

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE POSGRADO



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE PATIO PARA ALMACENAMIENTO  
DE PRODUCTOS DE HIERRO EN EL PUERTO DE  
ACAJUTLA, SONSONATE, EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

**MARCOS SAMUEL BARAHONA MELÉNDEZ**

**GUILLERMO JOSUÉ BERRÍOS ALVARADO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**MAESTRO EN FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA  
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2022

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL:**

**MSc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**DECANO:**

**PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

**SECRETARIO:**

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DIRECTOR:**

**MSc. MANUEL ROBERTO MONTEJO SANTOS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**MAESTRO EN FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA  
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS**

Título:

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE PATIO PARA ALMACENAMIENTO  
DE PRODUCTOS DE HIERRO EN EL PUERTO DE  
ACAJUTLA, SONSONATE, EL SALVADOR**

Presentado por:

**MARCOS SAMUEL BARAHONA MELÉNDEZ**

**GUILLERMO JOSUÉ BERRÍOS ALVARADO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**MSc. ENRIQUE ANTONIO GUERRERO SÁNCHEZ**

SAN SALVADOR, MAYO DE 2022

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**MSc. ENRIQUE ANTONIO GUERRERO SÁNCHEZ**

## Resumen ejecutivo

La presente investigación tiene como objetivo determinar la viabilidad de la ejecución del proyecto *Construcción del patio para almacenamiento de productos de hierro en el puerto de Acajutla*, para lo cual se han llevado a cabo los análisis de prefactibilidad necesarios, entre los que se estudió el mercado relacionado con este tipo de productos, así como los aspectos técnicos, ambientales, legales y económico-financieros para la consecución de tal fin.

En términos generales, por el puerto de Acajutla ingresa a El Salvador casi la mitad de las importaciones de productos requeridos por el mercado nacional, que pueden ser productos intermedios o terminados.

La terminal marítima de Acajutla cuenta con la organización y las instalaciones necesarias para atender la diversidad de carga que llega en contenedores, a granel o por bultos, como carga general, pues su estructura y equipamiento comprenden muelles, vías de circulación, bodegas para almacenamiento de productos en general y graneles sólidos, patios, grúas en muelle, fajas para la movilización de graneles sólidos, tuberías para graneles líquidos, oficinas administrativas, de operaciones y mantenimiento, entre otros.

En el estudio se ha determinado que existe una tendencia promedio de crecimiento anual en las importaciones de productos de hierro a escala nacional, la cual se refleja en el volumen de las operaciones del puerto. Este crecimiento constante marca una clara oportunidad que brinda el mercado para la ejecución del proyecto *Construcción del patio para almacenamiento de productos de hierro en el puerto de Acajutla*.

En la investigación se propuso un estudio técnico en el que se evaluaron las tres áreas más utilizadas actualmente en el puerto para el almacenaje de productos de hierro: patios 6, 7 y frente a la Bodega 2. Se consideraron aspectos como superficie disponible, distancia de recorrido desde los muelles, accesibilidad desde las oficinas administrativas, cercanía para la conexión con instalaciones existentes, pendientes del terreno, uso actual del suelo, riesgo de inundación e interferencia con otras operaciones. Esta evaluación reveló que el sitio más adecuado es el Patio 6, con una extensión superficial de 3,800 m<sup>2</sup> y que se ubica al sur del recinto portuario, entre las bodegas de almacenamiento de graneles.

A continuación, se hizo un diagnóstico de la condición actual del Patio 6 para luego definir un anteproyecto que incluyera la intervención de vías de circulación actuales para hacer un proyecto de una extensión superficial de 6,900 m<sup>2</sup>, el cual comprende la ejecución de

demoliciones, desmontaje, movimientos de tierra, construcción de pavimento de concreto hidráulico para áreas de almacenamiento de productos y vías de circulación, señalización, redes hidráulicas, instalaciones eléctricas y de iluminación, entre otros.

Con los diseños preliminares realizados, se calculó un presupuesto de inversión para la construcción por un monto de \$1.29 millones. También se hizo el cálculo del período de ejecución para el desarrollo del proyecto plasmado en el programa de trabajo respectivo, en el cual se puede observar que el plazo de siete meses de ejecución está influenciado mayormente por los tiempos de adquisición de equipos para las instalaciones eléctricas.

En la investigación también se evaluaron las condiciones ambientales que pueden influir en la ejecución del proyecto, y se examinaron las condiciones hidrográficas y geológicas generales del entorno del puerto, así como la identificación de impactos producidos en los medios físico, biológico y social para el período de construcción y operación del mismo. La evaluación indica que el proyecto generará un impacto ambiental potencialmente leve, tomando en consideración su envergadura, que no es un sitio sensible de conservación ambiental por estar dentro de un área industrial previamente urbanizada y que el riesgo de generación de contaminación es bajo por el tipo de producto que se maneja.

El estudio legal, por otra parte, está orientado a la legislación en la que se apoyará la ejecución del proyecto, pues este será definido como una inversión pública y en su momento formará parte del presupuesto de inversión del Estado. Este estudio se analiza desde la Constitución de la República, la Ley Orgánica de la CEPA, la Ley General Marítimo Portuaria, la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública, entre otras. Se incluye un catálogo de procedimientos que definen los pasos para gestionar los permisos necesarios, previo a la ejecución del proyecto, siendo que no se prevén obstáculos legales para tal fin.

Finalmente se hizo el análisis económico-financiero. En este, primero se generó un análisis referencial de la condición de la economía nacional, del sector metalmecánico y específicamente del puerto; luego, se cuantificó cada uno de los costos de producción, depreciación, costos de administración, costos de ventas, así como los ingresos generados por ventas. Con esto se construyeron las tablas de flujos financieros, teniendo una inversión inicial de \$1.29 millones, con una tasa de crecimiento base del 4 % para un período de 10 años. Con estos datos se obtuvo un valor actual neto de \$2,775,969.88 (mayor que cero), una tasa interna de rendimiento de un 40.9 % y una relación beneficio-costo de 2.15 (mayor que uno), lo que financieramente es favorable, teniéndose con esto último, todos los elementos necesarios para concluir que la ejecución del proyecto es viable.

## Índice general

Introducción .....	i
Capítulo I. Planteamiento del tema .....	1
1.1. Objetivos .....	1
1.1.1. Objetivo general .....	1
1.1.2. Objetivos específicos .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.2.1. Descripción del problema .....	2
1.2.2. Formulación del problema .....	4
1.3. Justificación .....	4
1.4. Delimitaciones .....	7
1.4.1. Delimitaciones espaciales y temporales .....	7
1.4.2. Delimitación de contenido .....	7
1.4.3. Delimitación de población y muestra .....	8
Capítulo II. Marco conceptual-metodológico .....	9
2.1 Antecedentes .....	9
2.2 Bases Teóricas .....	9
2.3 Bases Legales .....	10
2.4 Metodología de Investigación .....	10
Capítulo III. Situación actual .....	11
3.1. Datos generales del puerto de Acajutla .....	11
3.1.1. Identificación .....	11
3.1.2. Ubicación del puerto .....	11
3.2. Reseña histórica .....	12
3.2.1. Inicios .....	12
3.2.2. Desarrollo del puerto .....	12
3.2.3. Diversificación de CEPA .....	12
3.3. Características del puerto .....	13
3.3.1. Muelle A .....	14
3.3.2. Muelle B .....	14
3.3.3. Muelle C .....	14
3.3.4. Bodegas para almacenamiento de carga general .....	15
3.3.5. Bodega para el almacenamiento de graneles sólidos para exportación .....	15
3.3.6. Bines para el almacenamiento de graneles sólidos de importación .....	15
3.3.7. Patio de contenedores .....	15
3.3.8. Patio de vehículos .....	16
3.3.9. Patio 5 .....	16
3.3.10. Patio 6 .....	16

3.3.11. Patio 7 .....	16
3.3.12. Patio 8 .....	17
3.3.13. Patio 9 .....	17
3.3.14. Patio frente a Bodega 2 .....	17
3.4. Misión .....	17
3.5. Visión .....	18
Capítulo IV. Estudio de mercado .....	19
4.1. Generalidades del estudio de mercado .....	19
4.1.1. Metodología de recopilación de información .....	19
4.2. Descripción conceptual de mercado .....	19
4.2.1. Definición de mercado .....	19
4.2.2. Definición del mercado de estudio .....	19
4.3. Situación del mercado mundial .....	19
4.3.1. Países con mayor exportación de acero en el mundo .....	20
4.3.2. Países con mayor importación de acero en el mundo .....	21
4.4. Caracterización de la industria del sector metalmeccánico en El Salvador .....	21
4.4.1. Generalidades .....	21
4.4.2. Evolución de las importaciones 2010-2019 .....	22
4.4.2.1. Principales productos importados 2017-2018 .....	23
4.4.2.2. Principales países de procedencia de importaciones 2017-2018. ....	24
4.4.2.3. Proyección de importaciones 2021-2025 .....	24
4.4.3. Industria metalúrgica .....	25
4.4.3.1. Conformación de la industria metalúrgica. ....	25
4.4.3.2. Empleos generados por el sector metalmeccánico. ....	27
4.5. Carga movilizada del puerto de Acajutla 2015-2019 .....	27
4.5.1. Carga movilizada por importación .....	27
4.5.2. Relación importaciones nacionales versus puerto de Acajutla .....	29
4.6. Conclusiones del estudio de mercado .....	29
Capítulo V. Estudio técnico .....	31
5.1. Tamaño del proyecto .....	31
5.1.1. Importaciones de hierro vía puerto de Acajutla .....	31
5.1.2. Importaciones de hierro nacional .....	31
5.1.3. Capacidad proyectada .....	32
5.2. Ingeniería del proyecto .....	32
5.2.1. Operatividad .....	32
5.2.1.1. Estructura organizativa del puerto. ....	32
5.2.1.2. Maquinaria y equipo para la operación .....	34
5.2.1.3. Personal .....	35
5.2.1.4. Tarifas del puerto asociadas a la movilización de productos de hierro. ....	36
5.2.2. Alternativas de ubicación .....	37
5.2.2.1. Factores cuantitativos .....	38
5.2.2.2. Factores cualitativos .....	38
5.2.2.3. Alternativas a evaluar. ....	39

5.2.2.4. Evaluación cuantitativa.....	39
5.2.2.5. Evaluación cualitativa.....	40
5.2.2.6. Medida de preferencia de localización (MPL).....	42
5.2.3. Diagnóstico.....	43
5.2.3.1. Localización.....	43
5.2.3.2. Topografía.....	43
5.2.3.3. Condiciones del suelo.....	44
5.2.3.4. Condiciones de la infraestructura física existente.....	44
5.2.3.5. Red hidráulica existente.....	49
5.2.3.6. Vías de acceso al Patio 6.....	52
5.2.3.7. Análisis FODA de la infraestructura actual del Patio 6.....	54
5.2.3.7.1. Objetivo del análisis FODA.....	54
5.2.3.7.2. Definición de “fortalezas”.....	54
5.2.3.7.3. Definición de “oportunidades”.....	54
5.2.3.7.4. Definición de “debilidades”.....	55
5.2.3.7.5. Definición de “amenazas”.....	56
5.2.4. Anteproyecto.....	58
5.2.4.1. Propuesta conceptual.....	58
5.2.4.2. Pavimentos.....	60
5.2.4.2.1. Tipos de pavimentos.....	61
5.2.4.2.2. Cargas.....	62
5.2.4.2.3. Propuesta de dimensionamiento de pavimento.....	63
5.2.4.3. Propuesta de red hidráulica de agua potable.....	74
5.2.4.4. Propuesta de red hidráulica de aguas lluvias.....	75
5.2.4.4.1. Generalidades.....	75
5.2.4.4.2. Dimensionamiento de drenaje de aguas lluvias.....	75
5.2.4.5. Propuesta de iluminación.....	80
5.2.4.5.1. Determinación del nivel mínimo de iluminación.....	81
5.2.4.5.2. Evaluación y propuesta de luminarias.....	81
5.2.4.5.3. Definición y evaluación del número de luminarias.....	83
5.2.4.5.4. Plano de distribución de torres de iluminación.....	84
5.2.4.6. Otro equipamiento.....	85
5.2.4.7. Definición de costos.....	85
5.2.4.8. Definición de tiempo de ejecución.....	86
Capítulo VI. Estudio ambiental.....	90
6.1. Entorno del proyecto.....	90
6.2. Identificación de impactos operativos.....	92
6.2.1. Proceso de carga y descarga de productos.....	93
6.2.1.1. Arribo de buques.....	93
6.2.1.2. Carga y descarga.....	93
6.2.1.2.1. Descarga de graneles.....	93
6.2.1.2.2. Descarga de mercadería general.....	94
6.2.1.2.3. Descarga de contenedores.....	94
6.2.1.3. Transferencia.....	94
6.2.1.3.1. Graneles.....	95

6.2.1.3.2. Carga general.....	95
6.2.1.3.3. Contenedores.....	95
6.2.2. Impactos generados por la operación .....	96
6.3. Identificación de impactos del proyecto.....	97
6.3.1. Identificación de impactos en el medio físico .....	97
6.3.1.1. Aire. ....	97
6.3.1.2. Agua.....	97
6.3.1.3. Suelo. ....	98
6.3.2. Identificación de impactos en el medio biológico .....	98
6.3.2.1. Flora. ....	98
6.3.2.2. Fauna.....	98
6.3.3. Identificación de impactos en el medio social.....	99
6.3.3.1. Laboral. ....	99
6.3.3.2. Salud. ....	99
6.3.3.3. Generación de desechos sólidos.....	99
6.4. Evaluación de impactos.....	99
6.4.1. Matriz de valoración de impactos.....	99
6.5. Mitigación de impactos .....	100
6.5.1. Plan de Manejo Ambiental .....	100
6.6. Conclusiones medioambientales .....	100
Capítulo VII. Estudio legal .....	101
7.1. Legislación aplicable.....	101
7.1.1. Constitución Política.....	101
7.1.2. Ley Orgánica de CEPA .....	101
7.1.3. Ley General Marítima Portuaria.....	102
7.1.4. Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública.....	102
7.1.5. Ley de Medio Ambiente .....	102
7.1.6. Ley Orgánica de Administración Financiera del Estado .....	103
7.1.7. Ley de Procedimientos Administrativos.....	103
7.1.8. Servicios municipales de la ciudad de Acajutla .....	103
7.2. Permisos para el desarrollo del proyecto.....	104
7.2.1. Permisos de Medio Ambiente.....	104
7.2.1.1. Presentación y recepción del formulario ambiental.....	104
7.2.1.2. Inspección al sitio propuesto.....	106
7.2.1.3. Categorización ambiental.....	106
7.2.1.4. Fianza de cumplimiento ambiental. ....	106
7.2.1.5. Cumplimiento ambiental.....	107
7.2.2. Permiso de la Autoridad Marítima Portuaria.....	107
7.2.2.1. Presentación de solicitud.....	107
7.2.2.2. Admisión de solicitud. ....	108
7.2.2.3. Aviso público. ....	108
7.2.2.4. Resolución de autorización. ....	108
7.2.2.5. Fiscalización. ....	108
7.2.2.6. Inicio de la obra. ....	108
7.2.2.7. Informes periódicos. ....	108

7.2.3. Opinión Técnica sobre Estudios de Proyectos de Inversión.....	109
7.2.3.1. Etapas de la fase de preinversión.....	109
7.2.3.2. Etapas de la fase de inversión.....	109
7.2.4. Permiso de alcaldía.....	110
Capítulo VIII. Estudio económico .....	111
8.1. Marco referencial .....	111
8.1.1. Antecedentes.....	111
8.1.2. Registro de exportaciones en El Salvador período 2015-2019.....	111
8.1.3. Registro de importaciones en El Salvador período 2015-2019 .....	112
8.2. Registros financieros puerto de Acajutla .....	112
8.3. Proyección de ingresos producto de hierro .....	113
Capítulo IX. Estudio financiero .....	115
9.1. Costos y ventas.....	115
9.1.1. Costos de producción.....	115
9.1.1.1. Costos de materiales diversos.....	115
9.1.1.2. Costos de mano de obra.....	116
9.1.1.3. Costos de energía eléctrica y agua.....	117
9.1.1.4. Costos de consumo de combustible.....	117
9.1.1.5. Costos de control de calidad.....	118
9.1.1.6. Costos de mantenimiento.....	118
9.1.2. Depreciación.....	119
9.1.3. Costos de administración.....	120
9.1.4. Costos de venta.....	121
9.1.5. Costos totales.....	122
9.1.6. Ventas totales.....	122
9.2. Estado de resultados .....	123
9.2.1. Datos de entrada .....	123
9.2.2. Estado de resultados proforma .....	125
9.3. Indicadores financieros .....	126
9.3.1. Valor actual neto.....	126
9.3.2. Tasa interna de rendimiento .....	127
9.3.3. Relación beneficio-costos .....	128
9.3.4. Recuperación de la inversión.....	128
Capítulo X. Conclusiones y Recomendaciones .....	129
Conclusiones .....	129
Recomendaciones.....	130
Referencias bibliográficas.....	131
Anexos .....	136

## Índice de tablas

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Volumen de productos de acero movilizados por año.....	5
<b>Tabla 2.</b> Consumo per cápita de acero crudo.....	6
<b>Tabla 3.</b> Principales productos importados 2017-2018 .....	23
<b>Tabla 4.</b> Principales países de procedencia de importaciones 2017-2018.....	24
<b>Tabla 5.</b> Proyecto de importaciones, El Salvador 2021-2025.....	25
<b>Tabla 6.</b> Establecimiento y ventas de la industria metalúrgica en El Salvador.....	26
<b>Tabla 7.</b> Productos de hierro y acero de mayor venta en El Salvador.....	26
<b>Tabla 8.</b> Trabajadores promedio por actividad en el sector metalmecánica 2017-2020...	27
<b>Tabla 9.</b> Carga movilizada por importaciones de productos de acero 2015-2019.....	28
<b>Tabla 10.</b> Relación carga de productos de acero nacional versus puerto de Acajutla 2015-2019.....	29
<b>Tabla 11.</b> Comparación importación total con respecto a los productos de hierro.....	31
<b>Tabla 12.</b> Comparación de importación de productos de hierro nacional-puerto de Acajutla.....	31
<b>Tabla 13.</b> Personal mínimo para la descarga de productos.....	35
<b>Tabla 14.</b> Clasificación de las alternativas.....	39
<b>Tabla 15.</b> Consideración para la evaluación cuantitativa.....	39
<b>Tabla 16.</b> Características de las alternativas para la evaluación cuantitativa.....	40
<b>Tabla 17.</b> Evaluación cuantitativa.....	40
<b>Tabla 18.</b> Cálculo de factor subjetivo.....	40

<b>Tabla 19.</b> Evaluación de la pendiente de los terrenos.....	41
<b>Tabla 20.</b> Evaluación del uso de suelos.....	41
<b>Tabla 21.</b> Evaluación del riesgo de inundación.....	41
<b>Tabla 22.</b> Evaluación de la interferencia con otras operaciones.....	41
<b>Tabla 23.</b> Definición de los puntajes relativos a la evaluación cualitativa.....	42
<b>Tabla 24.</b> Cálculo de la medida de preferencia de localización (MPL).....	42
<b>Tabla 25.</b> Estrategias FODA.....	57
<b>Tabla 26.</b> Especificaciones técnicas del montacargas para el diseño de la estructura de pavimento.....	63
<b>Tabla 27.</b> Coordenadas, ubicación de llantas de grúa Taylor.....	66
<b>Tabla 28.</b> Módulo de reacción combinada de suelos K.....	67
<b>Tabla 29.</b> Características del concreto propuesto para capa de rodaje.....	68
<b>Tabla 30.</b> Relación de esfuerzos contra repeticiones de cargas permitidas.....	69
<b>Tabla 31.</b> Dimensionamiento de pavimentos en zonas de operación.....	73
<b>Tabla 32.</b> Dimensiones de pasajuntas para pavimentos rígidos.....	73
<b>Tabla 33.</b> Coeficientes de escorrentía superficial.....	77
<b>Tabla 34.</b> Criterios de dimensionamiento de caja rectangular.....	78
<b>Tabla 35.</b> Nivel de iluminación mínima requerida en el Patio 6.....	81
<b>Tabla 36.</b> Características generales de la luminaria propuesta.....	81
<b>Tabla 37.</b> Características específicas de la luminaria propuesta.....	82
<b>Tabla 38.</b> Dimensiones de la luminaria propuesta.....	82
<b>Tabla 39.</b> Costos estimados para la construcción del Patio 6.....	86
<b>Tabla 40.</b> Definición de tiempos para programación de obra.....	87

