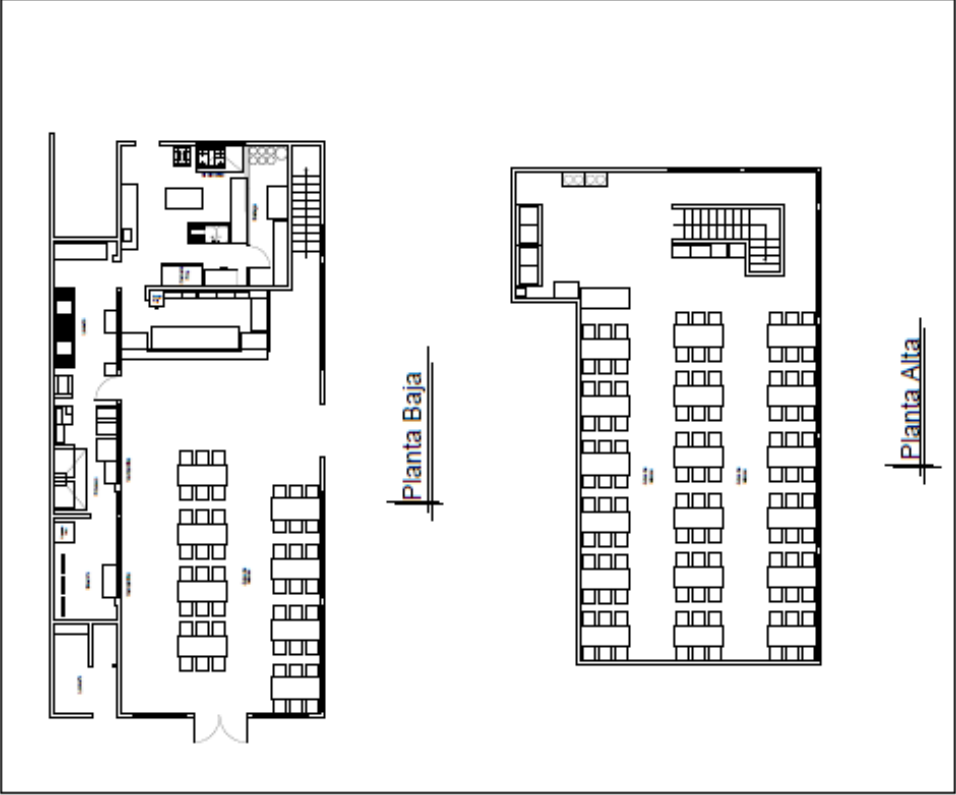


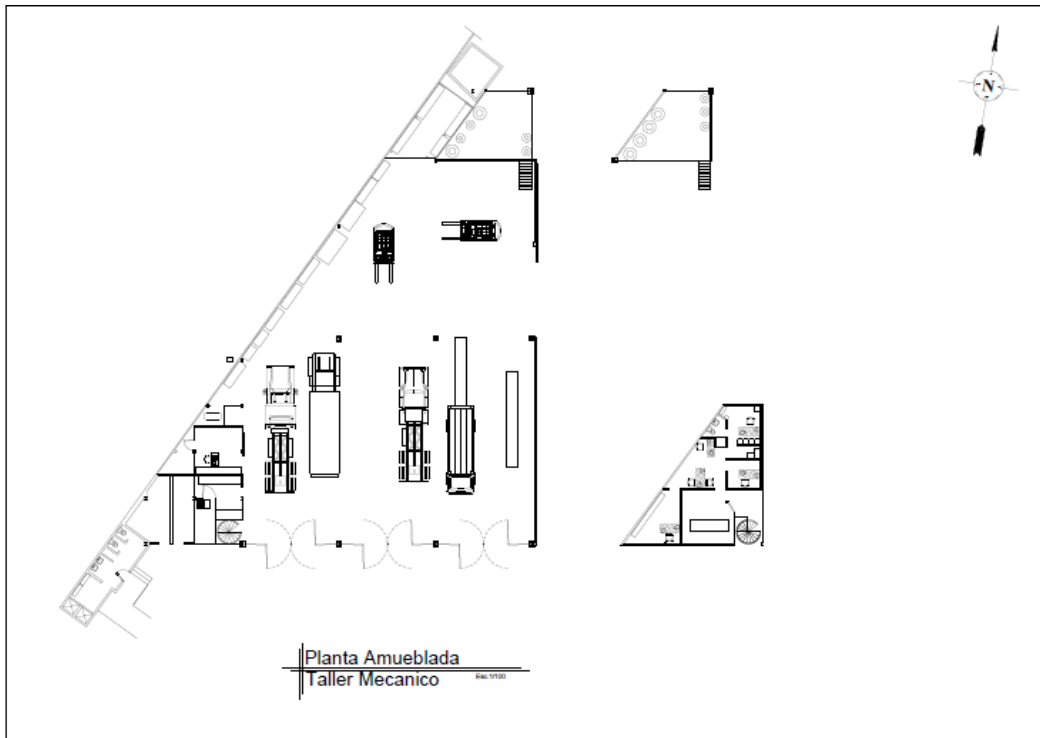




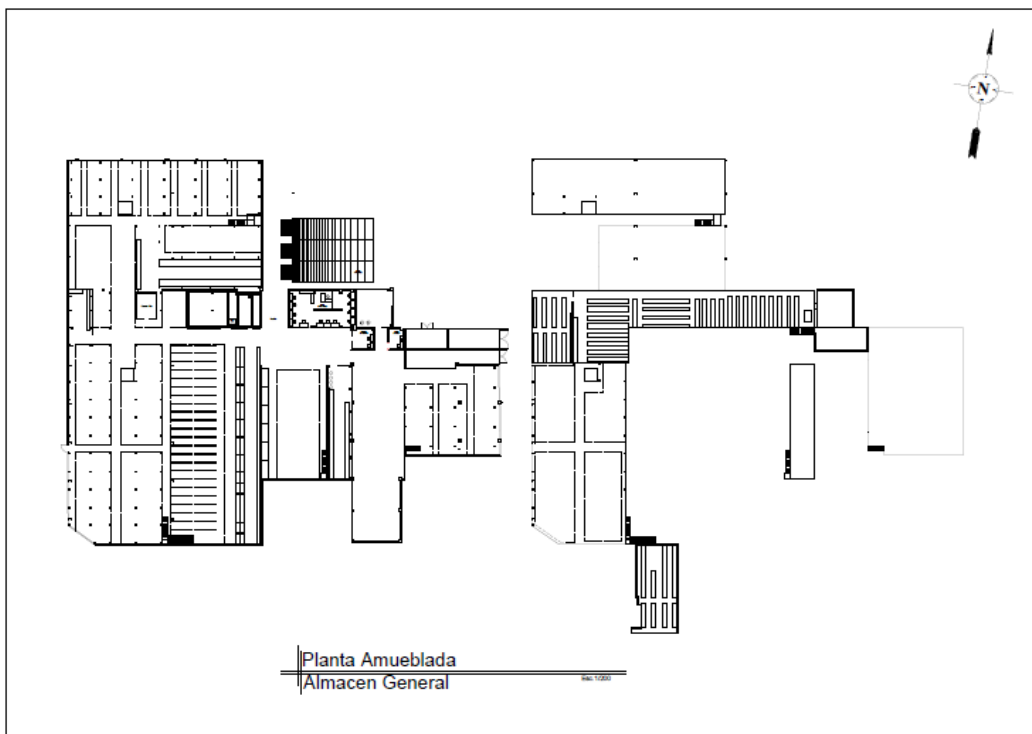
5.1.4 Planos áreas de servicio

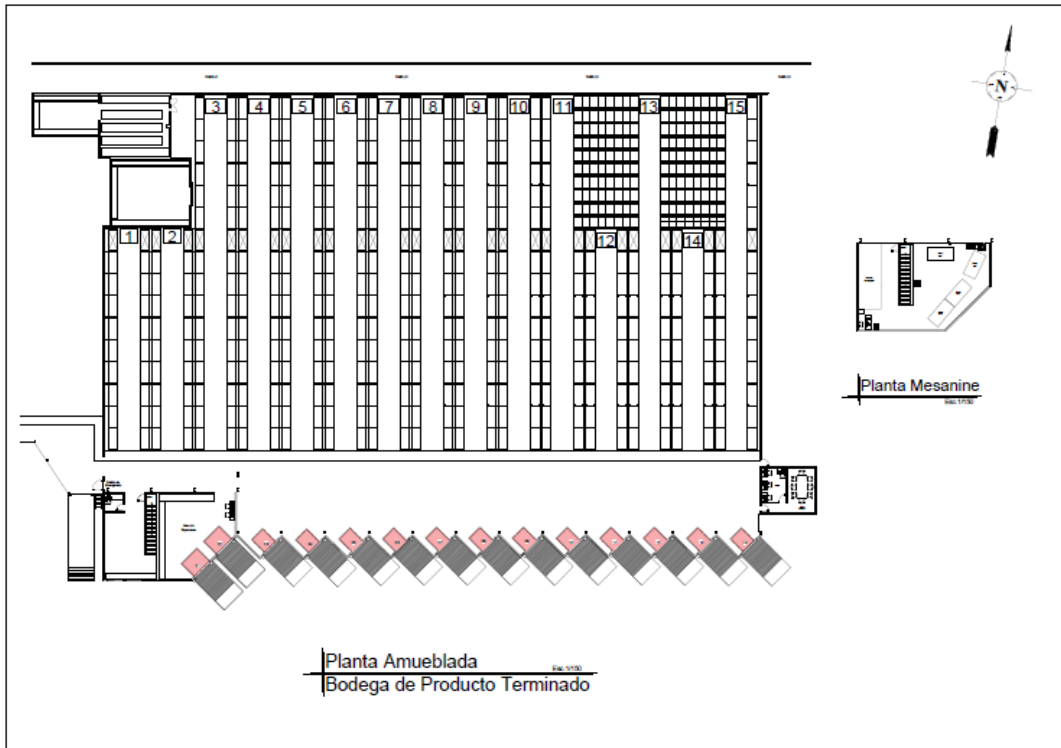






### 5.1.5 Planos de bodegas





Anexo 5.2 Memoria de cálculo

Memoria de reparación de daños leves

Descripción de trabajos preliminares		Cantidades de trabajo					Precio de mano de obra				
A	Remoción de muro leve	Unidad	Cantidad ml	Unidad m <sup>2</sup>	Unidad m <sup>3</sup>	Precio u	Total ml	Total m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Total p/u	Sub total a
1.1	Identificación de área	1		1.2		Q15.00	0	18	0	15	Q 238.00