<b>Tabla 41.</b> Actividades que generan impactos y factor ambiental afectado.....	96
<b>Tabla 42.</b> Análisis económico de gastos e ingresos del puerto de Acajutla.....	112
<b>Tabla 43.</b> Proyecciones de ingresos por ventas.....	114
<b>Tabla 44.</b> Costos de materiales.....	115
<b>Tabla 45.</b> Costos de mano de obra directa.....	116
<b>Tabla 46.</b> Costos de mano de obra indirecta.....	116
<b>Tabla 47.</b> Costos de energía eléctrica y agua potable.....	117
<b>Tabla 48.</b> Costos anuales de combustibles.....	118
<b>Tabla 49.</b> Costos de mano de obra por supervisión.....	118
<b>Tabla 50.</b> Costos de mantenimiento.....	119
<b>Tabla 51.</b> Depreciación básica.....	120
<b>Tabla 52.</b> Costos de depreciación.....	120
<b>Tabla 53.</b> Costos de administración.....	121
<b>Tabla 54.</b> Costos de venta.....	121
<b>Tabla 55.</b> Depreciación básica.....	122
<b>Tabla 56.</b> Resumen de costos.....	122
<b>Tabla 57.</b> Monto de ventas totales.....	123
<b>Tabla 58.</b> Datos de entrada.....	124
<b>Tabla 59.</b> Cálculo del CAPM.....	124
<b>Tabla 60.</b> Flujo de efectivo (1-4 años).....	125
<b>Tabla 61.</b> Flujo de efectivo (5-10 años).....	126
<b>Tabla 62.</b> Recuperación de la inversión.....	128

## Índice de figuras

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Localización de las instalaciones físicas del Patio 6 del puerto de Acajutla.....	3
<b>Figura 2.</b> Localización de las instalaciones físicas del Patio 7 del puerto de Acajutla.....	3
<b>Figura 3.</b> Localización del patio frente a la Bodega 2 del puerto de Acajutla.....	4
<b>Figura 4.</b> Movilización de carga de productos de hierro en el puerto de Acajutla (TNM)...	5
<b>Figura 5.</b> Uso per cápita de acero crudo.....	7
<b>Figura 6.</b> Esquema de las instalaciones del puerto de Acajutla.....	13
<b>Figura 7.</b> Producción mundial de productos de acero en miles de toneladas, período 2000-2013.....	20
<b>Figura 8.</b> Países con mayor exportación de acero en el mundo, período 2000-2013.....	20
<b>Figura 9.</b> Países con mayor importación de acero en el mundo, período 2000-2013.....	21
<b>Figura 10.</b> Importación de productos de hierro y acero (CIF) 2010-2019.....	22
<b>Figura 11.</b> Importación de productos de acero en el puerto de Acajutla, período 2015-2019.....	28
<b>Figura 12.</b> Estructura organizativa del puerto de Acajutla.....	34
<b>Figura 13.</b> Esquema de ubicación de las instalaciones físicas del Patio 6.....	43
<b>Figura 14.</b> Fundaciones de la bodega Exicasa.....	45
<b>Figura 15.</b> Pavimento adoquinado de acceso.....	45
<b>Figura 16.</b> Pavimento de piso interior.....	45
<b>Figura 17.</b> Muros de retención.....	45
<b>Figura 18.</b> Saturación de suelos debido a las lluvias.....	46
<b>Figura 19.</b> Exposición de productos a la intemperie.....	46
<b>Figura 20.</b> Área no pavimentada del Patio 6.....	46

<b>Figura 21.</b> Almacenaje de productos en área no pavimentada.....	46
<b>Figura 22.</b> Distribución de los elementos del sistema de iluminación en el Patio 6.....	47
<b>Figura 23.</b> Elementos 1 y 2, torres monopolo.....	48
<b>Figura 24.</b> Elemento 3, luminaria led.....	48
<b>Figura 25.</b> Elemento 5, luminaria adosada a bodega.....	48
<b>Figura 26.</b> Elemento 4, luminaria en poste en el interior del patio.....	48
<b>Figura 27.</b> Elemento 4, alumbrado de calles.....	49
<b>Figura 28.</b> Elemento 6, alumbrado de calles.....	49
<b>Figura 29.</b> Esquema de la red de agua potable en el área de influencia del Patio 6.....	50
<b>Figura 30.</b> Ubicación de hidrante 35 metros al poniente.....	50
<b>Figura 31.</b> Caja hidrante.....	50
<b>Figura 32.</b> Tuberías de conducción de gas y gasolina.....	51
<b>Figura 33.</b> Rotulación para tuberías.....	51
<b>Figura 34.</b> Caja tragante de aguas lluvias, al norte.....	52
<b>Figura 35.</b> Caja tragante de aguas lluvias, al poniente.....	52
<b>Figura 36.</b> Caja y tubería Ø= 30" colectora de ALL.....	52
<b>Figura 37.</b> Badén de 1.20 metros de ancho hacia caja colectora.....	52
<b>Figura 38.</b> Trayectoria de transporte de productos de hierro desde los muelles.....	53
<b>Figura 39.</b> Calle de circulación al costado sur, con un ancho de 6.30 metros.....	53
<b>Figura 40.</b> Calle de circulación al costado norte, con un ancho de 6.30 metros.....	53
<b>Figura 41.</b> Propuesta de área del Patio 6 del puerto de Acajutla.....	59
<b>Figura 42.</b> Propuesta conceptual del área del Patio 6 del puerto de Acajutla.....	59
<b>Figura 43.</b> Almacenaje de productos de hierro frente a las bodegas 1 y 2.....	60

<b>Figura 44.</b> Almacenaje de productos de hierro en el Patio 7.....	60
<b>Figura 45.</b> Diagrama cuerpo libre, grúa Taylor.....	64
<b>Figura 46.</b> D.C.L., ubicación de llantas de grúa Taylor.....	66
<b>Figura 47.</b> Módulo de interacción de suelo K.....	67
<b>Figura 48.</b> Factor de carga equivalente, ejes duales.....	71
<b>Figura 49.</b> Diseño para ejes con ruedas simples.....	72
<b>Figura 50.</b> Propuesta de red de agua potable en el Patio 6.....	74
<b>Figura 51.</b> Curvas IDF, estación T-6, Acajutla.....	77
<b>Figura 52.</b> Propuesta de red de drenaje de aguas lluvias en el Patio 6.....	80
<b>Figura 53.</b> Prototipo de luminaria propuesta.....	82
<b>Figura 54.</b> Distribución de torres y luminarias en el área del Patio 6.....	84
<b>Figura 55.</b> Diagrama de GANTT programación de obra.....	89
<b>Figura 56.</b> Mapa geológico simplificado de El Salvador.....	90
<b>Figura 57.</b> Regiones hidrográficas de El Salvador.....	91
<b>Figura 58.</b> Cuencas hidrográficas y red hídrica del departamento de Sonsonate, El Salvador.....	91
<b>Figura 59.</b> Mapa de precipitación anual de la República de El Salvador.....	92
<b>Figura 60.</b> Proceso de descarga de productos en el puerto de Acajutla.....	94
<b>Figura 61.</b> Ingresos y gastos del puerto de Acajutla, período 2015-2019.....	113
<b>Figura 62.</b> Proyecciones de ingresos por ventas de productos de hierro.....	114

## Introducción

El puerto de Acajutla es la principal terminal marítima de El Salvador, tanto por las operaciones que desempeña como por el volumen de turistas que recibe. Desde el 21 de abril de 1961, este puerto es operado por la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA). En sus instalaciones, el puerto de Acajutla cuenta con áreas para distintos fines, tales como almacenaje de productos de acero y hierro, patio de contenedores, bodegas de almacenamiento de graneles y materiales galvanizados, patio de vehículos, entre otras.

Las instalaciones del puerto de Acajutla permiten la ejecución de operaciones objeto de la importación y exportación de diversos productos necesarios para desarrollar las principales actividades económicas del país; particularmente, este estudio se centra en los productos de hierro, y destaca la necesidad del puerto de contar con un área de almacenamiento para estos debido a su creciente demanda por importación.

Actualmente, la terminal marítima en Acajutla cuenta con distintas áreas para almacenar productos de hierro; sin embargo, las condiciones en las que se hace no son las óptimas debido a la carencia de infraestructura adecuada, lo cual limita las operaciones dentro de las instalaciones del puerto.

En concordancia con lo descrito, el presente estudio tiene como finalidad determinar la viabilidad para ejecutar la construcción de un patio de almacenamiento de productos de hierro, y en el capítulo I se presenta la situación actual de la demanda de almacenaje de estos productos en la terminal; asimismo, el área que tiene las mejores condiciones para la ejecución de la obra: el Patio 6.

Este estudio busca responder a la interrogante de si las modificaciones propuestas en el Patio 6 absorberían la creciente demanda del movimiento de carga y descarga de productos de hierro y reducirían los tiempos operativos. Debe considerarse que este es el principal puerto con el que cuenta el país. En el primer capítulo también se plantean las delimitaciones espaciales y temporales, de contenido y de población y muestra del proyecto.

Posteriormente, en el marco conceptual-metodológico se definen algunos de los principales conceptos utilizados en el transcurso de la investigación y se exponen el método y las técnicas con las que se llevó a cabo este estudio. Para efectos de comprensión lectora, se deja claro que en cada apartado del estudio se incorporan términos especializados y se aplican al análisis competente.

En el capítulo III se presenta la situación actual del puerto de Acajutla. Se ofrece una reseña histórica que abarca desde el inicio del puerto hasta las características actuales de la terminal, pasando por su desarrollo y cubriendo la diversificación de la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma.

El siguiente capítulo es el referente al estudio de mercado. En él se presenta la situación actual del mercado mundial de los productos de hierro y se caracteriza la industria del sector metalmeccánico en El Salvador. Se ofrece un recorrido por los principales productos de importación del sector metalmeccánico desde 2010 hasta 2019, las proyecciones de importaciones de 2021 a 2025 y cómo el puerto de Acajutla tiene un papel de gran importancia en esa dinámica de mercado.

El capítulo V comprende el estudio técnico. En este apartado se presenta el tamaño del proyecto, su ingeniería, el diagnóstico y el anteproyecto, que incluye las propuestas conceptual, de red hidráulica de agua potable, de red hidráulica de aguas lluvias, de iluminación y otro equipamiento. Asimismo, se presenta el análisis de los costos del proyecto.

Posteriormente, el capítulo VI expone el estudio ambiental, en el que se identifican los impactos del proyecto en el medio físico, el medio biológico y el medio social. Al final de este apartado se propone un plan de mitigación de impactos. En el capítulo VII de este estudio, se presenta toda la legislación aplicable al proyecto propuesto, los permisos con los que la obra debe contar y las consecuencias de faltar a ello.

En el siguiente capítulo se da a conocer el estudio económico. Para comenzar, se hace un repaso por el registro de exportaciones e importaciones de El Salvador de 2015 a 2019, se presentan los registros financieros del puerto de Acajutla y, finalmente, la proyección de ingresos de productos de hierro.

Para cerrar la investigación, el capítulo IX comprende el estudio financiero, en el que se calculan los costos de la ejecución del proyecto, se establece el período de recuperación de la inversión, se establece la relación costo-beneficio de la obra y, en términos generales, la definición de la viabilidad del proyecto. El estudio culmina con las conclusiones y recomendaciones.

# Capítulo I. Planteamiento del tema

## 1.1. Objetivos

### *1.1.1. Objetivo general*

Desarrollar un estudio de prefactibilidad que determine la viabilidad para realizar la inversión pública para la construcción del patio de almacenamiento de productos de hierro en el puerto de Acajutla.

### *1.1.2. Objetivos específicos*

- Determinar el tamaño, la capacidad y la ingeniería del proyecto para la construcción del patio de almacenamiento de productos de hierro, que serán los insumos necesarios para generar los diseños preliminares de las instalaciones físicas y los servicios de apoyo, para el dimensionamiento del anteproyecto de ingeniería.
- Estimar el presupuesto para la construcción de las obras tomando como referencia los diseños preliminares a ser ejecutados, para la determinación del costo inicial del proyecto.
- Especificar la normativa aplicable correspondiente a aspectos legales, económicos, políticos, medioambientales y técnicos, que son necesarios para la ejecución del proyecto.
- Identificar y valorar los efectos que generará el proyecto en la etapa de construcción, sobre el medioambiente, para definir un plan de manejo ambiental.
- Realizar el estudio económico que determine los costos y los ingresos asociados a la operación del proyecto, que se utilizarán para la evaluación financiera del mismo, como base para definir los índices financieros mediante los cuales se determinará la rentabilidad de la inversión.

## 1.2. Planteamiento del problema

### 1.2.1. Descripción del problema

De acuerdo con datos obtenidos de los anuarios estadísticos de la CEPA, la carga que transita por el puerto de Acajutla está agrupada por graneles sólidos (maíz, trigo, arroz, etc.), graneles líquidos (diésel, gasolina, gasoil, melaza, etc.), general (bobinas de lámina, tubos de acero, perfiles estructurales, bobinas de alambón, vehículos, etc.) y contenedores. La carga de productos de hierro se maneja como carga general, ya que en su mayor parte se mueve en bultos, y una pequeña porción se traslada por medio de contenedores. El manejo de carga general de productos de hierro a través de contenedores tiene la limitante que con poco volumen se produce mucho peso y éstos tienen una capacidad máxima de manejo carga de hasta de 30 toneladas.

En términos generales, según los datos de los anuarios estadísticos del puerto de Acajutla del período de 2015 a 2019, la carga transportada tuvo un crecimiento promedio de 6.15 % con una leve caída en 2018 respecto del año previo.

La situación se ha presentado favorable para el crecimiento del volumen de carga durante los últimos 10 años, lo que ha generado una fuerte presión para utilizar predios disponibles dentro de las instalaciones del puerto para el almacenamiento temporal de la mercadería, incluyendo los que eran utilizados para el almacenamiento de productos de hierro (alrededor de las bodegas).

Ante tal situación, a partir de 2015, la administración del puerto de Acajutla definió para este fin un área específica para el almacenaje de carga de productos de hierro, la cual fue denominada Patio 6, y de acuerdo con la demanda también se utilizan otros espacios, como el Patio 7 y el patio frente a la Bodega 2.

Estas áreas son terrenos al aire libre con superficie no pavimentada, la cual presenta dificultades para la movilización eficiente de la maquinaria pesada que maneja la carga, especialmente durante la temporada de lluvias; sin embargo, tienen una ubicación favorable para la prestación de este servicio. Cabe mencionar que, según el *Manual de operaciones del puerto de Acajutla* de 2017, el área actual del Patio 6 es de 3,800 m<sup>2</sup>, el área del Patio 7 es de 3,575 m<sup>2</sup> y el área del patio frente a la Bodega 2 es de 2,350 m<sup>2</sup>, y no contemplan áreas internas exclusivas para la circulación de maquinaria y transporte pesado.

A continuación, se presentan fotografías e imágenes de las instalaciones físicas y de las condiciones actuales de las instalaciones antes mencionadas.



**Figura 1.** Localización de las instalaciones físicas del Patio 6 del puerto de Acajutla  
Fuente: Google Earth



**Figura 2.** Localización de las instalaciones físicas del Patio 7 del puerto de Acajutla  
Fuente: Google Earth



**Figura 3.** Localización del patio frente a la Bodega 2 del puerto de Acajutla

Fuente: Google Earth

### ***1.2.2. Formulación del problema***

El problema será formulado para responder una pregunta básica: ¿las modificaciones propuestas al Patio 6 lograrán absorber la creciente demanda del movimiento de carga y descarga de productos de hierro mientras ayudan a la reducción de los tiempos operativos?

### **1.3. Justificación**

El puerto más importante de El Salvador es el de Acajutla, y se caracteriza por movilizar distintos tipos de carga, principalmente en el rubro de la importación. Entre los principales productos que el país importa están los de hierro, los cuales son parte del objeto de este estudio de prefactibilidad. Los productos de hierro son movilizados por contenedores y de manera general, es decir, vienen a granel.

De acuerdo con lo anterior, según datos de los anuarios estadísticos del puerto de Acajutla, en 2015 se movilizó un total de 262,764.04 toneladas métricas (TNM) de importación de productos de hierro, mientras que en 2019 fue un total de 327,951.42 TNM, lo que significa un crecimiento de 24.80 % en dicho rubro para el período en referencia.

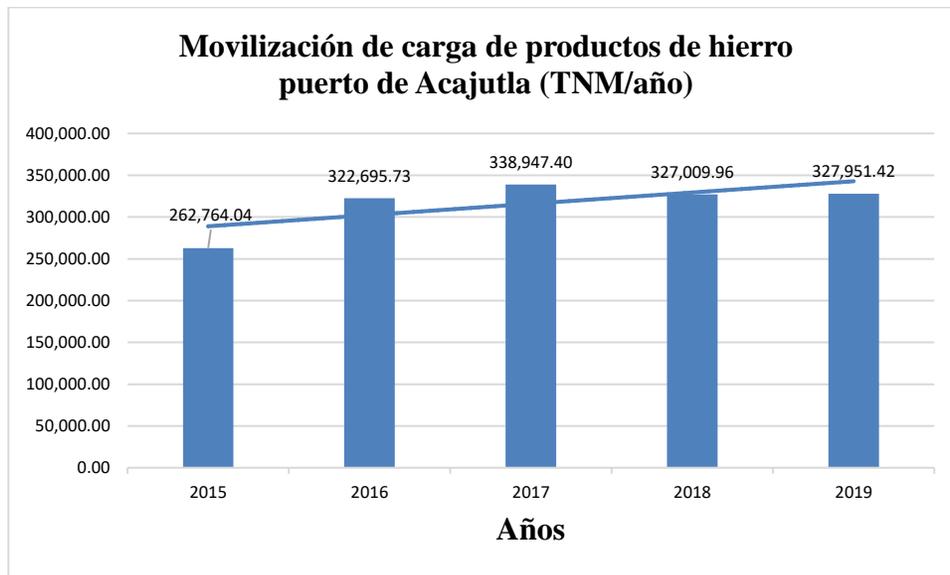
**Tabla 1.**

*Volumen de productos de acero movilizados por año*

<b>Año</b>	<b>Productos de acero (TNM)</b>
2015	262,764.04
2016	322,695.73
2017	338,947.40
2018	327,009.96
2019	327,951.42

*Nota.* En la tabla se muestran las toneladas métricas de productos de acero movilizadas desde 2015 hasta 2019.

Fuente: Elaboración propia, con datos de los anuarios estadísticos del puerto de Acajutla



**Figura 4.** *Movilización de carga de productos de hierro en el puerto de Acajutla (TNM)*

*Nota.* La carga de productos de hierro movilizada en la terminal marítima de Acajutla refleja un aumento sostenido desde 2015 hasta 2019.

Fuente: Elaboración propia, con datos de anuarios estadísticos del puerto de Acajutla

En la actualidad, la carga proveniente de productos de hierro se almacena en las instalaciones del Patio 6 y de forma emergente en el Patio 7 o en el patio frente a la Bodega 2, según sea el caso dentro del recinto portuario, dos ubicados al costado sur de la calle de acceso a los muelles y uno al norte. Actualmente, las condiciones de dichos patios no son adecuadas para el desarrollo eficiente de las operaciones. Entre ellas podemos mencionar las siguientes:

- Dificultades durante la temporada de lluvias para el acceso y las maniobras de los transportistas de carga pesada y del equipo operativo, lo que obliga a que en al menos uno de cuatro buques atendidos se utilicen otros sitios para ubicar la carga.
- Superficie no pavimentada, lo que conlleva a tener atrasos en los tiempos de la movilización de la carga.
- Deterioro de los productos almacenados, ya que estos se encuentran directamente en contacto con el suelo, lo que genera una exposición extra a los efectos de las condiciones ambientales.

Asimismo, si las previsiones de crecimiento de la importación de los productos de hierro que ingresan al país toman la tendencia incremental del 5 % anual, considerando los datos de consumo per cápita obtenidos de la World Steel Association de 2011 a 2018, se considera atendible y pertinente llevar a cabo la construcción y la mejora de las instalaciones físicas, las cuales deben ejecutarse bajo los criterios de ingeniería asociados a este tipo de obra, en función de optimizar los tiempos operativos con los que se cuenta y mejorar el nivel de servicio del recinto portuario.