1.2	Corte de área dañada 0.01 cm			1.2		Q25.00	0	30	0	0	
1.3	Hidratación de superficie			1.2		Q10.00	0	12	0	0	
1.4	Aplicación de aditivo como adherente			1.2		Q15.00	0	18	0	0	
1.5	Aplicación de sabieta o aditivo a elección			1.2		Q35.00	0	42	0	0	
1.6	Aplicación de acabado a elección			1.2		Q25.00	0	30	0	0	
1.7	Revisión al tiempo de fraguado	1		1.2		Q25.00	0	30	0	25	
1.8	Aplicación de pintura			1.2		Q15.00	0	18	0	0	
<b>Sub total</b>							0	198	0	40	

Material de construcción							Total general	
A	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U	Total	Sub total B		Total A y B
1	Cemento	Saco	1	74.2	74.2	Q	516.48	Q 754.48
2	Arena de rio	M3	0.15	63.2	9.48			
3	Aditivo de Anclaje	Kit	1	235	235			
4	Aditivo para acabado	Saco	1	67.8	67.8			
5	Pintura a elección	Galón	1	130	130			
<b>Sub total</b>					516.48			

Memoria de reparación de daños moderados

B	Remoción de muro moderado (grietas)	Unidad	Cantidad ml	Unidad m <sup>2</sup>	Unidad m <sup>3</sup>	Precio unitario	Total ml	Total m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Total p/u	Sub total A
---	-------------------------------------	--------	-------------	-----------------------	-----------------------	-----------------	----------	----------------------	----------------	-----------	-------------