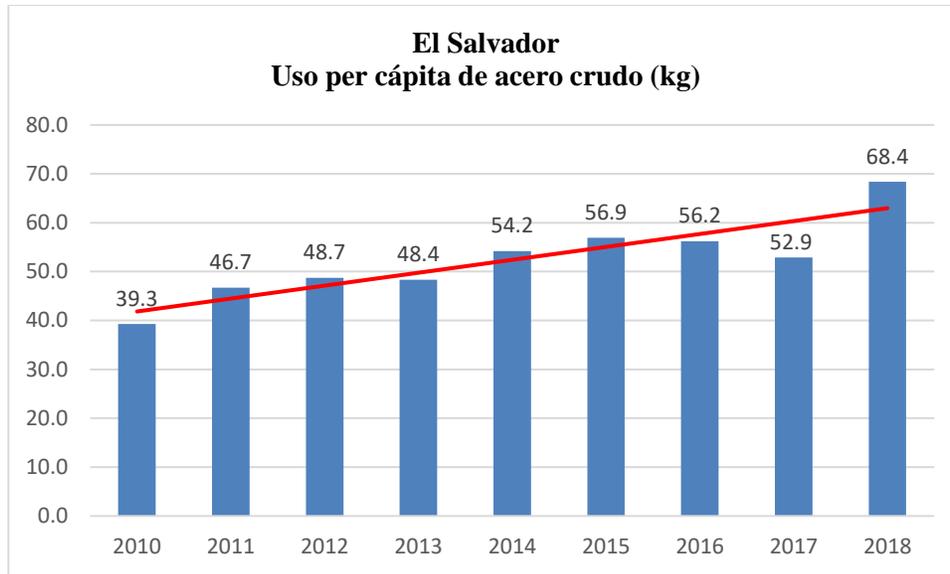
**Tabla 2.**

*Consumo per cápita de acero crudo*

ID	Consumo per cápita de acero crudo por año (kg) para El Salvador							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Valores	46.7	48.7	48.4	54.2	56.9	56.2	52.9	68.4

*Nota.* El consumo de acero crudo per cápita ha incrementado si se comparan las cifras más recientes en relación con las de 2011.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la World Steel Association (<https://worldsteel.org/>)



**Figura 5.** *Uso per cápita de acero crudo*

*Nota.* El gráfico muestra una tendencia al alza al comparar los datos per cápita del uso de acero crudo desde 2010 hasta 2018.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la World Steel Association (<https://worldsteel.org/>)

## 1.4. Delimitaciones

### 1.4.1. Delimitaciones espaciales y temporales

- Delimitación temporal. El estudio se desarrollará tomando en cuenta la información del movimiento de carga en el puerto de Acajutla desde 2015 hasta 2019, y la ejecución del proyecto se estima que puede ser en un término de ocho meses en 2022.
- Delimitación espacial. La investigación se llevará a cabo únicamente en el puerto de Acajutla, en Sonsonate.

### 1.4.2. Delimitación de contenido

- El análisis se hará tomando como referencia la carga movilizada de productos de hierro a través del patio para almacenamiento de hierro del puerto de Acajutla.
- Se correlacionará el volumen de la carga de productos de hierro movilizada con el resto de la carga para definir la proporción de los costos administrativos que indirectamente consume la operación de dicho patio.

### ***1.4.3. Delimitación de población y muestra***

- Se tomará como fuente principal la información disponible directamente en la CEPA por medio de los registros de los anuarios estadísticos, las memorias de labores y los documentos financieros que contengan información relacionada con el movimiento de carga general durante cada año definido en la delimitación temporal.

## Capítulo II. Marco conceptual-metodológico

### 2.1 Antecedentes

Al indagar en la información recolectada se ha identificado que, según datos del Banco Central de Reserva de El Salvador, el país ha incrementado sus importaciones —entendidas como “bienes tangibles que requiere la economía y que son comprados a proveedores no residentes” (BCR, s. f.)— en un valor promedio del 17 % en el período comprendido entre 2015 y 2019, equivalente a \$10,907.62 millones. En referencia a las exportaciones, es decir, “los bienes tangibles que se laboran o se producen en el país y que son vendidos a no residentes de la economía” (BCR, s. f.), estas registraron un incremento promedio del 8 %, con un monto promedio de \$5,707.42 millones.

Para el período 2015-2019, de acuerdo con los datos de la entidad financiera, El Salvador ha mantenido un déficit en su balanza comercial promedio, la cual “se compone de exportaciones e importaciones de mercancías” (BCR, s. f.), por un monto de -\$5,200.20 millones. Adicionalmente, se ha verificado que el producto interno bruto (PIB) del país ha incrementado en un 17 %, con un monto promedio de \$25,000.00 millones para el período en mención. El PIB, según el BCR (2017, p. 14), “se obtiene al valorar la producción de bienes y servicios a precios de mercado, excluyendo los bienes intermedios utilizados en el proceso de producción”.

### 2.2 Bases Teóricas

Esta investigación se enfoca de manera particular en el sector metalmeccánico, y se le atribuye relevancia a los datos sobre las importaciones de productos de hierro en cuanto a volumen movilizado, los costos que implica el traslado de este tipo de bienes y su procedencia. La información utilizada corresponde al período 2017-2018, y en ella se establecen los productos de hierro que se trasladan más frecuentemente mediante el puerto de Acajutla, tales como laminados de aceros aleados, laminados planos de hierro o acero sin alear, chapeados o revestidos, rolados, en barra, etc., cuyas diferencias y características se establecen en los capítulos posteriores.

Debido a que la base teórica de este estudio abarca áreas del conocimiento tan diversas, pero al mismo tiempo complementarias en función del logro de los objetivos planteados, como la financiera, la técnica, la legal, la ambiental y la económica, para efectos metodológicos se ha optado por presentar en los capítulos siguientes el soporte teórico en el que se fundamenta el proyecto, por lo que el lector encontrará definiciones seguidas de su aplicación en cada área analizada.

Este estudio proporciona profundidad en los datos, riqueza interpretativa y contextualización del ambiente o entorno, pues en él se ha analizado, comprobado y contrastado la información obtenida mediante fuentes secundarias a fin de establecer conclusiones generalizadas. Además, se han analizado las variables con mayor relevancia en cada una de las perspectivas que componen este documento.

La ejecución de este estudio se ha respaldado en técnicas de recolección de datos; se han consultado los anuarios estadísticos del puerto de Acajutla para definir el comportamiento del movimiento de la carga tanto de forma general como de forma particular para la importación de productos de hierro. Otras fuentes consultadas y consideradas aportes relevantes son las revistas trimestrales del Banco Central de Reserva de El Salvador del período 2015 a 2019 y las publicaciones en el sitio web de la World Steel Association.

### **2.3 Bases Legales**

El presente estudio toma en cuenta toda la legislación nacional aplicable al proyecto, de carácter institucional gubernamental, municipal y medioambiental. Entre la principal legislación que se encuentra la siguiente:

1. Constitución de la República de El Salvador.
2. Ley Orgánica de CEPA.
3. Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública.
4. Ley de Procesos Administrativos
5. Ley de Medio Ambiente.

Es importante mencionar que el marco legal está presente en todo el ciclo de vida del proyecto, debido a que en cada etapa está involucrada las leyes descritas anteriormente y es de vital importancia el cumplimiento de las mismas, para el óptimo desarrollo y funcionamiento del proyecto.

### **2.4 Metodología de Investigación**

La metodología para desarrollar la investigación de este estudio se realizará a través del enfoque cuantitativo, el cual “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y comprobar teorías” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 4). El enfoque cuantitativo, emplea el método deductivo que parte de la teoría general, para llegar a lo específico, desarrollando en el intermedio un plan de comprobación de variables. En este caso, para cada uno de los estudios que se presentan en los capítulos posteriores se ha realizado el análisis a detalle de los puntos específicos de relevancia que los componen, para llegar a la conclusión de la investigación.

## Capítulo III. Situación actual

### 3.1. Datos generales del puerto de Acajutla

#### 3.1.1. Identificación

En la Ley General Marítimo Portuaria de El Salvador, emitida por medio del decreto legislativo 994 el 19 de septiembre de 2002 y publicada en el *Diario Oficial* 182, tomo 357, del 1.º de octubre de 2002, se establecen las definiciones que aplican a dicha ley y se señala un puerto como:

Ámbito acuático y terrestre, natural o artificial, e instalaciones fijas, que por sus condiciones físicas y de organización resulta apto para realizar maniobras de fondeo, atraque, desatraque y estadía de buques o cualquier otro artefacto naval; para efectuar operaciones de transferencia de cargas entre los modos de transporte acuático y terrestre, embarque y desembarque de pasajeros, y demás servicios que puedan ser prestados a los buques, artefactos navales, pasajeros y cargas, y plataformas fijas o flotantes para alijo o comportamiento de cargas y cualquier otra operación considerada portuaria por la Autoridad Portuaria. (pp. 7-8)

El puerto de Acajutla encaja perfectamente en esa definición establecida en la ley, ya que cuenta con instalaciones industriales donde se han construido patios y bodegas para la recepción y el despacho de mercadería, así como muelles y rompeolas para generar una bahía artificial para el atraque seguro de buques, que movilizan carga tanto de importación como de exportación.

#### 3.1.2. Ubicación del puerto

El puerto de Acajutla se ubica en las coordenadas 13° 43' 30" N, 89° 50' y 0" O, de acuerdo con la información contenida en el sitio web de la Comisión Centroamericana de Transporte Marítimo (Cocatram), organismo del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).

Esta localización corresponde al municipio de Acajutla, en la costa sur del departamento de Sonsonate, en la zona occidental de El Salvador.

Los límites geográficos del terreno donde se ubican las instalaciones del puerto de Acajutla colindan al sur con las almacenadoras Almapac y Alcasa; al poniente, con la playa Las Flores; al norte, con la ciudadela CEPA y el área urbana de la ciudad de Acajutla, y al oriente, con las

almacenadoras de combustible Puma y Texaco, así como con la generadora de energía Duke Energy, lo que da como total una extensión superficial de 104.30 hectáreas, equivalentes a 149.23 manzanas, de acuerdo con el *Manual de operaciones del puerto de Acajutla* (2017).

## **3.2. Reseña histórica**

### **3.2.1. Inicios**

El 28 de mayo de 1952, por el decreto legislativo 677, publicado en el *Diario Oficial* 102, tomo 155, del 30 del mismo mes y año y reformas posteriores, se creó la Comisión Ejecutiva del Puerto de Acajutla. Esto fue con el objetivo de llevar a cabo un programa de desarrollo portuario para satisfacer las exigencias de los usuarios en el ramo de importación y exportación, así como el desarrollo creciente de la economía salvadoreña que había en la época.

La meta encomendada era planificar y ejecutar la construcción de un puerto en la costa de Acajutla, encargándose, una vez finalizada la construcción de este, de la dirección de las operaciones y de la administración de todas las instalaciones portuarias edificadas, tomando las operaciones que se realizaban en el puerto de La Libertad, ya que este, por estar en aguas abiertas, no presentaba características adecuadas para ser desarrollado para los crecientes desafíos del manejo de carga marítima de la época.

### **3.2.2. Desarrollo del puerto**

En 1961 se inauguró el Muelle A del puerto de Acajutla, que cambió la dinámica del intercambio comercial y la competencia económica, y generó por lo mismo una necesidad de diversificación de los servicios y una presión inmediata de seguir creciendo.

Producto de ello, en 1970 se inauguró el Muelle B y en 1975 se completó la infraestructura del Muelle C, que persiste hasta la actualidad. Desde entonces, cuenta con atracaderos distribuidos en tres muelles, equipados para el arribo de todo tipo de buques con una profundidad máxima de hasta 14 metros en el extremo del Muelle C.

### **3.2.3. Diversificación de CEPA**

En 1965, en virtud del desarrollo logrado por la Comisión Ejecutiva del Puerto de Acajutla, el Gobierno de turno decidió ampliarle sus facultades y le concedió la administración, explotación y dirección de Ferrocarril de El Salvador (FES); además, se incluyó la administración del puerto de Cutuco, por lo que se convirtió desde entonces en la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA).

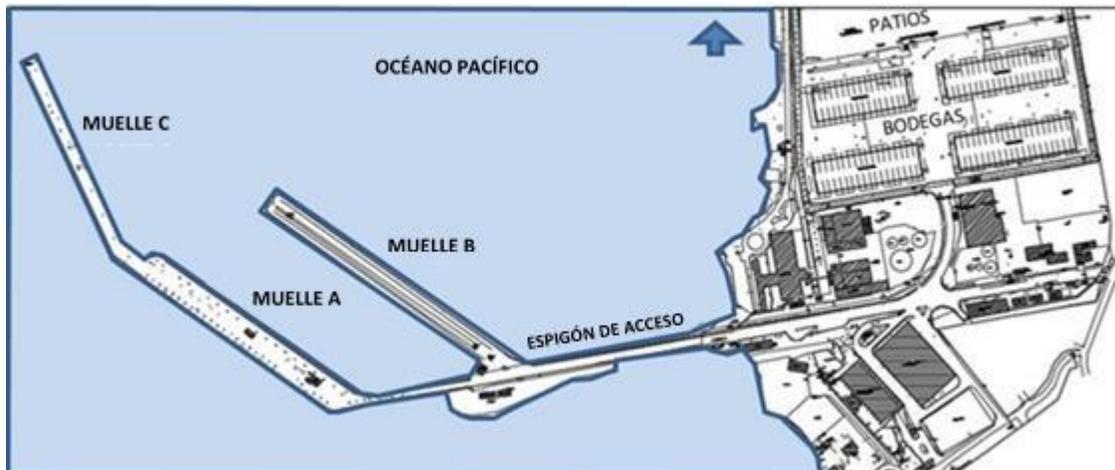
En 1976, el Gobierno le confió a la CEPA la construcción, administración y operación del aeropuerto internacional de El Salvador, el cual fue diseñado y construido bajo la administración de la CEPA, e inició sus operaciones en enero de 1980, por lo que desde entonces la operación quedó bajo su responsabilidad.

El 12 de mayo de 2004, por medio de un decreto del Consejo de Ministros, el Gobierno entrega a la CEPA la administración y la posesión de los inmuebles y las áreas de terreno, que incluyen instalaciones aeroportuarias y construcciones donde operó el aeropuerto internacional de Ilopango, a fin de que la comisión dispusiera de estos y llevara a cabo la rehabilitación de dicho aeropuerto.

Finalmente, con la construcción del puerto de La Unión, entre enero de 2005 y diciembre de 2008, se incorporó también dicho puerto a los activos de CEPA, por lo que hasta la fecha cuenta con dos puertos, dos aeropuertos y la administración de los ferrocarriles nacionales.

### 3.3. Características del puerto

Se accede a los muelles (A, B y C) por medio de un espigón de acceso. Estos están interconectados a este espigón a través de derivaciones (Muelle B) o de forma consecutiva (muelles A y C). A lo largo del espigón de acceso y del Muelle B están instalados los equipos especializados para graneles sólidos, que consisten en una grúa y un sistema de bandas transportadoras para llevar y traer desde y hacia el muelle estos productos.



**Figura 6.** Esquema de las instalaciones del puerto de Acajutla

Fuente: Elaboración propia

En tierra, el recinto portuario cuenta con cuatro bodegas para el almacenamiento de carga general, dos patios para el almacenamiento de vehículos y contenedores, una bodega y 12 bins

para el almacenamiento de graneles sólidos, así como edificaciones y vías de circulación, que son utilizadas para las gestiones administrativas y operativas del puerto.

### **3.3.1. Muelle A**

Es un muelle multipropósito, con un frente de atraque efectivo de 312 metros y una plataforma de 35.25 metros, lo cual hace una superficie aproximada de 11,585 m<sup>2</sup>, utilizada para la circulación de vehículos y el manejo de carga, y tiene profundidades (en marea baja) de 9.50 metros en la unión con el muelle de acceso y de 10.50 metros en la intersección con el Muelle C.

En este muelle está instalada una gran parte de las bocatomas para el manejo de graneles líquidos que son cargados o descargados de los buques, a través de un sistema de tuberías que hacen circular el fluido desde y hacia grandes tanques de almacenamiento que están ubicados en tierra.

### **3.3.2. Muelle B**

Es un muelle especializado para el manejo de graneles sólidos. Tiene un frente de atraque efectivo en el lado oriente de 296 metros, con una profundidad mínima de 8.20 metros en la intersección con el muelle de acceso y una máxima de 11.50 metros al final del espigón del muelle, y en el atracadero poniente tiene un frente de atraque efectivo de 331 metros, con una profundidad mínima de 8.40 metros en la unión con el muelle de acceso y una máxima de 9.50 metros al final del espigón. El ancho de la plataforma del muelle es de 26.36 metros.

Este muelle tiene una grúa y un sistema de bandas transportadoras para el manejo de graneles, y utiliza el frente poniente para la importación y la exportación, y el frente oriente es únicamente para la exportación. Ambos frentes de atraque también son utilizados para el manejo de contenedores y carga general, así como para atender buques con cargamento rodado de importación (automóviles, camiones, etc.).

### **3.3.3. Muelle C**

Es un muelle multipropósito que puede atender cualquier tipo de buque. Tiene un frente de 257.50 metros para el atraque de embarcaciones, un ancho de plataforma de 18.50 metros con profundidades de 12.50 metros en la zona de transición con el Muelle A y 14 metros en el final del espigón del muelle, incluyendo actualmente la operación en este de dos grúas móviles para la

descarga de contenedores desde 2019. También tiene bocatomas para el manejo de graneles líquidos.

#### ***3.3.4. Bodegas para almacenamiento de carga general***

Cuentan con un área interior techada de 22,000 m<sup>2</sup> distribuidos en cuatro bodegas, más las áreas de los aleros, con lo cual alcanza una superficie total techada de 22,640 m<sup>2</sup>; asimismo, dichas bodegas permiten una altura de apilamiento de hasta 5.17 metros.

En estas se guardan temporalmente productos de importación y exportación que requieren protección de los agentes atmosféricos para evitar su deterioro, además de servir de punto de control de aduanas para el control tributario correspondiente.

#### ***3.3.5. Bodega para el almacenamiento de graneles sólidos para exportación***

Se ubica al sur del recinto portuario y tiene un área techada de aproximadamente 2,500 m<sup>2</sup> con una capacidad de almacenamiento de 12,000 toneladas métricas de graneles (principalmente azúcar). Está equipada con un sistema de transportadores para el manejo de la carga que llevan los productos hacia el Muelle B.

#### ***3.3.6. Bines para el almacenamiento de graneles sólidos de importación***

También se ubican al sur del recinto portuario y en su conjunto constituyen un área techada de 2,500 m<sup>2</sup> y una capacidad de almacenamiento de 18,000 toneladas métricas de graneles sólidos, que están distribuidas en seis bines con capacidad de 1,000 TNM cada uno y otros seis con capacidad de 2,000 TNM cada uno. Los bines están equipados con un sistema de bandas transportadoras que traen desde el Muelle B los productos.

#### ***3.3.7. Patio de contenedores***

Se ubica al norte de las bodegas de almacenamiento de carga general y tiene una superficie pavimentada con concreto hidráulico de una extensión de 68,500 m<sup>2</sup>, con una capacidad estática para almacenar una cantidad no menor de 4,362 TEUS estibados a tres niveles, y puede atender de forma simultánea al menos 160 contenedores refrigerados. Incluye sistemas de iluminación, vigilancia, controles de acceso y vías de circulación interna para el tránsito de los vehículos que

transportan los contenedores, así como para la movilización de las grúas especializadas que se utilizan para el almacenamiento temporal de estos.

### **3.3.8. Patio de vehículos**

Este patio está ubicado al norte del patio de contenedores y tiene una superficie de pavimento asfáltico de un área de 35,000 m<sup>2</sup> y una capacidad de almacenamiento estático de hasta 2,000 vehículos.

### **3.3.9. Patio 5**

Se ubica al poniente del patio de vehículos y tiene una superficie no pavimentada de aproximadamente 10,500 m<sup>2</sup>. Es utilizado para actividades logísticas temporales como las siguientes:

- a) Estacionamiento temporal de medios de transporte que esperan completar trámites para la movilización de contenedores que finalizan tránsito
- b) Estacionamiento temporal de medios de transporte que esperan completar trámites para la movilización de contenedores que aún no han sido liquidados en aduana
- c) Hacer cambios de generadores eléctricos para los contenedores refrigerados
- d) Cualquier otra actividad logística temporal que sea autorizada

### **3.3.10. Patio 6**

Se ubica al sur del recinto portuario, entre las bodegas de almacenamiento de graneles. Tiene una superficie no pavimentada de aproximadamente 3,800 m<sup>2</sup>, la cual es utilizada tanto para el almacenamiento de carga general (productos de hierro) como para llevar a cabo otras actividades logísticas.

### **3.3.11. Patio 7**

Se ubica al sur del recinto portuario, en el lugar donde estaban instalados anteriormente tanques de la empresa Diana. Tiene una superficie no pavimentada de aproximadamente 3,575 m<sup>2</sup>, la cual es utilizada tanto para el almacenamiento de carga general (productos de hierro) como para desarrollar otras actividades logísticas de acuerdo con la necesidad de espacios de almacenamiento.

### **3.3.12. Patio 8**

Se ubica al oriente del recinto portuario. Es un sitio que fue construido en 2019 y generó movimiento de tierra contiguo a los tanques de distribución de agua potable del recinto portuario. Tiene una superficie no pavimentada de aproximadamente 22,710 m<sup>2</sup>, la cual es utilizada principalmente para el almacenamiento de vehículos importados, aunque, en caso de requerirse, también se utiliza para el almacenamiento de hierro y para el estacionamiento de medios de transporte.

### **3.3.13. Patio 9**

Se ubica al poniente del Acceso 5 al recinto portuario. El sitio fue construido en 2019 contiguo a las instalaciones del centro recreativo del puerto. Tiene una superficie no pavimentada de aproximadamente 10,367 m<sup>2</sup>, la cual es utilizada principalmente para el estacionamiento de medios de transporte que llevan a cabo labores de exportación de productos manejados a través de contenedores.

### **3.3.14. Patio frente a Bodega 2**

Se ubica al sur de la Bodega 2 del recinto portuario, contiguo al sitio de la estación de suministro de combustible y talleres, frente al lugar donde antes estaban instalados tanques para la importación de graneles líquidos de la empresa Iminsa. Tiene una superficie no pavimentada de aproximadamente 2,350 metros<sup>2</sup>, la cual es utilizada tanto para el almacenamiento de contenedores como para carga atada (productos de hierro) y tubería hueca.

## **3.4. Misión**

Como se definió en el apartado de la reseña histórica, la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma ha evolucionado desde su creación y ha agrupado a más de una institución: nació para la construcción del puerto de Acajutla, luego tomó la administración de los ferrocarriles, agregó más tarde el aeropuerto internacional de El Salvador, el aeropuerto de Ilopango y, por último, el puerto de La Unión, por lo que hasta la fecha es una corporación que administra varias empresas que brindan servicios para el rubro de transporte.

En este sentido, la misión correspondiente para el puerto de Acajutla es una corporativa, que abarca toda esta gama de empresas que pertenecen a la CEPA (2021) de acuerdo con el siguiente enunciado:

“Desarrollar la infraestructura de puertos, aeropuerto y ferrocarriles a través de nuevos modelos de gestión, con participación del sector privado, para prestar servicios seguros, eficientes y competitivos regionalmente a nuestros clientes, contribuyendo a convertir a El Salvador en un centro de distribución logística con valor agregado”.

El proyecto objeto de este estudio es uno de desarrollo de infraestructura dentro del recinto portuario de Acajutla. Con este se mejorará la eficiencia de los servicios que allí se prestan, lo cual encaja directamente con la misión institucional.

### **3.5. Visión**

También la visión del puerto de Acajutla se corresponde con la definición corporativa de la CEPA (2021), y tiene el siguiente detalle:

“Ser la institución generadora de polos de desarrollo que planifica y administra la infraestructura portuaria, aeroportuaria y ferroviaria, operando con excelencia a través de diferentes modelos de gestión, articulando iniciativas con entes públicos y privados”.

Además de que se tiene planeado el desarrollo a corto plazo de este proyecto dentro de las instalaciones del puerto de Acajutla para dar respuesta a necesidades operativas para mejorar el servicio que se presta a los entes públicos y privados que son dueños de la carga que se maneja, también el proyecto que se desarrollará se vincula directamente con la visión institucional.

## **Capítulo IV. Estudio de mercado**

### **4.1. Generalidades del estudio de mercado**

#### ***4.1.1. Metodología de recopilación de información***

El proceso para la recopilación de información se hará mediante fuentes secundarias. Estas fuentes hacen referencia a datos ya existentes y generados con una finalidad distinta al problema de información que se pretende resolver en un determinado momento, es decir, se trata de datos que han sido publicados con anterioridad. Dichas publicaciones contienen datos concretos y fiables que pueden ser muy útiles para la recolección de información del proyecto.

Para el desarrollo de este estudio se recurrirá a la investigación mediante fuentes secundarias externas, por medio consultas a instituciones como la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA), el Banco Central de Reserva y el Ministerio de Economía.

### **4.2. Descripción conceptual de mercado**

#### ***4.2.1. Definición de mercado***

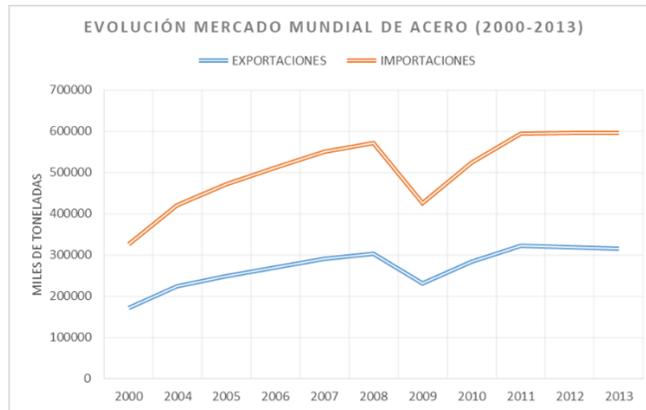
La palabra “mercado” tiene muchos significados, pero en este proyecto se definirá como el lugar teórico donde se encuentran la oferta y la demanda de productos y servicios y se determinan los precios.

#### ***4.2.2. Definición del mercado de estudio***

El mercado de análisis del presente estudio se centra en los productores y compradores de productos de hierro a escala mundial que exportan su mercancía hacia El Salvador y que hacen uso de los servicios y las instalaciones del puerto de Acajutla.

### **4.3. Situación del mercado mundial**

De acuerdo con datos estadísticos de la Asociación Mundial del Acero (WSA, siglas de World Steel Association, en inglés), el mercado mundial de productos de hierro y acero ha experimentado fluctuaciones en los últimos años; de hecho, sostiene que para el período 2000-2013 la producción mundial de acero incrementó un 84 % y pasó de 171 millones de toneladas en 2000 a 315 millones de toneladas para 2013.

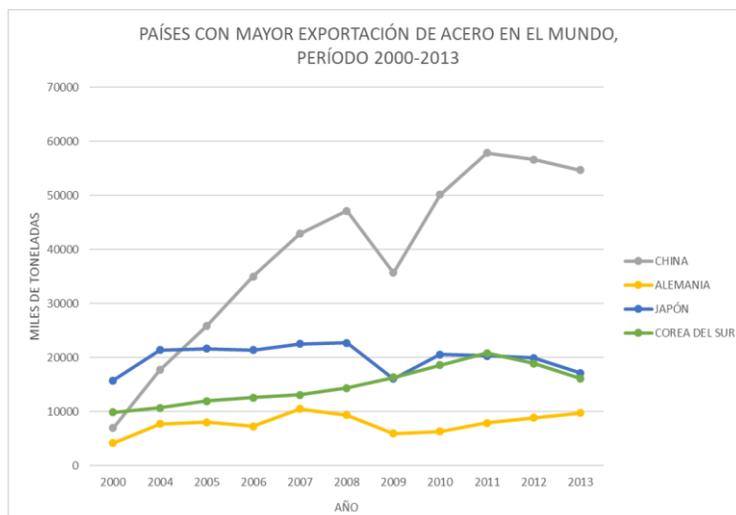


**Figura 7.** Producción mundial de productos de acero en miles de toneladas, período 2000-2013  
Fuente: Elaboración propia, con datos de la World Steel Association (<https://worldsteel.org/>)

En la figura 7 se aprecia que la producción mundial tuvo una caída a los niveles de producción de 2004 debido a la crisis financiera internacional.

#### 4.3.1. Países con mayor exportación de acero en el mundo

De acuerdo con datos de la WSA, para el período 2000-2013, los principales cuatro países exportadores de productos de acero y hierro en el mundo eran China, Alemania, Japón y Corea del Sur, tal como se representa en la figura 8, que se muestra a continuación.



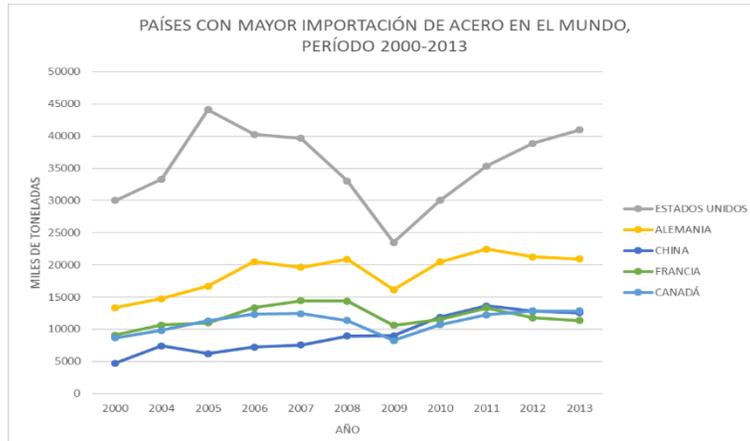
**Figura 8.** Países con mayor exportación de acero en el mundo, período 2000-2013  
Fuente: Elaboración propia, con datos de la World Steel Association (<https://worldsteel.org/>)

Según los datos de la figura 8, China se posiciona como el mayor país exportador de acero, con un total de 450.3 millones de toneladas (MT) exportadas acumuladas para el período de 2000

a 2013, y es seguido por Japón, con 219.5 millones de toneladas; Corea de Sur, con 163.53, y finalmente Alemania, con 86 MT exportadas.

#### 4.3.2. Países con mayor importación de acero en el mundo

Datos de la Asociación Mundial del Acero (WSA) reflejan que para el período 2000-2013 los principales cinco países exportadores de productos de acero y hierro en el mundo fueron Estados Unidos, Alemania, Canadá, China y Francia, tal como se presenta en la figura 9.



**Figura 9.** Países con mayor importación de acero en el mundo, período 2000-2013

Fuente: Elaboración propia, con datos de la World Steel Association (<https://worldsteel.org/>)

En la figura 9 se observa que Estados Unidos figura como el país que más importa acero en el mundo, con un total acumulado para el período de 2000 a 2013 de 390 MT, mientras que Alemania se posiciona en segundo lugar, con 210 MT, seguido de Canadá, con 123 MT, China, con 100 MT, y finalmente Francia, con 130 MT.

#### 4.4. Caracterización de la industria del sector metalmeccánico en El Salvador

##### 4.4.1. Generalidades

La industrialización del hierro consiste básicamente en la fabricación de un conjunto de productos semiterminados o terminados de acero y sus manufacturas a partir de mineral de hierro o chatarra de hierro, los cuales se utilizan mayormente en la construcción y en la industria metalmeccánica.

Las principales familias de aceros terminados son aceros planos (rollos de acero laminado en caliente y en frío), aceros largos (barras para hormigón), otros tipos de barras y perfiles, alambre, pernos, clavos y tubos con y sin costura. Tanto los aceros semiterminados como los terminados son productos estandarizados que se comercializan fluidamente a escala global.

El Salvador es un importador neto de metales comunes y sus manufacturas (Sección XV del Sistema Armonizado). El consumo para el período de 2010 a 2019 fue de \$6,129 millones, de acuerdo con datos del Banco Central de Reserva, con una representación promedio del 2.45 % del PIB anual de El Salvador para ese intervalo de tiempo.

Durante 2020, en el contexto de la crisis internacional ocasionada por la pandemia de la COVID-19, las importaciones y las exportaciones del sector se redujeron significativamente y llegaron a cifras similares a las de 2006 y 2007. Se prevé que a partir de 2021 el sector empiece su recuperación en función del crecimiento del porcentaje del PIB; de acuerdo con estimaciones del Fondo Monetario Internacional, 2021 tendría un incremento del PIB del 4 % con respecto a 2020.

#### **4.4.2. Evolución de las importaciones 2010-2019**

El país importa todos sus productos metálicos (acero, hierro y otros metales), que se clasifican en metales comunes y sus manufacturas, de acuerdo con la sección XV del Sistema Arancelario Centroamericano (SAC).

Según datos del Banco Central de Reserva, en el período 2010-2019, El Salvador ha tenido una tendencia fluctuante en la importación de los productos de hierro y acero. Para 2010 obtuvo una importación del 379.40 millones de kilogramos, para 2019 la importación alcanzó los 633.50 millones de kilogramos, lo que representó un incremento de importaciones del 68 %, tal como se muestra en la figura 10.



**Figura 10.** Importación de productos de hierro y acero (CIF) 2010-2019

Fuente: Elaboración propia, con datos del Banco Central de Reserva de El Salvador

La importancia del sector metalúrgico en el mercado salvadoreño radica en la articulación entre sectores productivos, como construcción y metalmecánica. Es importante destacar que para 2016 el sector construcción aportó un 5 % al producto interno bruto (PIB).

#### 4.4.2.1. Principales productos importados 2017-2018.

Según datos de la Asociación de Salvadoreña de Industriales (ASI), el sector metalmecánico salvadoreño importó en promedio, para el período 2017-2018, un total de \$763.80 millones sobre los productos detallados en la tabla 3.

**Tabla 3.**

*Principales productos importados 2017-2018*

<b>Desempeño de los principales productos del sector metalmecánico, período 2015-2019</b> (cifras en millones de dólares)			
<b>Partida SAC</b>	<b>Productos</b>	<b>Años</b>	
		<b>2017</b>	<b>2018</b>
7225	Productos laminados planos de los demás aceros aleados, de anchura superior o igual a 600 mm	\$82.50	\$90.70
7210	Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior o igual a 600 mm, chapados o revestidos	\$51.70	\$67.80
7208	Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior o igual a 600 mm, laminados en caliente sin chapar ni revestir	\$54.80	\$65.90
8103	Tantalio y sus manufacturas	\$69.30	\$54.40
7306	Los demás tubos y perfiles huecos de hierro o acero	\$44.60	\$51.90
7214	Barras de hierro acero sin alear, simplemente forjadas, laminadas o extruidas en caliente, así como las sometidas a torsión después del laminado	\$29.00	\$40.80
7213	Alambrón de hierro y acero sin alear	\$27.50	\$36.30
7612	Depósitos, barriles, tambores, bidones, latas o botes, cajas y recipientes similares de aluminio	\$32.60	\$33.70
7216	Perfiles de hierro o acero sin alear	\$21.80	\$28.40
7326	Las demás manufacturas de hierro o acero	\$23.70	\$23.90
Los demás productos		\$292.00	\$304.30
<b>Total importado por el sector metalmecánica</b>		<b>\$729.50</b>	<b>\$798.10</b>

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Asociación Salvadoreña de Industriales

En la tabla 3 se observa que para 2018 se tuvo un valor de importación de \$798.10 millones, lo que representa un incremento del 8.60 % en relación con las cifras de 2017. Cabe destacar que esas importaciones estuvieron conformadas por las partidas detalladas según su correspondiente correlativo en el Sistema Arancelario Centroamericano (SAC).

Entre las partidas con más influencia en concepto de importación de productos del sector metalmecánica se encuentran las siguientes:

- 7225: Productos laminados planos de los demás aceros aleados, de anchura superior o igual a 600 mm
- 7210: Productos laminados de hierro o acero sin alear, de anchura superior o igual a 600 mm, chapados o revestidos

#### 4.4.2.2. Principales países de procedencia de importaciones 2017-2018.

Datos de la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) corroboran que El Salvador importó productos metalmeccánicos desde diferentes países. Su principal proveedor fue la República Popular China, con un valor de \$181.90 millones, los cuales representan un porcentaje de participación del 22.8 % de las importaciones totales para 2018. El segundo lugar lo toma la República de Guatemala, con un valor de \$125.6 millones también para 2018, es decir, un porcentaje de participación del 15.7 % del valor de las importaciones totales del rubro.

Es importante señalar que las importaciones provenientes de México tuvieron un incremento del 47.4 % para 2018, cuando pasaron de tener un valor de \$49.10 millones a \$72.30 millones del año en mención con respecto a 2017. En la tabla 4 se presentan los datos de los países de donde provienen las importaciones de 2017 y 2018 para El Salvador.

**Tabla 4.**

*Principales países de procedencia de importaciones 2017-2018*

<b>Principales proveedores de importaciones de productos del sector metalmeccánica, período 2017-2018</b>				
<b>PAISES</b>	<b>AÑOS</b>		<b>VARIACIÓN PORCENTUAL (%)</b>	<b>PARTICIPACIÓN (%)</b>
	<b>2017</b>	<b>2018</b>		
República Popular China	\$146.80	\$181.90	24.00%	22.80%
Guatemala	\$104.90	\$125.60	19.80%	15.70%
Corea del Sur	\$92.50	\$94.10	1.80%	11.80%
México	\$49.10	\$72.30	47.40%	9.10%
Japón	\$63.80	\$66.60	4.30%	8.30%
Estados Unidos de América	\$50.20	\$45.50	-9.40%	5.70%
Honduras	\$23.70	\$30.80	29.70%	3.90%
Costa Rica	\$20.80	\$23.10	10.90%	2.90%
España	\$18.40	\$17.30	-6.30%	2.20%
Tailandia	\$39.40	\$14.90	-62.30%	1.90%
Los demás países	\$119.84	\$126.22	5.30%	15.80%
<b>Total importado sector metalmeccánica</b>	<b>\$729.50</b>	<b>\$798.30</b>	<b>9.40%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Asociación Salvadoreña de Industriales

#### 4.4.2.3. Proyección de importaciones 2021-2025.

A pesar de los efectos negativos de la pandemia de la COVID-19, en El Salvador, para los próximos cinco años, el Fondo Monetario Internacional (FMI) pronostica un panorama alentador para la economía nacional, previendo un crecimiento promedio del PIB del 2.90 % a partir de 2021

hasta 2025. Los pronósticos específicos del FMI en relación con los valores del PIB para el período en mención se detallan en la tabla 5.

**Tabla 5.**

*Proyecto de importaciones, El Salvador 2021-2025*

<b>Proyección de importación de productos del sector metalmecánica, período 2021-2025</b>				
Años	Millones de dólares (\$) importados	PIB anual de El Salvador (millones de dólares)	Porcentaje de participación de importaciones en el PIB anual	Porcentaje de crecimiento PIB real y proyectado
2010	\$478.30	\$21,418.30	2.25 %	1.40 %
2011	\$586.00	\$23,139.00	2.54 %	2.20 %
2012	\$568.40	\$23,864.40	2.38 %	1.90 %
2013	\$611.78	\$21,977.40	2.51 %	2.38 %
2014	\$574.50	\$22,585.84	2.28 %	1.98 %
2015	\$595.60	\$23,166.03	2.29 %	2.40 %
2016	\$541.70	\$23,912.23	2.02 %	2.54 %
2017	\$656.10	\$24,805.44	2.64 %	2.25 %
2018	\$773.60	\$26,117.40	2.97 %	2.43 %
2019	\$743.80	\$27,022.64	2.59 %	2.38 %
2020	\$452.62	\$19,880.30	0.73 %	-9.00 %
2021	\$516.88	\$20,675.20	2.50 %	4.00 %
2022	\$533.42	\$21,336.80	2.50 %	3.20 %
2023	\$548.36	\$21,934.24	2.50 %	2.80 %
2024	\$562.06	\$22,482.59	2.50 %	2.50 %
2025	\$574.43	\$22,977.21	2.50 %	2.20 %

Fuente: Fondo Monetario Internacional (<https://www.imf.org/en/Countries/SLV>)

#### **4.4.3. Industria metalúrgica**

##### **4.4.3.1. Conformación de la industria metalúrgica.**

Según datos del VII Censo Económico Nacional, existen 13 establecimientos siderúrgicos ubicados en los departamentos de San Salvador, La Libertad y Sonsonate. Para 2004, dichos establecimientos contaban con 1,433 personas ocupadas, lo cual indica que son industrias medianas y grandes con un promedio de 110 personas ocupadas.

En la siguiente tabla se detalla la conformación de la industria metalúrgica en cuanto al número de establecimientos, personal ocupado y ventas durante 2004, tomando como base los datos del VII Censo Económico Nacional de 2005.

**Tabla 6.***Establecimiento y ventas de la industria metalúrgica en El Salvador*

Descripción	Número de establecimientos	Personal ocupado	Ventas
Fabricación de metales comunes	16	1,776	\$123,984,391
Industrias básicas de hierro y acero	13	1,433	\$98,688,676
Fabricación de metales preciosos y no ferrosos	1	79	\$4,621,640
Fundición de metales no ferrosos	2	264	\$20,674,075
Fabricación de productos metálicos excepción maquinaria y equipo	2,008	6,633	\$75,191,096

Fuente: Elaboración propia, con datos del VII Censo Económico Nacional 2005

Tomando como base la fuente mencionada anteriormente, se ha observado que los productos de hierro y acero con mayor venta son las varillas lisas (redondas y cuadradas), con ventas que oscilaban los \$50.4 millones para 2004, seguidas de las varillas corrugada, con \$11.9 millones, y finalmente los productos de alambre, con un valor de \$6.9 millones. Los datos de los productos de hierro con mayor venta en 2004 en el país se detallan en la tabla 7.