1.1	Identificación de área	1				Q20.00	0	0	0	20	Q 266.0 0
1.2	Corte de área dañada 0.01 cm			1.2		Q30.00	0	36	0	0	
1.3	Resane de grietas con aditivo a elección			1.2		Q30.00	0	36	0	0	
1.4	Colocación de malla metálica de ¾ como anclaje			1.2		Q20.00	0	24	0	0	
1.5	Hidratación de superficie			1.2		Q10.00	0	12	0	0	
1.6	Aplicación de aditivo como adherente			1.2		Q15.00	0	18	0	0	
1.7	Aplicación de sabieta o aditivo a elección			1.2		Q35.00	0	42	0	0	
1.8	Aplicación de acabado a elección			1.2		Q25.00	0	30	0	0	
1.9	Revisión al tiempo de fraguado	1				Q30.00	0	0	0	30	
10	Aplicación de pintura			1.2		Q15.00	0	18	0	0	
<b>Sub total</b>							0	216	0	50	

B	Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio U	Total	Sub total B	Total A y B
	Cemento	Saco	1	74.2	74.2	Q 794.64	Q 1,060.64
	Arena de rio	M3	0.2	63.2	12.64		
	Aditivo de anclaje	Kit	2	235	470		
	Aditivo para acabado	Saco	1	67.8	67.8		
	Pintura a elección	Galón	1	130	130		
	Malla	M2	2	20	40		
<b>Sub total</b>					794.64		

### Memoria de reparación de daños críticos

C	Reparación de muro crítico (desplome)	Unidad	Cantidad ml	Unidad m <sup>2</sup>	Unidad m <sup>3</sup>	Precio unitario	Total ml	Total m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Total p/u	Sub total A
1.1	Identificación de área	1		2		Q40.00	0	80	0	40	Q 975.0 0
1.2	Rectificación de niveles	1		2		Q35.00	0	70	0	35	
1.3	Identificación de soporte sólido	1		2		Q40.00	0	80	0	40	
1.4	Armadura de columna de soporte de 0.15 X 0.15 4 h No. 3 Est. ½ @ 15			2		Q25.00	0	50	0	0	
1.5	Armadura de zapata de 0.50 X 0.50 h ¾ @ 0.15			2		Q25.00	0	50	0	0	

1.6	Excavación de terreno solido para colocación de zapata			2		Q35.00	0	70	0	0
1.7	Relleno y compactación de corte (cajuela)			2		Q20.00	0	40	0	0
1.8	Colocación de zapata			2		Q25.00	0	50	0	0
1.9	Centrado de columna de soporte			2		Q30.00	0	60	0	0
110	Fundición de zapara			2		Q25.00	0	50	0	0
1.1 1	Encofrado de columna de soporte ( Inclinada o a nivel según lo requiera el terreno			2		Q30.00	0	60	0	0
1.1 2	Fundición de contra fuerte			2		Q35.00	0	70	0	0
1.1 3	Tiempo de fraguado 28 días			2		Q0.00	0	0	0	0
1.1 4	Desencofrado de contra fuerte	1		2		Q20.00	0	40	0	20
1.1 5	Aplicación de acabado a elección			2		Q35.00	0	70	0	0
<b>Sub total</b>							0	840	0	135

C	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U	Total	Sub total B	Total A y B
	Cemento	Saco	12	74.2	890.4	Q 2,383.20	Q 3,358.20
	Arena de rio	M3	1	63.2	63.2		
	Aditivo de Anclaje	Kit	2	235	470		
	Aditivo para acabado	Saco	2	67.8	135.6		
	Pintura a elección	Galón	1	130	130		
	Hierro No.3	Varilla	8	20	160		
	Hierro No.2	Varilla	6	9	54		
	Alambre de amarre	Libra	15	5	75		
	Piedrín	M3	1	230	230		
	Block pomez	Uni	50	3.5	175		
<b>Sub total</b>					2383.2		