**Tabla 7.***Productos de hierro y acero de mayor venta en El Salvador*

<b>Productos de hierro y acero de mayor venta en El Salvador en 2004</b>		
Varillas lisas (redondas y cuadradas)	A/H	\$50,433,503
Varilla corrugada	A/H	\$11,937,976
Perfiles (polines, ángulos, pletinas)	A/H	\$11,503,181
Alambre	A/H	\$6,982,837
Torre	A/H	\$1,789,352
Tubos industriales	A/H	\$1,315,938
Puertas	H, A, AL	\$10,116,411
Envases (mayores a 300 l)	H, A, AL	\$3,907,444
Balcones	H, A, AL	\$3,714,157
Operadores para ventana	H, A, AL	\$2,928,391
Portones	H, A, AL	\$2,857,448
Ventanas	H, A, AL	\$2,089,322
Tubo estructural	H, A, AL	\$1,848,238
Postes metálicos	H, A, AL	\$1,291,312
Cortinas metálicas	H, A, AL	\$1,017,395

*Nota.* A/H se usa para referirse a acero y hierro; H, A, AL son hierro, acero y aluminio.

Fuente: Elaboración propia, con datos del VII Censo Económico Nacional 2005

#### 4.4.3.2. Empleos generados por el sector metalmecánico.

Los valores reportados en la base de datos del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) para el período de 2017 a 2020 reflejan que el sector metalmecánico ha generado 10,774 empleos, tal como se detalla en la tabla 8.

**Tabla 8.**

*Trabajadores promedio por actividad en el sector metalmecánica 2017-2020*

Número de trabajadores promedio por actividad CIU, período 2017-2020					
CODIGO CIU REV 4	ACTIVIDAD	AÑOS			
		2017	2018	2019	2020
2410	Industrias básicas de hierro y acero	310.00	303.00	289.00	337.00
2420	Fabricación de productos primarios de metales preciosos y otros metales no ferrosos	575.00	675.00	703.00	643.00
2431	Fundición de hierro y acero	2,329.00	2,501.00	2,539.00	2,446.00
2511	Fabricación de productos metálicos para uso estructural	3,283.00	4,835.00	4,501.00	4,625.00
2512	Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal	46.00	2,566.00	58.00	40.00
2513	Fabricación de generadores de vapor, excepto calderas de agua caliente para calefacción central	7.00	4.00	5.00	22.00
2591	Forja, prensado, estampado y laminado de metales, pulvimetalurgia	108.00	58.00	70.00	66.00
2592	Tratamiento y revestimiento de metales, maquinado	854.00	6.00	631.00	612.00
2593	Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería	319.00	648.00	274.00	254.00
2599	Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p	1,431.00	1,320.00	1,393.00	1,410.00
<b>Valor promedio de empleos generados por el sector metalmecánica</b>		<b>9,262.00</b>	<b>12,916.00</b>	<b>10,463.00</b>	<b>10,455.00</b>

Fuente: Elaboración propia, con valores de base de datos del ISSS

En la tabla anterior se muestra que el valor promedio de empleos generados por el sector metalmecánica se ha comportado de manera casi constante. El 2018 fue el año con el mayor valor, con un incremento del 28.30 % respecto de las cifras de 2017.

#### 4.5. Carga movilizada del puerto de Acajutla 2015-2019

##### 4.5.1. Carga movilizada por importación

Los anuarios estadísticos de CEPA registran que El Salvador ha tenido un comportamiento variable en la carga movilizada por importación de productos de acero ingresada vía el puerto de Acajutla. En 2016, la CEPA reportó un considerable incremento de carga del 18.57 % en relación con los datos correspondientes a 2015, pasando de una movilización de carga de 262,704.04 a 322,695.79 toneladas métricas.

El 2017 es un indicador clave de medición y monitoreo, ya que fue el último año en que se registró un incremento en la movilización de carga, el cual fue del 4.79 % con respecto a las cifras de 2016. Posteriormente, para 2018 se registró un decremento del 3.65 % en relación con los datos de 2017, y un leve incremento del 0.28 % en 2019 respecto de los registros de 2018, tal como se muestra en la tabla 9.

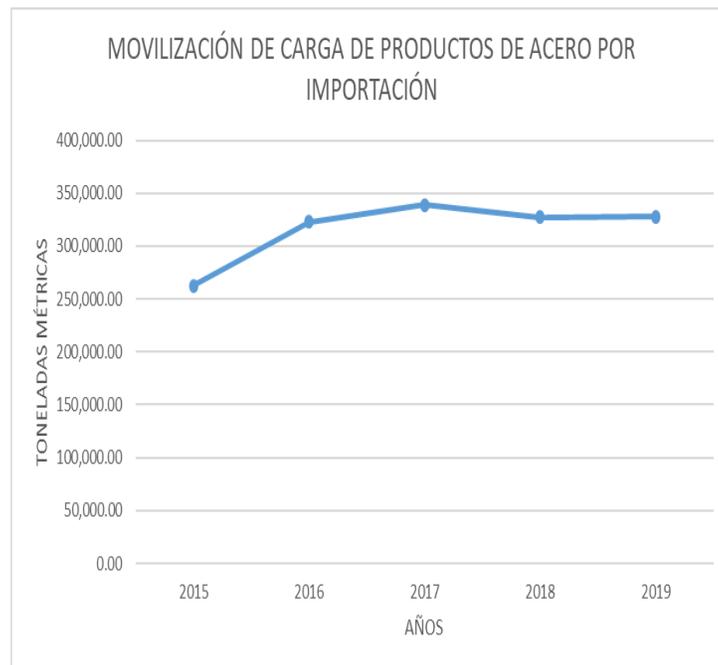
**Tabla 9.**

*Carga movilizada por importaciones de productos de acero 2015-2019*

CARGA MOVILIZADA POR IMPORTACIÓN (Toneladas Métricas)					
DESCRIPCIÓN	AÑOS				
	2015	2016	2017	2018	2019
Productos de Acero	262,764.04	322,695.73	338,947.40	327,009.96	327,951.42

Fuente: Elaboración propia, con datos de anuarios estadísticos de CEPA sobre el puerto de Acajutla

En la figura 11 se presenta el comportamiento de la carga de productos de acero que se moviliza por el puerto de Acajutla de El Salvador.



**Figura 11.** *Importación de productos de acero en el puerto de Acajutla, período 2015-2019*

Fuente: Elaboración propia, con datos de anuarios estadísticos de CEPA

#### 4.5.2. Relación importaciones nacionales versus puerto de Acajutla

En El Salvador, la carga de productos de acero que ingresa al país por medio del puerto de Acajutla se cuantificó en un porcentaje promedio del 53.29 %, equivalente a 335,873.71 toneladas métricas para el período 2015-2019. En la tabla 10 se muestra el detalle del porcentaje de la carga total por importación que ingresa al país a través de la terminal marítima.

**Tabla 10.**

*Relación carga de productos de acero nacional versus puerto de Acajutla 2015-2019*

<b>Comparativa de carga de productos de acero que ingresan a escala nacional y vía puerto de Acajutla, período 2015-2019 (TNM)</b>					
Descripción	Años				
	2015	2016	2017	2018	2019
Importación nacional, según SAC	542,000.00	573,000.00	599,000.00	613,500.00	633,500.00
Importación vía puerto de Acajutla	262,764.04	322,695.73	338,947.40	327,009.96	327,951.42
Porcentaje de participación	48.48 %	56.32 %	56.59 %	53.30 %	51.77 %
Porcentaje promedio de participación	53.29 %				

*Nota.* SAC son las siglas del Sistema Arancelario Centroamericano

Fuente: Elaboración propia, con datos de anuarios estadísticos de CEPA y del Banco Central de Reserva de El Salvador

De los datos presentados en la tabla 10 se destaca que para 2016 y 2017 se obtuvo mayor volumen de importación por medio de las instalaciones del puerto de Acajutla con respecto a las importaciones de hierro nacional, con valores del 56.32 % y 56.59 %, respectivamente. Adicionalmente, conviene señalar que en promedio un 46.71 % de la carga total de productos de acero que entra al país no lo hace directamente por la vía marítima del puerto, lo que podría considerarse como un indicador de las oportunidades de mejora de la competitividad en el mercado para atraer más volumen de carga hacia la terminal en Acajutla, a fin de acortar esa brecha.

#### 4.6. Conclusiones del estudio de mercado

- El porcentaje promedio de participación en el valor del PIB de las importaciones del sector metalmecánico para el período 2010 a 2019 fue del 2.45 %, según datos del Banco Central de Reserva de El Salvador.
- Los productos de hierro que se manejan vía puerto de Acajutla representan el 53.29 % del total de productos de este tipo que se importan para el mercado nacional.

- La movilización de carga en el puerto de Acajutla para el período de 2015 a 2019 se incrementó en alrededor del 20 %, de acuerdo con datos de anuarios estadísticos de la CEPA, por lo que se considera necesaria la construcción del Patio 6 para absorber la demanda actual y futura de los productos del sector metalmecánico.
- El análisis de los datos del comercio de los productos de hierro para este proyecto es de suma importancia, ya que con esto se define el volumen de manejo de carga actual y futura que es y será operada a través de las instalaciones del puerto de Acajutla.

## Capítulo V. Estudio técnico

### 5.1. Tamaño del proyecto

#### 5.1.1. Importaciones de hierro vía puerto de Acajutla

En la tabla 11 se muestra el movimiento de los productos de hierro en el período de análisis y su relación con el volumen total de carga importada en el puerto de Acajutla.

**Tabla 11.**

*Comparación importación total con respecto a los productos de hierro*

Año	2015	2016	2017	2018	2019	Totales	%
Importación total	3,360,818.91	3,629,410.31	3,613,011.78	3,801,352.08	4,136,028.70	18,540,621.78	100.00%
Productos de acero	262,764.04	322,695.73	338,947.40	327,009.96	327,951.42	1,579,368.55	8.52%

Fuente: Elaboración propia, con registros de anuarios estadísticos del puerto de Acajutla

#### 5.1.2. Importaciones de hierro nacional

En la tabla 12 se muestra el volumen total de productos de hierro que fue importado a El Salvador, para dimensionar cuánto de ese producto se maneja a través del puerto de Acajutla.

**Tabla 12.**

*Comparación de importación de productos de hierro nacional – puerto de Acajutla*

Año	2015	2016	2017	2018	2019	Totales	%
Importación nacional (según SAC)	542,000.00	573,000.00	599,000.00	613,500.00	633,500.00	2,961,000.00	100.00%
Importación Acajutla	262,764.04	322,695.73	338,947.40	327,009.96	327,951.42	1,579,368.55	53.30%

Fuente: Elaboración propia, con registros de anuarios estadísticos del puerto de Acajutla y datos estadísticos del Banco Central de Reserva de El Salvador

### **5.1.3. Capacidad proyectada**

El proyecto de construcción del patio para almacenamiento de productos de hierro en el puerto de Acajutla tendrá la capacidad para el almacenaje temporal del volumen total de productos de hierro que se importan actualmente a través de esa terminal marítima, que, como se muestra en la figura 4, para 2019 fue de 327,951.42 TNM.

Si se compara el volumen total de productos de importación que ingresan al país por el puerto de Acajutla, se observa que los productos de hierro representan el 8.52 % y los que ingresan al patio, el 3 % de este total. Asimismo, como se menciona en el estudio de mercado, los productos de hierro que se manejan vía puerto de Acajutla representan el 53.29 % del total de productos de este tipo que se importan para el mercado nacional. Los datos presentados dimensionan la magnitud del proyecto a desarrollar.

Para suplir la necesidad, se construirá un patio con una estructura de pavimento adecuada para la circulación de los vehículos de transporte y para la operación de los equipos de manejo de carga, el cual tendrá, a su vez, la capacidad necesaria para el almacenamiento del producto. Entre los aspectos más importantes a desarrollar, el proyecto incluye la introducción de iluminación artificial para trabajo en horario nocturno, tecnología de monitoreo y vigilancia y controles de acceso, incluyendo caseta.

## **5.2. Ingeniería del proyecto**

### **5.2.1. Operatividad**

#### **5.2.1.1. Estructura organizativa del puerto.**

El puerto de Acajutla está administrado por un gerente, quien es el máximo representante en materia operativa, de seguridad, financiera y administrativa. Se relaciona directamente con la administración superior de la CEPA a través de la Gerencia General, de la que depende jerárquicamente.

Asimismo, las áreas que dependen de la Gerencia Portuaria son los departamentos de Operaciones, Recursos Humanos, Administrativo y de Mantenimiento. Además, tienen como dependencias directas tres secciones: de Seguridad, Sistemas Informáticos y Análisis de Gestión. Las primeras dos dependen a su vez de la Gerencia de Seguridad y Gerencia de Sistemas Informáticos, unidades corporativas de la CEPA.

**Sección de Seguridad:** Es la encargada de organizar e implementar el programa para la protección física de las instalaciones, la carga y las personas que ingresan a las instalaciones, conforme a la normativa de seguridad nacional e internacional para los puertos.

**Sección de Sistemas Informáticos:** Es la encargada del desarrollo de la infraestructura tecnológica del puerto. Se relaciona con la administración y el soporte de redes informáticas, comunicaciones, servidores y servicios técnicos a los usuarios de estos.

**Sección de Análisis de Gestión:** Es la dependencia que da apoyo a la gestión estratégica del puerto. Fue creada para sistematizar los procesos operativos y administrativos según las normativas que rigen el rubro, con la finalidad de brindar un mejor servicio a los usuarios.

**Departamento de Mantenimiento:** Su función principal es conservar en buen estado de funcionamiento las edificaciones, grúas de muelles y patios, maquinaria, equipos, instalaciones hidráulicas, eléctricas y mecánicas, para una buena prestación de servicios del puerto. Se incluye dentro de sus funciones el desarrollo de proyectos de mejora que contribuyan a enfrentar los cambios tecnológicos y operativos que se presenten.

**Departamento de Recursos Humanos:** Gestiona el reclutamiento, desarrollo y bienestar del talento humano del puerto. Se administra el pago de salarios y prestaciones, así como la atención médica, el cuidado de las relaciones laborales, la prevención de riesgos y demás gestiones inherentes al recurso humano.

**Departamento Administrativo:** Es la unidad administrativa por excelencia, donde se lleva el control de los cobros y pagos, financiero y contable, activos fijos y control de almacén, control de archivos y arrendamientos, entre otros.

**Departamento de Operaciones:** Es el eje medular de los servicios que presta el puerto, ya que es a través de este que se gestionan los almacenes, patios y equipos, se administran las operaciones de atraque y desatraque de los buques en cada uno de los atracaderos de los muelles y se desarrolla la logística para la transferencia, el almacenamiento, la custodia, el despacho y el recibimiento de la carga de importación y exportación que se moviliza por el puerto. Finalmente, este departamento se encarga de registrar estadísticamente los movimientos de carga. Esa información se vierte en los anuarios estadísticos y en los informes de labores anuales del puerto.

En la figura 12 se presenta la organización general del puerto de Acajutla para desarrollar la prestación de servicios portuarios.



**Figura 12.** Estructura organizativa del puerto de Acajutla

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.1.2. Maquinaria y equipo para la operación.

El puerto de Acajutla es una instalación para la atención de carga multipropósitos, es decir, que está equipada para brindar servicios a todo tipo de carga, como contenedores, graneles sólidos, graneles líquidos y carga general. Dispone de maquinaria y equipo propio necesario para el manejo de la carga de importación y de exportación que se opera mediante las instalaciones.

Cuenta con grúas portacontenedores para patio, montacargas de uso pesado de diferentes capacidades para manejo de productos en patio, grúas en muelles para descarga de contenedores y carga general, así como una grúa especializada en graneles. También cuenta con tractores de banda, camiones, vehículos, minicargadores, tolvas, almejas y bandas transportadoras de graneles sólidos. Todo esto, entre la maquinaria y el equipo más importante.

En la época que fue construido el puerto de Acajutla, la carga en contenedores no estaba muy desarrollada, por lo que se edificó una estructura tipo espigón para un muelle multipropósitos, lo que implica que no tiene un muelle marginal con patios contiguos para acomodar contenedores. Esto implica que debe hacerse un esfuerzo adicional para el manejo de la carga en contenedores, ya que se descargan en los muelles y son trasladados por camiones dos kilómetros tierra adentro, hacia los patios para almacenaje.

Para efecto del presente estudio, no se considera la adquisición de nuevos equipos para la operación de manejo de los productos de hierro, únicamente lo relativo al mejoramiento de la infraestructura existente.

### 5.2.1.3. Personal.

El puerto de Acajutla cuenta con personal institucional, bajo la modalidad de contrato o ley de salarios, para la prestación de servicios de carga y descarga de productos de importación y exportación. Además, dispone de personal de dirección, administrativo, técnico y obrero para cada área de trabajo. No se requerirá la contratación de personal adicional del que la entidad tiene actualmente. El personal mínimo requerido para la descarga de producto se detalla en la tabla 13.

**Tabla 13.**

*Personal mínimo para la descarga de productos*

<b>Personal para la operación</b>	<b>Cantidad</b>
<b>En muelle (por bodega de buque)</b>	
Supervisor de abordó	1
Supervisor de muelles	1
Muelleros	4
Cheque de muelle	1
Estibadores	4
Wincheros	2
Operador de equipos a bordo del buque	1
Operador de equipos en el muelle	1
<b>En patio</b>	
Guardalmacén	1
Cheque	1
Ayudantes de operación	2
Operador de equipos	1

Fuente: Elaboración propia

El personal administrativo trabaja nueve horas a diario de lunes a jueves, de las 7 de la mañana a las 5 de la tarde, y ocho horas los viernes, desde las 7 de la mañana hasta las 4 de la tarde, con intermedio de una hora en el almuerzo, para completar las 44 horas laborales de ley por semana.

Para el personal operativo se generan turnos rotativos de ocho horas continuas en tres turnos, para mantener la operatividad las 24 horas del día, en caso de que la operación lo requiera.

El personal tiene derecho a horas extras, con excepción del personal de dirección o administrativo, para el cual no aplica dicha prestación, conforme las disposiciones del reglamento interno de trabajo del puerto.

Además del personal que interviene directamente en la operación, se incluye personal que ejecuta labores administrativas antes, durante y después de la operación de carga y descarga de los productos de hierro, que está a cargo de los jefes de unidad, sección y Departamento de Operaciones.

Antes de la operación se recopila la información relacionada con el ETA (Estimated Time of Arrival) del buque, de donde se toman fecha y hora de arribo, calados de arribo, número de bodegas a descargar, tipo de mercadería, tonelaje a descargar en muelle por tipo de mercadería, entre lo más importante. También se verifican otros documentos necesarios, como plano de estiba, manifiesto de carga, lista de empaque, etcétera.

Asimismo, se planifica y programa el puesto de atraque en el muelle, la hora y fecha de atraque, se organiza el número de grupos para el buque por turno de trabajo, se define la empresa que proporcionará el transporte desde los muelles hasta las bodegas y los patios, los sitios de almacenaje, el personal y los equipos para recibir la carga en bodegas y patios.

Durante la operación se organiza el número de grupos para el buque por turno de trabajo, sitios de almacenaje, personal y equipos para recibir la carga en bodegas y patios, estimando el tiempo de duración de las operaciones. Después de finalizarlas, se hace un recuento de las cantidades de producto realmente recibidas, se establecen faltantes o sobrantes, se elaboran las notas de tarja y se informa a la aduana.

Para que la operación se ejecute de forma normal, se lleva un control en los muelles, donde el cheque de muelles lleva el detalle de la carga movilizada y registra el volumen cada tres horas, información que luego le proporciona al supervisor de transferencia de carga.

En las bodegas y los patios, el cheque de bodegas y patios, auxiliándose en el manifiesto de carga, lleva un registro acumulado de la carga movilizada por cada B/L (bill of lading), información que proporciona al guardalmacén cuando lo requiere.

La naviera, a su arribo al puerto, lleva a cabo trámites administrativos con el departamento administrativo de la CEPA para efectuar el depósito del monto del anticipo por los servicios que se le brindarán, conforme a las características del buque y al tonelaje manifestado para descargar. También, para la autorización de la descarga del producto, hace otros trámites con Aduanas, y para que reciban el buque, con la AMP, Migración, Cuarentena, Oirsa y Ministerio de Salud.

#### **5.2.1.4. Tarifas del puerto asociadas a la movilización de productos de hierro.**

Las operaciones que se ejecutan en el puerto de Acajutla tienen costos que dependen del tipo de operación que desarrolle el buque que se atiende. Los costos responden a tarifas que cobra la CEPA, las cuales se someten a la autorización de la Autoridad Marítima Portuaria.

Los conceptos que serán aplicables para la movilización de productos de hierro son los siguientes:

**Atraque y desatraque de buque:** Esta operación consiste en conducir un buque desde la zona de rada del puerto y atracarlo en el muelle designado de acuerdo con la disponibilidad y las características de la nave. Para esta operación se incluyen los servicios de piloto práctico, uso de uno o más remolcadores y personal (cuadrilla) de amarradores. Se hace un solo cobro de \$0.26 por tonelaje de registro bruto del buque (TRB).

**Ayudas a la navegación:** Se cobra por el uso de las ayudas a la navegación existentes, a razón de una vez de \$98.42 por buque.

**Estadía en muelles del buque:** Derecho a que se mantenga atracado en los muelles asignados por la administración durante las operaciones de carga y descarga. La estadía se cobra a \$0.17 por metro de eslora buque por hora o fracción de tiempo atracado.

**Estiba y desestiba de carga:** Estiba es el manejo o la movilización de la carga desde la plataforma del muelle hasta dejarla acondicionada en la bodega del buque. Por otra parte, desestiba es el manejo o movilización de carga desde la bodega del buque hasta la plataforma del muelle.

En ambos casos incluye el suministro de personal operador de grúas, personal en muelle, así como el transporte y el uso de aperos (cables, ganchos, spreaders, etc.). Este servicio para los productos de hierro se cobra a \$5 por tonelada métrica (TNM).

**Manejo de carga:** Corresponde al uso de las facilidades portuarias para transferir la carga desde la plataforma del muelle hasta la zona de almacenamiento, incluyendo montacargas y la clasificación previa al almacenamiento. Este servicio para los productos de hierro se cobra a \$5.26 por tonelada métrica.

### ***5.2.2. Alternativas de ubicación***

Tomando en consideración que se utilizan diferentes espacios para el almacenamiento de productos de hierro en el recinto portuario, se llevará a cabo una evaluación, con el método de Brown & Gibson, para definir cuál de estos lugares reúne las mejores condiciones para que se brinden estos servicios, y se definirá la microlocalización dentro de las instalaciones del puerto de Acajutla. Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

1. Accesibilidad
  - a. Distancia de recorrido para la descarga desde el muelle

- b. Distancia de recorrido desde las oficinas administrativas hasta el sitio
  - c. Cercanía para la conexión con instalaciones existentes
2. Características del terreno
- a. Pendientes de los terrenos
  - b. Usos de suelo
  - c. Riesgos de inundación
  - d. Dimensión del terreno
3. Operativo
- a. Interferencia con otras operaciones

Se diferenciará cada una de las variables en factores cualitativos y cuantitativos para cada una de las alternativas, con el objeto de desarrollar la evaluación correspondiente.

#### **5.2.2.1. Factores cuantitativos.**

De los aspectos mencionados se establecen como factores cuantificables los siguientes:

- a. Distancia de recorrido para la descarga desde el muelle (DRM)
- b. Distancia de recorrido desde las oficinas administrativas hasta el sitio (DRO)
- c. Cercanía para la conexión con instalaciones existentes (DIE)
- d. Dimensión del terreno (DDT)

#### **5.2.2.2. Factores cualitativos.**

De los aspectos mencionados se establecen como factores cuantificables los siguientes:

- a. Pendientes de los terrenos (PDT)
- b. Usos de suelo (UDS)
- c. Riesgos de inundación (RDI)

d. Interferencia con otras operaciones (IOO)

### 5.2.2.3. Alternativas a evaluar.

Se hará la evaluación de los espacios que actualmente se utilizan en el puerto de Acajutla para el almacenamiento de productos de hierro, los cuales se detallan en la tabla 14.

**Tabla 14.**

*Clasificación de las alternativas*

Ubicación	Alternativa
Patio frente a Bodega 2	A
Patio 6	B
Patio 7	C

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2.4. Evaluación cuantitativa.

Se hará la evaluación de los factores cuantitativos asignando valores del 1, 2 o 3, donde 1 será el más favorable y 3 será el más desfavorable, según se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15.**

*Consideración para la evaluación cuantitativa*

Factor	Favorable (1)	Desfavorable (3)
<b>DRM</b>	Menor recorrido	Mayor recorrido
<b>DRO</b>	Menor recorrido	Mayor recorrido
<b>DIE</b>	Menor distancia	Menor distancia
<b>DDT</b>	Mayor área	Menor área

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación se tomarán en consideración los datos particulares de cada una de las alternativas. Para el caso de la DRM se ha tomado como punto de referencia la distancia desde la báscula ubicada a la entrada del muelle de acceso hasta el punto más próximo de entrada a cada uno de los patios.

Para la DRO se ha tomado como punto de referencia la entrada oriente de la Bodega 2 hasta el punto más próximo de entrada a cada uno de los patios. La DIE se ha tomado desde el punto más próximo de entrada a cada uno de los patios hasta el punto de conexión más próximo con cajas eléctricas, de aguas negras o aguas lluvias, el que se encuentre primero, según se muestra en la tabla 16.

**Tabla 16.***Características de las alternativas para la evaluación cuantitativa*

Alternativa	DRM (m)	DRO (m)	DIE (m)	DDT (m <sup>2</sup> )
A	440	70	20	2350 m <sup>2</sup>
B	420	400	5	3,800 m <sup>2</sup>
C	710	690	290	3,575 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos de la tabla 16 se han traducido a la tabla de evaluación 17.

**Tabla 17.***Evaluación cuantitativa*

Alternativa	DRM (m)	DRO (m)	DIE (m)	DDT (m <sup>2</sup> )	Total	Recíproco	FO
A	2	1	2	3	8	0.1250	0.3005
B	1	2	1	1	5	0.2000	0.4809
C	3	3	3	2	11	0.0909	0.2186
						0.4159	1.0000

Fuente: Elaboración propia

**5.2.2.5. Evaluación cualitativa.**

Se hará la evaluación de los factores cualitativos asignando valores de 0 o 1, donde 1 será el más favorable y 0 el más desfavorable. Primero se obtendrá el valor subjetivo entre sí de los factores a evaluar, y luego, relacionando pares de alternativas por cada factor, de acuerdo con los datos de las tablas siguientes.

**Tabla 18.***Cálculo de factor subjetivo*

Factor	PDT-UDS	PDT-RDI	PDT-IOO	UDS-RDI	UDS-IOO	RDI-IOO	Suma	Índice
PDT	1	1	0				2	0.250
UDS	1			0	1		2	0.250
RDI		0		1		0	1	0.125
IOO			1		1	1	3	0.375

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19.***Evaluación de la pendiente de los terrenos*

PDT					
Alternativa	A-B	A-C	B-C	Suma	Índice
A	1	1		2	0.50
B	0		0	0	0.00
C		1	1	2	0.50

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20.***Evaluación del uso de suelos*

UDS					
Alternativa	A-B	A-C	B-C	Suma	Índice
A	0	1		1	0.25
B	1		1	2	0.50
C		1	0	1	0.25

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21.***Evaluación del riesgo de inundación*

RDI					
Alternativa	A-B	A-C	B-C	Suma	Índice
A	1	1		2	0.50
B	1		1	2	0.50
C		0	0	0	0.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22.***Evaluación de la interferencia con otras operaciones*

IOO					
Alternativa	A-B	A-C	B-C	Suma	Índice
A	0	0		0	0.00
B	1		1	2	0.66
C		1	0	1	0.33

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23.**

*Definición de los puntajes relativos a la evaluación cualitativa*

<b>Puntaje relativo</b>				
<b>Factor</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Índice</b>
PDT	0.50	0.00	0.50	0.250
UDS	0.25	0.50	0.25	0.250
RDI	0.50	0.50	0.00	0.125
IOO	0.00	0.66	0.33	0.375
FS	0.25	0.44	0.31	1.000

Fuente: Elaboración propia

#### **5.2.2.6. Medida de preferencia de localización (MPL).**

Para valorar la MPL debe definirse primero el valor de K, es decir, la definición del peso que tienen los aspectos objetivos contra los subjetivos. Se ha convenido dar un mayor valor a los valores objetivos (K = 0.60) con respecto a los subjetivos (K = 0.4).

Con lo anterior se toma en consideración que en los valores objetivos se encuentran los principales aspectos que se pueden traducir en mayores gastos o ingresos. Por ejemplo: a menor recorrido se disminuyen los gastos de transporte y a mayor área disponible se tiene una mayor capacidad de almacenaje, lo que favorece los ingresos por la actividad operativa.

Por lo tanto, se hará el cálculo de la MPL para cada alternativa de acuerdo con lo siguiente:  
 $MPL = 0.60 (FO) + 0.40 (FS)$ .

**Tabla 24.**

*Cálculo de la medida de preferencia de localización (MPL)*

<b>Alternativa</b>	<b>FO</b>	<b>FS</b>	<b>Ko</b>	<b>Ks</b>	<b>MPL</b>
A	0.3005	0.25	0.6	0.4	0.2803
B	0.4809	0.44	0.6	0.4	0.4645
C	0.2186	0.31	0.6	0.4	0.2552

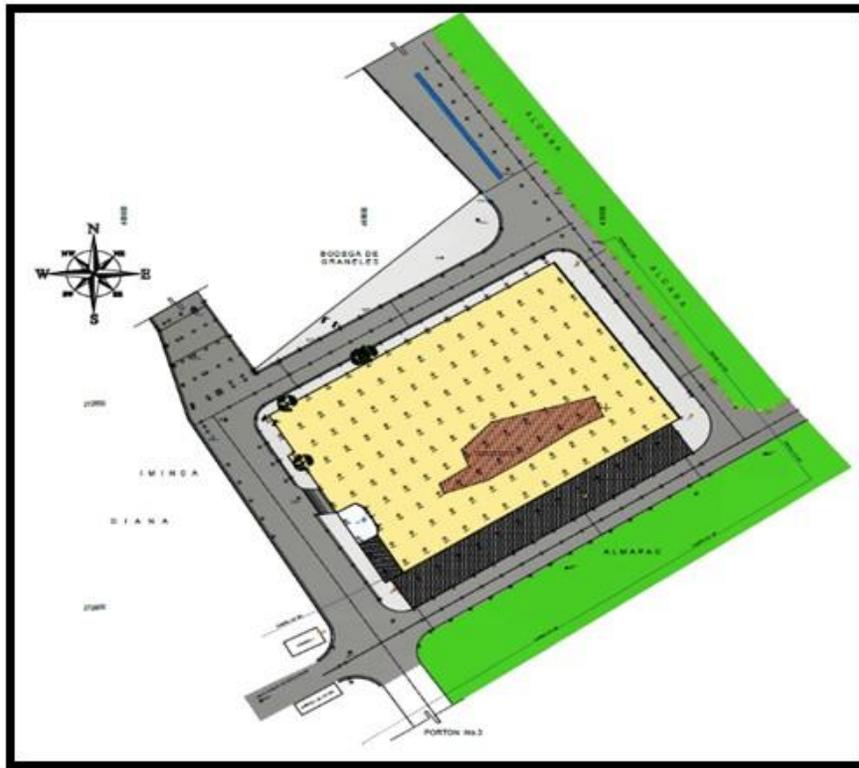
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la evaluación mostrada en la tabla 24, la alternativa con mayor puntaje de evaluación es la B, que corresponde a la ubicación del Patio 6 del puerto de Acajutla, con la cual se continuará el desarrollo de la ingeniería del proyecto.

### 5.2.3. Diagnóstico

#### 5.2.3.1. Localización.

El Patio 6 se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del puerto de Acajutla. Ocupa un área de 3,800 m<sup>2</sup>, donde anteriormente se encontraba la bodega de Exicasa. Dicho patio colinda al costado norte con las bodegas de graneles de la CEPA; al costado sur, con las bodegas de graneles de Almapac; al costado oriente, con las bodegas de graneles de Alcasa, y finalmente, al costado poniente, con las instalaciones de Iminsa y Productos Diana, tal como se muestra en la figura 13.



**Figura 13.** Esquema de ubicación de las instalaciones físicas del Patio 6

Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.3.2. Topografía.

La superficie existente es plana, nivelada, con suaves pendientes del 1.00 % al 1.50 % hacia el norponiente, hacia donde se dirige la escorrentía superficial. De las calles circundantes ubicadas a sus cuatro costados, solamente se puede tener acceso a esta superficie desde el costado sur, ya que el nivel de la calle coincide con el nivel del terreno. En los otros tres costados se tienen desniveles que no permiten el ingreso, con diferencias que van desde 0.50 metros hasta 1.00 metro.

### **5.2.3.3. Condiciones del suelo.**

Un estudio de suelo desarrollado por la CEPA indica que la zona de referencia tiene una losa de concreto reforzado de 15 centímetros de espesor, la cual está cimentada sobre una base de arena arcillosa o limosa con grava de 30 cm de espesor, con un CBR a la densidad de campo (1,552.7 kg/cm<sup>2</sup> y 1,329.7 kg/cm<sup>2</sup>) del 5 % y 9 %, respectivamente. Con el mismo material en condiciones de laboratorio, a una densidad de 95 %, podría obtenerse un CBR del 13 % y 22.3 %, respectivamente.

El material subyacente a la base se clasifica como una arena limosa con finos de alta plasticidad, que arroja un CBR a la densidad existente en campo (1,200 kg/cm<sup>2</sup>) de 9 %. Con el mismo material en condiciones de laboratorio, a una densidad del 95 %, pudiera obtenerse un CBR del 19 %. Se hicieron tres excavaciones de pozos a cielo abierto de 1.00 a 1.40 metros de profundidad para definir las propiedades del suelo existente.

Las propiedades del suelo existente contienen mayormente finos de alta plasticidad, por lo que el estudio de suelos recomienda que, para apoyar la nueva losa (pavimento), se debe remover el suelo en una profundidad de al menos 1.00 metro y restituirlo con suelo acarreado de banco de préstamo. Por lo general, se debe utilizar un material no plástico, arenas limosas o limos arenosos para obtener mejores resultados.

### **5.2.3.4. Condiciones de la infraestructura física existente.**

El Patio 6 funciona como un área destinada específicamente para el almacenamiento de productos de hierro y acero de importación, la cual no tiene las condiciones físicas necesarias para desarrollar de manera eficiente las operaciones portuarias relacionadas con el manejo de los productos antes mencionados.

Como antecedente es importante mencionar que el área del ahora denominado Patio 6 funcionaba anteriormente como una bodega de Exicasa, la cual fue demolida en 2001, con el objetivo de dotar al puerto de Acajutla de áreas adicionales para cubrir la demanda de espacios para el almacenamiento de productos de hierro y acero.

Teniendo en cuenta los factores expuestos, y como parte de este estudio, se llevó a cabo un levantamiento físico general de las instalaciones del Patio 6, y a continuación se describen las condiciones actuales de la infraestructura física con las que este opera.

**Vestigios de infraestructura de la bodega de Exicasa:** En el área del Patio 6 se conservan vestigios de elementos de infraestructura de la bodega de Exicasa, tales como fundaciones, pavimento adoquinado de acceso, pavimento de piso interior y muros de retención según se muestra en las figuras siguientes.



**Figura 14.** *Fundaciones de la bodega Exicasa*

Fuente: Elaboración propia



**Figura 15.** *Pavimento adoquinado de acceso*

Fuente: Elaboración propia



**Figura 16.** *Pavimento de piso interior*

Fuente: Elaboración propia



**Figura 17.** *Muros de retención*

Fuente: Elaboración propia

**Superficie no pavimentada:** El Patio 6 no cuenta con una superficie pavimentada para el almacenamiento de los productos de hierro y acero, lo que afecta de manera negativa la ejecución de las operaciones de carga, descarga y almacenamiento de los productos debido a factores tales como los que se detallan a continuación:

- Irregularidad de la superficie del terreno natural
- Terreno natural conformado de tierra, el cual en época lluviosa produce empozamientos y alta saturación
- Presencia de vestigios de infraestructura existente, tales como las fundaciones de la bodega de Exicasa, las cuales no han sido demolidas en su totalidad. La exposición del acero de

refuerzo de estas puede generar accidentes como la explosión de llantas de las grúas móviles y de camiones tipo rastras al momento de hacer labores de maniobra.

Bajo la perspectiva de que el Patio 6 funciona como un área de almacenaje de productos de hierro y de acero, es importante considerar que al no contar con una superficie pavimentada, la carga que se aloja en dicha área, por su naturaleza, está sujeta a sufrir detrimento debido a la exposición directa a la humedad del suelo, los factores climáticos, así como al ambiente de intemperie agresivo al que está sometida, lo que puede significar pérdidas o sobrecostos para el puerto de Acajutla y receptor final, quien por definición es el custodio de la carga, mientras se encuentra en sus instalaciones.

Las figuras que se presentan a continuación evidencian lo mencionado con anterioridad.



**Figura 18.** Saturación de suelos debido a las lluvias

Fuente: Elaboración propia



**Figura 19.** Exposición de productos a la intemperie

Fuente: Elaboración propia



**Figura 20.** Área no pavimentada del Patio 6

Fuente: Elaboración propia



**Figura 21.** Almacenaje de productos en área no pavimentada

Fuente: Elaboración propia

**Sistema de iluminación:** En la actualidad, el Patio 6 no cuenta con un sistema de iluminación adecuado para el desarrollo de las operaciones en horario nocturno, ya que el sistema

que tiene ha sido elaborado *in situ* y se ha adecuado a las necesidades surgidas de manera espontánea.

Los datos de levantamiento físico de campo indican que en el Patio 6 se cuenta con la siguiente infraestructura eléctrica destinada para el sistema de iluminación:

- Dos postes de tubo metálico de 20 metros de altura, con cuatro luminarias de tipo haluro metálico con potencia de 1,000 vatios cada una, las cuales están ubicadas en los costados sur-poniente y sur-oriente del patio.
- Un poste de tubo metálico de 20 metros de altura, con una luminaria de tipo haluro metálico con potencia de 1,000 vatios y tres reflectores del tipo normal, con una potencia de 500 vatios, la cual está ubicada en el interior del área de almacenamiento.
- Tres luminarias del tipo haluro metálico con potencia de 1,000 vatios cada una, ubicadas al costado norte, las cuales se encuentran adosadas a la estructura de las escaleras externas de acceso a las bandas de las bodegas de graneles sólidos de la CEPA.
- Tres luminarias peatonales, dos del tipo tradicional (bombillos) y una del tipo led, ubicadas en los pasillos de circulación de las calles de acceso y aceras contiguas al patio.
- Sistema de cableado aéreo y sistema de control de luces de las torres mediante un tablero que se encuentra ubicado en la torre monopolo del costado surponiente.



**Figura 22.** Distribución de los elementos del sistema de iluminación en el Patio 6

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base a la figura 22, se detallan a continuación los elementos que componen el sistema de iluminación previamente descrito.



**Figura 23.** Elementos 1 y 2, torres monopolo  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 24.** Elemento 3, luminaria led  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 25.** Elemento 5, luminaria adosada a bodega  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 26.** Elemento 4, luminaria en poste en el interior del patio  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 27.** *Elemento 4, alumbrado de calles*

Fuente: Elaboración propia



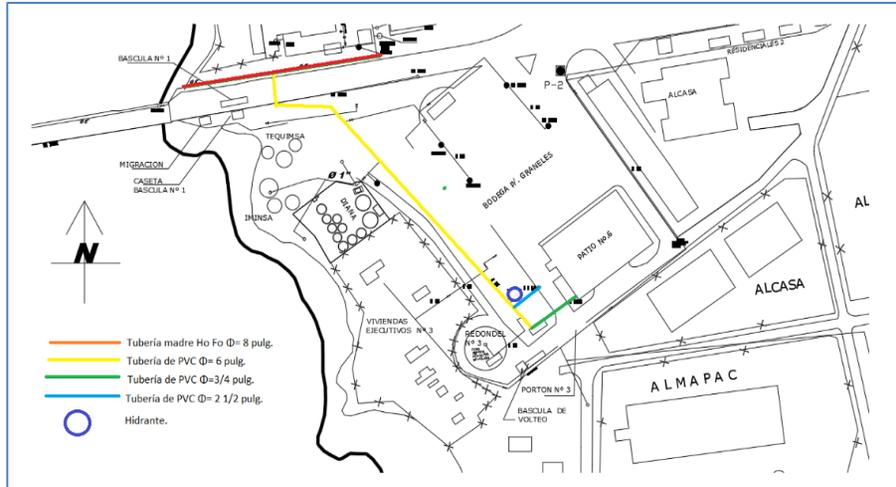
**Figura 28.** *Elemento 6, alumbrado de calles*

Fuente: Elaboración propia

#### **5.2.3.5. Red hidráulica existente.**

**Red de agua potable:** Dentro del área de influencia del Patio 6 se cuenta la ventaja de tener una red de agua potable secundaria, la cual se ubica al costado poniente y consta de un ramal de tuberías de PVC de diámetro de seis pulgadas dependiente de la red de abastecimiento principal del recinto portuario, que consiste en un ramal de tuberías de hierro fundido de diámetro de ocho pulgadas ubicadas aproximadamente 280 metros al norte del Patio 6, contiguas al edificio administrativo.

Cabe mencionar que el ramal de tuberías de seis pulgadas se conecta a un hidrante del sistema contra incendios ubicado aproximadamente 35 metros al costado poniente del Patio 6; asimismo, esta red se subdivide en subramales de tuberías de PVC de diámetros de  $2\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  pulgadas, los cuales se utilizan para abastecer las áreas de las bodegas de graneles de la CEPA y la red de grifos de las áreas exteriores contiguas al Patio 6, como se presenta en la figura 29.



**Figura 29.** Esquema de la red de agua potable en el área de influencia del Patio 6  
Fuente: Elaboración propia, con apoyo de planos existentes en la CEPA

En la figura 29 se observa que en el área de influencia del Patio 6 es necesaria la ubicación de un sistema de hidrantes contra incendios debido a que en las proximidades de este, específicamente al costado sur, existen tuberías de distribución que conducen gas y gasolina provenientes de importación, las cuales en algún momento podrían provocar siniestros que afecten las operaciones portuarias en el sitio, produzcan daños a los productos que se almacenan en el Patio 6 y, sobre todo, se tenga pérdida de vidas humanas. Las siguientes figuras corroboran lo expuesto.



**Figura 30.** Ubicación de hidrante 35 metros al poniente  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 31.** Caja hidrante  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 32.** *Tuberías de conducción de gas y gasolina*  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 33.** *Rotulación para tuberías*  
Fuente: Elaboración propia

**Red de aguas negras:** En la actualidad, el área de influencia del Patio 6 no cuenta con un sistema de aguas negras debido a que las operaciones que se desarrollan en él no requieren de este.

**Red de aguas lluvias:** Las instalaciones físicas del Patio 6 carecen de sistema de drenaje de aguas lluvias, de tal forma que la escorrentía que proviene de las precipitaciones atmosféricas se filtra directamente en la superficie del terreno natural no pavimentado, provoca acumulaciones de agua (empozamientos) y genera una alta cantidad de lodo producto de la saturación de los suelos, que a su vez ocasiona condiciones no favorables para llevar a cabo las operaciones y maniobras, así como el detrimento de los productos que se almacenan en esa área.

Por otra parte, las áreas externas y contiguas al Patio 6, como las calles de circulación frente a este, tienen una red de drenajes de aguas lluvias conformada por instalaciones hidráulicas que incluyen cajas tragantes, badenes de concreto y tuberías de concreto de 30 pulgadas de diámetro, que conducen las aguas lluvias por medio de un sistema de colectores pluviales hacia canales abiertos aguas abajo, que desembocan en el mar.

Las figuras que se muestran a continuación ilustran las condiciones físicas actuales de la red de drenaje de aguas lluvias en las instalaciones del Patio 6 y sus alrededores.



**Figura 34.** Caja tragante de aguas lluvias, al norte

Fuente: Elaboración propia



**Figura 35.** Caja tragante de aguas lluvias, al poniente

Fuente: Elaboración propia



**Figura 36.** Caja y tubería  $\varnothing = 30''$  colectora de ALL

Fuente: Elaboración propia



**Figura 37.** Badén de 1.20 metros de ancho hacia caja colectora

Fuente: Elaboración propia

#### **5.2.3.6. Vías de acceso al Patio 6.**

La ubicación del Patio 6 presenta una ventaja estratégica, pues se sitúa aproximadamente a 720 metros de los muelles A, B y C del puerto de Acajutla, lo que agiliza las operaciones de descarga de los productos de hierro y acero desde los buques. Esto permite optimizar tiempo, movimientos y costos.

La figura 38 esquematiza la trayectoria desde los muelles del puerto de Acajutla hasta el Patio 6, una distancia aproximada de 720 metros.



**Figura 38.** Trayectoria de transporte de productos de hierro desde los muelles  
Fuente: Google Earth

Desde el punto de vista de la microlocalización del Patio 6, las vías de acceso contiguas a este se caracterizan por ser de pavimentos de concreto hidráulico con espesor de 10 centímetros y un ancho de 6.30 metros. Las figuras 39 y 40 ilustran esas vías.



**Figura 39.** Calle de circulación al costado sur, con un ancho de 6.30 metros  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 40.** Calle de circulación al costado norte, con un ancho de 6.30 metros  
Fuente: Elaboración propia

### **5.2.3.7. Análisis FODA de la infraestructura actual del Patio 6.**

#### **5.2.3.7.1. Objetivo del análisis FODA.**

Conocer la realidad del estado actual del desarrollo de las operaciones e infraestructura física del Patio 6 del puerto de Acajutla.

#### **5.2.3.7.2. Definición de “fortalezas”.**

En este apartado se han determinado las fortalezas y ventajas que ofrece el área actual del Patio 6 del puerto de Acajutla para el almacenamiento de productos de hierro y acero, y se detallan a continuación.

1. Ubicación cercana a los muelles de estiba y desestiba de productos
2. Proximidad del patio a vías de acceso en buen estado, desde y hacia los muelles
3. Proximidad a sistemas de servicios básicos necesarios para desarrollar operaciones portuarias (electricidad, agua potable, red de aguas lluvias y alcantarillado sanitario)
4. Área de almacenamiento capaz de absorber la demanda actual y futura de productos de hierro y acero
5. Operación de dos grúas móviles ubicadas en el Muelle C, lo que genera un aumento de rendimientos de estiba y desestiba de productos de hierro
6. La puesta en operación del área de prepuerto permitirá facilitar la operación de expedición de carga y, por consiguiente, optimizar el tiempo de estadía del producto en el patio.
7. Existencia de servicios básicos (electricidad, agua potable, red de aguas lluvias y alcantarillado sanitario) para brindar el servicio necesario a las instalaciones, sin afectaciones grandes al medioambiente

#### **5.2.3.7.3. Definición de “oportunidades”.**

Las oportunidades identificadas que ofrece el área actual del Patio 6 del puerto de Acajutla para el almacenamiento de productos de hierro y acero son las siguientes:

1. Tendencia de crecimiento de las importaciones de productos de hierro y acero tomando en consideración los registros de movilización de carga de los últimos cinco años

2. Movilización de productos en Centroamérica como incentivo para mejorar la competitividad con respecto a los puertos de la región
3. Aumento del interés de importadores de productos de hierro en el puerto de Acajutla para manejar su carga por esta vía
4. Carreteras en buen estado que permiten el acceso directo desde y hacia los centros poblacionales más importantes del país
5. Proyección de la terminal marítima como un puerto seguro, debido a la certificación de seguridad de sus instalaciones
6. Proyección de crecimiento de la economía del 4.60 % del PIB para 2021, según estimaciones del Banco Mundial<sup>1</sup>

#### ***5.2.3.7.4. Definición de “debilidades”.***

Con respecto a las debilidades identificadas en el área actual del Patio 6 del puerto de Acajutla para el almacenamiento de productos de hierro y acero, se señalan las siguientes:

1. Infraestructura física actual no adecuada para el almacenamiento de productos de hierro y acero, así como para el desarrollo de las maniobras de carga y descarga
2. Reducción del rendimiento de las operaciones de carga y descarga de productos de hierro y acero en la zona del patio
3. Reclamos por deterioro de los productos de hierro y acero llevados al Patio 6 debido a las condiciones inadecuadas del pavimento del área de almacenaje
4. Migración hacia otras áreas dentro del puerto para el acopio de productos de hierro y acero dentro del recinto portuario. Estas áreas tienen limitantes, pero suplen de forma emergente la restricción que genera la presencia de fango en el Patio 6 durante la época lluviosa.
5. Espacio confinado por construcciones existentes y cerca de las colindancias, que limitan la posibilidad de crecimiento futuro
6. Se almacena en el patio únicamente la porción de los productos de hierro que, por sus características, no requiere ser protegida en áreas techadas.

---

<sup>1</sup> Puede consultar los datos brindados por el Banco Mundial en el enlace <https://datos.bancomundial.org/pais/el-salvador?view=chart>.

7. Acceso al patio únicamente por el costado sur, debido a la existencia de muros de contención en el perímetro, lo que limita la circulación y operación de vehículos y equipos

#### **5.2.3.7.5. Definición de “amenazas”.**

En este apartado se establecen las amenazas con potencial riesgo de producirse debido a las condiciones actuales de la infraestructura física del Patio 6.

1. Reducción del interés de importadores y navieras de hacer uso del puerto de Acajutla para trasladar carga de productos de hierro y acero
2. Reducción de ingresos a CEPA-puerto de Acajutla debido al retiro de importadores de productos de hierro y acero
3. Disminución de competitividad del puerto de Acajutla con otras terminales marítimas regionales
4. Imposición de sanciones al puerto de Acajutla por parte de la Autoridad Marítima Portuaria (AMP) por incumplimiento de las normativas
5. Ralentización de las importaciones de productos de hierro debido a la disminución en la producción nacional con proyección de decrecimiento de -5.40 % del PIB para 2020, de acuerdo con datos del Banco Mundial (2022), como efecto directo de la pandemia por la COVID-19
6. Incremento del volumen de importación de productos de hierro por aduanas de puestos fronterizos terrestres

En resumen, lo mencionado se detalla en la tabla 25.

**Tabla 25.**

*Estrategias FODA*

<p style="text-align: center;"><b>FACTORES INTERNOS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACTORES EXTERNOS</b></p>		<b>Fortalezas (F)</b>	<b>Debilidades (D)</b>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ubicación cercana a los muelles de estiba y desestiba de productos</li> <li>2. Proximidad a vías de acceso en buen estado</li> <li>3. Proximidad a sistemas de servicios básicos necesarios para desarrollar operaciones portuarias</li> <li>4. Área de almacenamiento capaz de absorber la demanda actual y futura de productos de hierro y acero</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infraestructura física actual no adecuada para el almacenamiento de productos de hierro y acero, así como para el desarrollo de las maniobras de carga y descarga</li> <li>2. Reducción del rendimiento de las operaciones de carga y descarga de productos de hierro y acero</li> <li>3. Detrimiento de los productos de hierro y acero almacenados en el Patio 6</li> <li>4. Uso de áreas internas no adecuadas para el almacenamiento de productos de hierro y acero</li> </ol>
<b>Oportunidades (O)</b>	<b>Estrategia FO (Maxi-Maxi)</b>	<b>Estrategia DO (Mini-Maxi)</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Competitividad con respecto a otros puertos de la región centroamericana</li> <li>2. Aumento de interés de importadores de productos de hierro y acero en el puerto de Acajutla</li> <li>3. Modernización del sistema logístico del movimiento de carga de producto de hierro y acero</li> </ol>	<p><b>F4-O3:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Invertir a corto plazo en la construcción y el mejoramiento de las instalaciones físicas del Patio 6 del puerto de Acajutla.</li> <li>2. Impulsar políticas de gestión de calidad para el proceso de almacenamiento de productos de hierro en el área del Patio 6, para optimizar el nivel de servicio.</li> </ol>	<p><b>D3-O2:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar un plan de mantenimiento periódico para el Patio 6, con la finalidad de gestionar la operación del almacenamiento de productos de hierro aun en las condiciones generadas por la temporada lluviosa.</li> </ol>	
<b>Amenazas (A)</b>	<b>Estrategia FA (Maxi-Mini)</b>	<b>Estrategia DA (Mini-Mini)</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción del interés de importadores y navieras de hacer uso del puerto de Acajutla para trasladar carga de productos de hierro y acero</li> <li>2. Reducción de ingresos a CEPA-puerto de Acajutla debido al retiro de importadores de productos de hierro y acero</li> <li>3. Disminución de competitividad del puerto de Acajutla con otras terminales marítimas regionales</li> <li>4. Imposición de sanciones al puerto de Acajutla por parte de la Autoridad Marítima Portuaria (AMP) por incumplimiento a las normativas del manual de operaciones portuarias, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 36, denominado Sanciones, del Reglamento de Operaciones Portuarias de la AMP</li> </ol>	<p><b>F4-A4:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar un plan de comercialización para atraer la carga, detallando las condiciones ventajosas que presenta la operación en el puerto de Acajutla.</li> </ol>	<p><b>D2-A1:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar áreas cercanas para almacenar productos de hierro, para los casos que se imposibilite en el Patio 6 durante la época lluviosa.</li> <li>2. Ejecutar los planes de mantenimiento del Patio 6 para tenerlo en condiciones operativas y evitar posibles sanciones de parte de la AMP.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia

El Patio 6 tiene una ubicación favorable para brindar el servicio de almacenamiento de productos de hierro, ya que está próximo a los muelles y con calle de acceso inmediata. Se tiene que definir el monto necesario a erogar para determinar, en relación con los ingresos, la prefactibilidad del proyecto, sobre la base de aspectos administrativos, financieros y contables, los cuales darán

información con respecto a los beneficios y las consecuencias que se tendrían al ejecutar la inversión propuesta, sin dejar de lado los aspectos legales y ambientales que le afecten.

**Desarrollo de Estrategias:** A continuación, se describe como se ejecutarán las estrategias descritas en el análisis FODA realizado a la infraestructura física del Patio 6 del Puerto de Acajutla, el cual está destinado a almacenamiento de productos de hierro siendo:

**Estrategia F4-O3:** Dicha estrategia será desarrollada a través de la formulación técnica del proyecto a través de la Gerencia de Ingeniería de CEPA, en donde se establecerán tiempos de ejecución de la fase de construcción, especificaciones técnicas, presupuesto de las obras, y el proceso de selección de potenciales contratistas para la construcción y supervisión para llevar a cabo el proyecto de acuerdo a los alcances y al cumplimiento de objetivos del mismo.

**Estrategia D3-O2:** Será desarrollada por CEPA-Puerto de Acajutla, a través del departamento de mantenimiento y obras civiles, con la finalidad de conservar en la medida de lo posible la vida útil de la infraestructura existente y la eficiencia de las operaciones, mediante un plan de mantenimiento con período de tiempo establecido.

**Estrategia D2-A1:** Esta será desarrollada por el departamento de operaciones del Puerto de Acajutla, con el fin de identificar y disponer de sitios de almacenamiento adecuados en el recinto portuario aledaños al Patio 6, para la cobertura de la sobredemanda de productos de hierro que pueda ocasionarse en temporadas pico.

#### ***5.2.4. Anteproyecto***

##### **5.2.4.1. Propuesta conceptual.**

A partir de la definición de la ubicación del Patio 6 como el sitio ideal para el almacenamiento de productos de hierro expuesto en el apartado 5.2.2, se propone un área aproximada de 7,470 m<sup>2</sup> conformada de pavimento de concreto hidráulico, donde se incluye las calles de circulación externas para las maniobras de carga y descarga de los productos mencionados anteriormente. En las figuras 41 y 42 se presenta el área propuesta para la construcción del Patio 6.



**Figura 41.** Propuesta de área del Patio 6 del puerto de Acajutla  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 42.** Propuesta conceptual del área del Patio 6 del puerto de Acajutla  
Fuente: Elaboración propia

El objetivo de los incrementos del área proyectada con respecto a la actual, de 3,800 m<sup>2</sup>, como se mencionó en el apartado 5.2.3.1, es cubrir la demanda actual y futura de almacenamiento de productos de hierro y acero para los próximos años, ya que se ha evidenciado, mediante visitas a las instalaciones del puerto de Acajutla, que cuando existe exceso de demanda de los productos mencionados anteriormente, con claro predominio de los provenientes de importación, en el recinto portuario se utilizan otras áreas; entre ellas, el Patio 7 y el predio frente a las bodegas 1 y 2, tal como se puede observar en las figuras 43 y 44.



**Figura 43.** Almacenaje de productos de hierro frente a las bodegas 1 y 2

Fuente: Elaboración propia



**Figura 44.** Almacenaje de productos de hierro en el Patio 7

Fuente: Elaboración propia

Este apartado tiene como objetivo proponer y dimensionar la estructura de pavimento que requerirá el Patio 6, destinado al almacenaje de productos de hierro y acero, maniobras de carga y descarga, así como calles de acceso y circulación.

**Definición de pavimento:** Es el conjunto de capas de material seleccionado colocado horizontalmente que recibe, en forma directa, las cargas de tránsito y las transmite a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento que debe funcionar eficientemente.

**Aspectos generales:** La estructura de pavimento está constituida por un conjunto de elementos superpuestos horizontalmente que se diseñan y construyen con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Para el procedimiento de diseño de la estructura de pavimento deben tomarse en cuenta las condiciones propias de la operatividad con las que cuenta el puerto de Acajutla, a fin de desarrollar las actividades de descarga y almacenaje en el sitio de los productos de hierro desde los muelles y las maniobras de carga a los distintos receptores o propietarios de los productos mencionados. En línea con lo expuesto, es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Equipos de manipulación utilizados y sus características
- Capacidad de carga de los suelos en el sitio
- Cargas transmitidas por cada equipo en las condiciones de trabajo
- Cargas transmitidas por el peso propio de los productos almacenados
- Zonas de operación y maniobra de los equipos para carga y descarga de productos
- Zonas de almacenamiento
- Vías de acceso, circulación y estacionamiento
- Otros

#### ***5.2.4.2.1. Tipos de pavimentos.***

**Pavimentos rígidos:** Son losas de concreto hidráulico apoyadas directamente sobre una base y una subbase. Se estima que su vida útil oscila entre 20 y 40 años. Los elementos que constituyen una estructura de pavimento rígido son los siguientes:

- Subrasante:** Está constituida por la capa del terreno natural o mejorado donde se apoya la estructura de pavimento.
- Subbase:** Es la capa intermedia de suelo mejorado del lugar o acarreado, de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas desde la base hacia la subrasante.
- Base:** Capa de suelo mejorado con o sin cementante, con material selecto o granular, que sirve de apoyo directo al pavimento, que recibe las cargas de este y las trasmite a la subbase.
- Pavimento:** Es la capa final construida con losa de concreto hidráulico reforzado o no, que sirve para el rodaje vehicular.

**Pavimentos flexibles:** Son capas de rodadura construida especialmente con mezcla asfáltica, apoyada directamente sobre una base y una subbase. Se estima que su vida útil oscila entre 10 y 20 años. Los elementos que constituyen su estructura son similares a los pavimentos del tipo rígido, con la diferencia de que la capa final se constituye de concreto asfáltico mezclado en frío o caliente con un determinado espesor, con el objetivo de uso para el rodaje vehicular.

#### 5.2.4.2.2. Cargas.

Según las Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM) 4.1-18, entre las cargas que afectan las superficies portuarias se pueden distinguir, por un lado, las que transmiten al pavimento los materiales o las mercancías acopiados o almacenados en una determinada superficie (cargas de estacionamiento o almacenamiento) y, por otro, aquellas que aplican los equipos que se emplean en la manipulación de dichos materiales o mercancías (cargas de manipulación). Las ROM 4.1-18 describen estos tipos de cargas de la siguiente manera:

**Cargas de estacionamiento o almacenamiento:** Son aquellas de naturaleza variable, debidas fundamentalmente al peso de mercancías almacenadas, bien directamente sobre la superficie o bien en el interior de elementos auxiliares para su transporte (contenedores). Su actuación y distribución son constantes durante un cierto período de tiempo. El valor de la acción se determina teniendo en cuenta el uso previsto para la superficie, la zona en que actúa y la forma en que solicite al relleno, es decir, según los siguientes factores:

- Naturaleza de la mercancía estibada
- Forma de presentación de la mercancía (mercancía general, graneles sólidos, contenedores, semirremolques, etcétera)
- Forma y dimensiones de los acopios y apilamientos
- Tonelaje o volumen máximo que puede manipularse

Del mismo modo, se consideran cargas de tipo móviles, que son las que se producen por efecto de la interacción de la maquinaria que se emplea para el transporte y la manipulación de los productos de hierro y acero almacenados en un área determinada.

**Cargas de equipos de manipulación y transporte:** Debido a la naturaleza y tipología de los productos de hierro que se almacenan en el Patio 6, el movimiento de la carga se hace mediante equipos de manipulación como cabezales con plataforma con capacidad de carga de 30 toneladas, para el traslado de los productos de hierro; además, para la realización de las maniobras, el puerto de Acajutla cuenta con grúas de dos ejes tipo Taylor, con capacidad de 30 toneladas. Por lo tanto, al momento de diseñar la estructura del pavimento, deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- Peso total de cada equipo
- Carga máxima de manipulación
- Número de ruedas y por carga de ruedas
- Presión de inflado

- Sistema de giro
- Operaciones diarias

**5.2.4.2.3. Propuesta de dimensionamiento de pavimento.**

La siguiente propuesta de dimensionamiento de la estructura de pavimento se desarrolla considerando como dato más desfavorable las cargas de equipos de manipulación, las cuales fueron descritas en el apartado anterior. Adicionalmente, se utilizará el método de diseño de espesores de pavimento de la Portland Cement Association (PCA), en su edición de 1984.

Asimismo, para el proceso de dimensionamiento se toma de referencia la maquinaria con la que se llevan a cabo las maniobras de carga y descarga de los productos de hierro en el Patio 6; en específico, la grúa cuyas especificaciones se detallan en la tabla 26.

**Tabla 26.**

*Especificaciones técnicas del montacargas para el diseño de la estructura de pavimento*

Marca	Modelo	Capacidad máxima (en toneladas)	Figura
Taylor	1438	30.00	

Fuente: Elaboración propia

Para continuar con el proceso de dimensionamiento de la estructura de pavimento del Patio 6 del puerto de Acajutla, es importante mencionar que la CEPA cuenta con un estudio de suelos bajo referencia SM-S-08-525, en el que se describen las características físicas de los suelos presentes en el área de influencia, por medio del desarrollo de tres ensayos de pozos a cielo abierto (PCA), con profundidades desde 0.00 metros hasta los 1.50 metros.

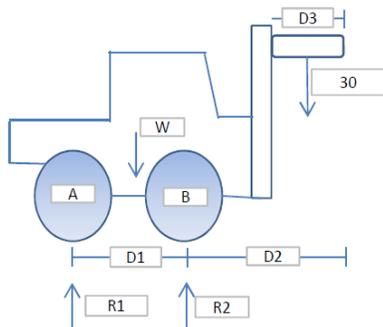
Ese estudio de suelos concluyó que el material base para el PCA1 y el PCA2 consiste en arena arcillosa con grava, color café, con un CBR del 5 %, mientras que para el PCA3 el material base es grava limosa con arena, color café, con un CBR del 9 %.

Por lo anterior, para efectos de dimensionamiento de la estructura de pavimento del Patio 6, se tomará un valor de CBR de 6 %. Teniendo como base los parámetros antes mencionados en cuanto a la caracterización de la maquinaria y los suelos existentes, se procede a dimensionar de manera general la estructura de pavimento mediante la siguiente memoria de cálculo:

**a) Determinación de cargas móviles**

A continuación, se determina las cargas producidas por el montacargas de eje Dual Taylor.

**Vehículo sin carga:**



$$W = 6,800 \text{ kg}$$

$$W_{max} = 30 \text{ toneladas}$$

$$D1 = 5.80 \text{ m}$$

$$D2 = 4.10 \text{ m}$$

$$D3 = 2.44 \text{ m}$$

**Figura 45.** Diagrama cuerpo libre, grúa Taylor

Fuente: Elaboración propia

Número de llantas por eje delantero: cuatro unidades

Número de llantas por eje trasero: dos unidades

Separación entre llantas: 0.60 metros

Presión de inflado de llantas: 130 Psi

Determinación de reacciones en campo:

$$R1 = 25,840 \text{ kg}$$

$$R2 = 42,160 \text{ kg}$$

Determinación de coordenada de centro de masa:

$$\Sigma MA = 0$$

$$R2(D1) - w(x) = 0 ; x = 3.60 \text{ m}$$

### **Vehículo con carga:**

Determinación de reacciones:

$$\Sigma MA = 0$$

$$-w(x) + R2(D1) - Wmax(D1 + D2 - 0.5D3)$$

$$R2 = 87,056.55 \text{ kg}$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$R1 + R2 - w - wmax = 0$$

$$R1 = 10,943.45 \text{ kg}$$

### **Cargas por llantas delanteras:**

$$W_{sll} = 21764 \text{ kg} = 47881 \text{ lb}$$

### **Cargas por llantas traseras:**

$$W_{sll} = 5471.7 \text{ kg} = 12038 \text{ lb}$$

### **b) Dimensionamiento de espesor de losa de concreto**

Determinación de área de contacto de llantas delanteras:

$$A_{cont} = \frac{\text{Carga por llanta}}{\text{Presión inflado}}$$

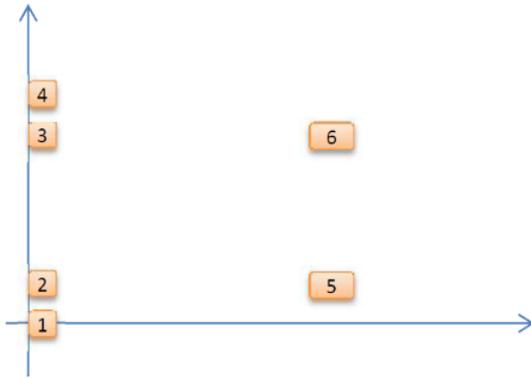
$$A_{cont} = \frac{47,881 \text{ lb}}{130 \text{ psi}} = 368.32 \text{ pulg}^2$$

Determinación de área de contacto de llantas traseras:

$$A_{cont} = \frac{\text{Carga por llanta}}{\text{Presión inflado}}$$

$$A_{cont} = \frac{12,038 \text{ lb}}{130 \text{ psi}} = 92.60 \text{ pulg}^2$$

Ubicación de llantas:



**Figura 46.** D.C.L., ubicación de llantas de grúa Taylor

Fuente: Elaboración propia

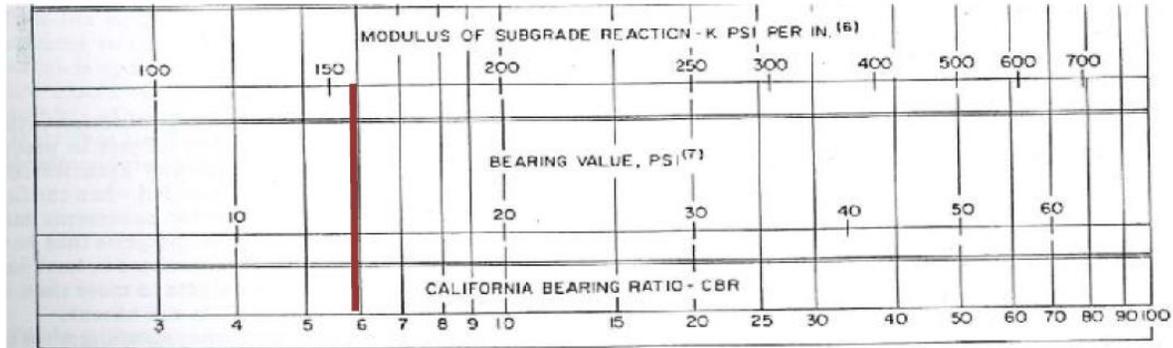
**Tabla 27.** Coordenadas, ubicación de llantas de grúa Taylor

Ítem	Coordenadas (in)	
	X	Y
1	0	0
2	0	23,63
3	0	147,64
4	0	171,26
5	228,35	36,42
6	228,35	134,84

Fuente: Elaboración propia

**c) Determinación de módulo de reacción combinado, subrasante y base de suelo-cemento**

Tal como se mencionó anteriormente, para el dimensionamiento de la estructura de pavimento se tomará un valor de CBR promedio del 6 % a partir de los valores establecidos en el estudio de suelos con el que cuenta el puerto de Acajutla. Además, haciendo uso de la gráfica de interrelaciones de suelo de la PCA, se determina el dimensionamiento de la estructura de pavimento para el Patio 6 de acuerdo con la figura 47.



**Figura 47. Módulo de interacción de suelo K**

Fuente: Portland Cement Association (PCA)

De la correlación de la figura anterior se obtiene un valor de módulo de reacción de subrasante de  $K = 150$  pci.

Se propone entonces colocar una base de suelo cemento de espesor  $e = 30$  cm, por lo que a continuación se procede a determinar el módulo de reacción combinado para la base tratada con cemento, de acuerdo a los valores de la tabla 28.

**Tabla 28.**

*Módulo de reacción combinada de suelos K*

VALOR TÍPICO DEL MÓDULO DE REACCIÓN COMBINADO, k., PARA DIFERENTES TIPOS Y ESPESORES DE SUBBASE																
Módulo de reacción combinado, k: (lb/pulg.3) para diferentes subbases y espesores, en pulg.																
Módulo de reacción de la subrasante k. (lb/pulg.3)	Subbase de grava y arena redondeadas				Subbase de grava triturada bien graduada				Subbase tratada con asfalto				Subbase tratada con cemento			
	4	6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10
50	60	70	80	90	65	75	90	100	84	112	141	170	101	145	193	245
100	120	130	160	180	130	150	170	190	144	198	243	288	185	258	334	414
150	160	190	220	230	180	200	230	250	221	277	334	392	265	360	460	563
200	230	250	265	275	240	260	275	300	284	351	419	487	341	457	577	700

Fuente: Portland Cement Association (PCA)

Los datos de la tabla 28 indican que para una base tratada con cemento con un módulo de reacción de subrasante  $K = 150$  pci se obtiene un valor de módulo de reacción combinado de  $K = 563$  pci.

**d) Propiedades del concreto de la capa de rodaje**

Para la conformación de la capa de rodaje se propone utilizar un concreto con las características detalladas en la tabla 29.

**Tabla 29.**

*Características del concreto propuesto para capa de rodaje*

Calidad de concreto a utilizar	
Resistencia a compresión ( $f'c$ )	350 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	282,495.13 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a flexión de concreto (MR)	50 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**e) Período de diseño de la losa de concreto**

Se considera un período de 20 años de vida útil.

**f) Determinación de factor de seguridad (FS)**

Para la determinación de este valor se asume que, en una hora de operaciones en el Patio 6, dos montacargas llevarán su carga máxima con una frecuencia de cuatro veces por hora, por lo que para un período de diseño de 20 años se tendrá un total de 151,200 repeticiones, tal como se presenta en el siguiente cálculo:

$$2 \text{ montacargas} \times 4 \frac{\text{Repeticiones}}{\text{Hora}} \times 7 \frac{\text{Horas}}{\text{Día}} \times 270 \frac{\text{Días}}{\text{año}} \times 0.5 = 7,560 \text{ rep. por año}$$

$$= 7,560 \frac{\text{Rep.}}{\text{año}} \times 20 \text{ años} = 151,200 \text{ Repeticiones}$$

A continuación, en la tabla 30 se muestra la estimación de la relación de esfuerzos necesaria en función del número de repeticiones determinado previamente.

**Tabla 30.**

*Relación de esfuerzos contra repeticiones de cargas permitidas*

<b>Relación de Esfuerzos</b>	<b>Repeticiones de Cargas Permisibles</b>	<b>Relación de Esfuerzos</b>	<b>Repeticiones de Cargas Permisibles</b>
<0.45	Ilimitadas	0.73	832
0.45	62,790,761	0.74	630
0.46	14,335,236	0.75	477
0.47	5,202,474	0.76	361
0.48	2,402,754	0.77	274
0.49	1,286,914	0.78	207
0.50	762,043	0.79	157
0.51	485,184	0.80	119
0.52	326,334	0.81	90
0.53	229,127	0.82	68
0.54	166,533	0.83	52
0.55	124,523	0.84	39
0.56	94,065	0.85	30
0.57	71,229	0.86	22
0.58	53,937	0.87	17
0.59	40,842	0.88	13
0.60	30,927	0.89	10
0.61	23,419	0.90	7
0.62	17,733	0.91	6
0.63	13,428	0.92	4
0.64	10,168	0.93	3
0.65	7,700	0.94	2
0.66	5,830	0.95	2
0.67	4,415	0.96	1
0.68	3,343	0.97	1
0.69	2,532	0.98	1
0.70	1,917	0.99	1
0.71	1,452	1.00	0
0.72	1,099	>1.00	0

Fuente: Elaboración propia, con datos de la PCA, 1984

De la tabla 30 se escoge un valor de relación de esfuerzos de 0.53, para un número de repeticiones de 229,127 en un período de vida útil de 20 años, por lo que se obtiene un factor de seguridad  $FS = 1.50$ .

**g) Determinación del factor de junta (FJ)**

Conservadoramente se tomará un factor de junta  $FJ = 1.00$ .

**h) Determinación del esfuerzo de trabajo del concreto (WS)**

El esfuerzo de trabajo del concreto se define mediante la siguiente ecuación:

$$WS = \left( \frac{MR}{FS \times FJ} \right)$$

Donde:

MR: módulo de ruptura del concreto (Psi)

FS: factor de seguridad

FJ: factor de junta

Por lo que a continuación se calcula el siguiente valor:

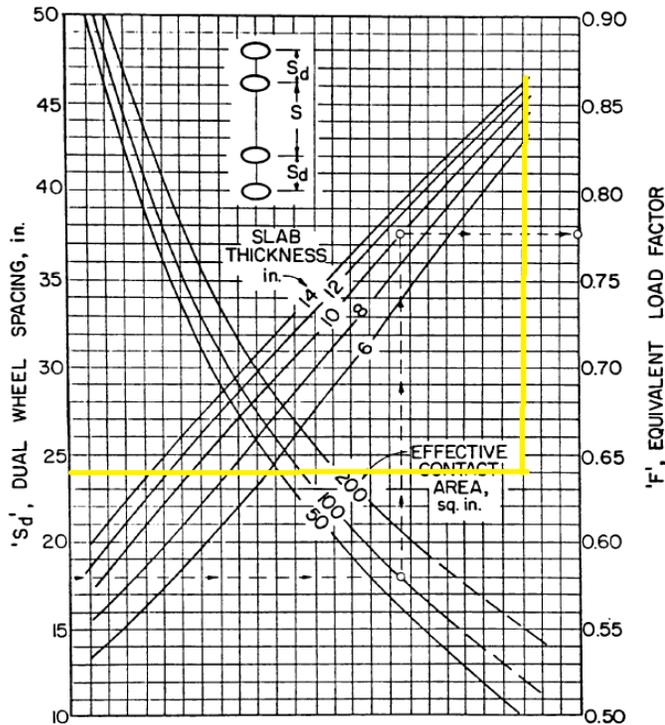
$$WS = \left( \frac{710}{1.50 \times 1.0} \right) = 473.33 \text{ Psi}$$

**i) Determinación de factor equivalente de carga mediante ejes duales**

Para el dimensionamiento del espesor de la losa de concreto se utiliza el método del eje equivalente de la PCA para encontrar un factor de carga equivalente (F), por lo que se toman en cuenta los siguientes datos:

1. Espaciamiento entre ejes duales = 60 cm  $\approx$  24 pulgadas
2. Área de contacto = 368.32 pulg<sup>2</sup>  $\approx$  370.00 pulg<sup>2</sup>
3. Espesor de losa de concreto de prueba = 35 cm  $\approx$  14 pulgadas

A partir de los datos mostrados anteriormente, se determina el factor de carga equivalente (F) utilizando el gráfico de la figura 48.



**Figura 48.** Factor de carga equivalente, ejes duales

Fuente: Portland Cement Association (PCA)

Del gráfico de la figura 48 se obtiene un valor de factor equivalente de carga (F) de 0.87, por lo que la carga del eje equivalente es el factor (F) veces la carga en el eje de las ruedas duales =  $0.87 \times 47881\text{lb} = 42\text{ kips}$ . Cabe señalar que para desarrollar esta solución ha sido necesario suponer un espesor de losa de prueba. El resultado (espesor de diseño) tendrá que ser comparado con el espesor de losa de prueba y deberá presentar resultados muy cercanos. De acuerdo con lo anterior, se propone un espesor de prueba de 35.00 cm.

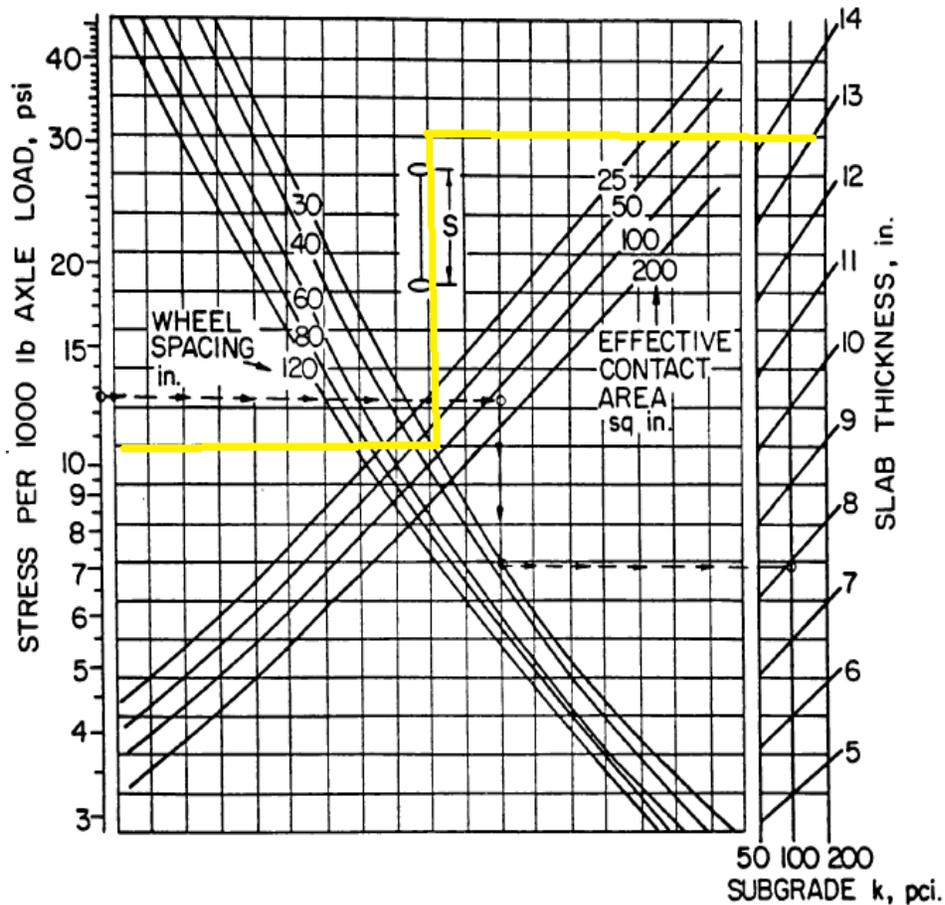
**j) Determinación de esfuerzo de losa por cada 1,000 lb de carga axial**

Este valor de esfuerzo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$= \left( \frac{WS}{\text{Carga en el eje, en kips}} \right) = \left( \frac{473.33}{42} \right) = 11.27 \text{ Psi}$$

**k) Determinación de espesor de losa**

Para el cálculo del espesor de losa se hará uso de la gráfica de la PCA correspondiente al diseño para ejes con ruedas simples, tomando en cuenta los cálculos hechos previamente.



**Figura 49.** Diseño para ejes con ruedas simples  
Fuente: Portland Cement Association (PCA)

En la figura 49 se observa que el espesor de pavimento calculado es de 12.5 in  $\approx$  30 cm. Cabe mencionar que la normativa ROM 4.1-18 establece los parámetros reflejados en la tabla 31 de dimensionamientos de estructuras de pavimentos en zonas de operación, categoría en la que se encuentra el Patio 6.

De acuerdo con los datos de la tabla 31, se concluye que los valores calculados en el dimensionamiento del espesor de la losa del Patio 6 ( $e = 30$  cm) cumplen con los requerimientos establecidos en la normativa ROM 4.1-18 para un pavimento de concreto vibrado con un módulo de ruptura  $MR = 50$  kg/cm<sup>2</sup> y una capa de base de suelo-cemento de espesor de 30 cm.

**Tabla 31.***Dimensionamiento de pavimentos en zonas de operación*

USO COMERCIAL ZONAS DE OPERACIÓN		
I: PAVIMENTO DE HORMIGÓN VIBRADO HF 4,5		
MÁXIMO 0,32 m	MEDIO 0,29 m	MÍNIMO 0,26 m
II: PAVIMENTO DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO		
MÁXIMO 0,32 m	MEDIO 0,29 m	MÍNIMO 0,26 m
III: PAVIMENTO CONTINUO DE HORMIGÓN ARMADO		
MÁXIMO 0,28 m	MEDIO 0,25 m	MÍNIMO 0,22 m
IV: PAVIMENTO DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS		
MÁXIMO 0,25 m	MEDIO 0,22 m	MÍNIMO 0,20 m
V: ADOQUINES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN <sup>(1)</sup>		
MÁXIMO <sup>(2)</sup> 0,12 m	MEDIO <sup>(2)</sup> 0,10 m	MÍNIMO <sup>(2)</sup> 0,10 m
Notas: (1): En todos los casos los adoquines se apoyan en una capa de nivelación de arena de un espesor tras compactación de 0,03 m. (2): La capa de base estará constituida por una capa de alguna de las siguientes unidades de obra: hormigón magro (0,15 m), hormigón HM 20 (0,15 m) o suelo-cemento (0,20 m).		

Fuente: Normativa ROM 4.1-18

De acuerdo con los datos de la tabla 31, se concluye que los valores calculados en el dimensionamiento del espesor de la losa del Patio 6 ( $e = 30$  cm) cumplen con los requerimientos establecidos en la normativa ROM 4.1-18 para un pavimento de concreto vibrado con un módulo de ruptura  $MR = 50 \text{ kg/cm}^2$  y una capa de base de suelo-cemento de espesor de 30 cm.

**1) Propuesta de dimensionamiento de elementos transmisores de carga de losas**

En la tabla 32 se presentan las dimensiones mínimas para los elementos transmisores de carga de acuerdo con la Portland Cement Association (PCA), en su versión de 1975.

**Tabla 32.***Dimensiones de pasajuntas para pavimentos rígidos*

Espesor de pavimento (mm)	Diámetro del pasador		Longitud (mm)	Separación entre centros (mm)
	mm	pulgadas		
160-180	22.20	7/8	350	300
190-200	25.40	1	350	300
210-230	28.60	1 1/8	400	300
240-250	31.80	1 1/4	450	300
260-280	34.90	1 3/8	450	300
290-350	38.10	1 1/2	500	300

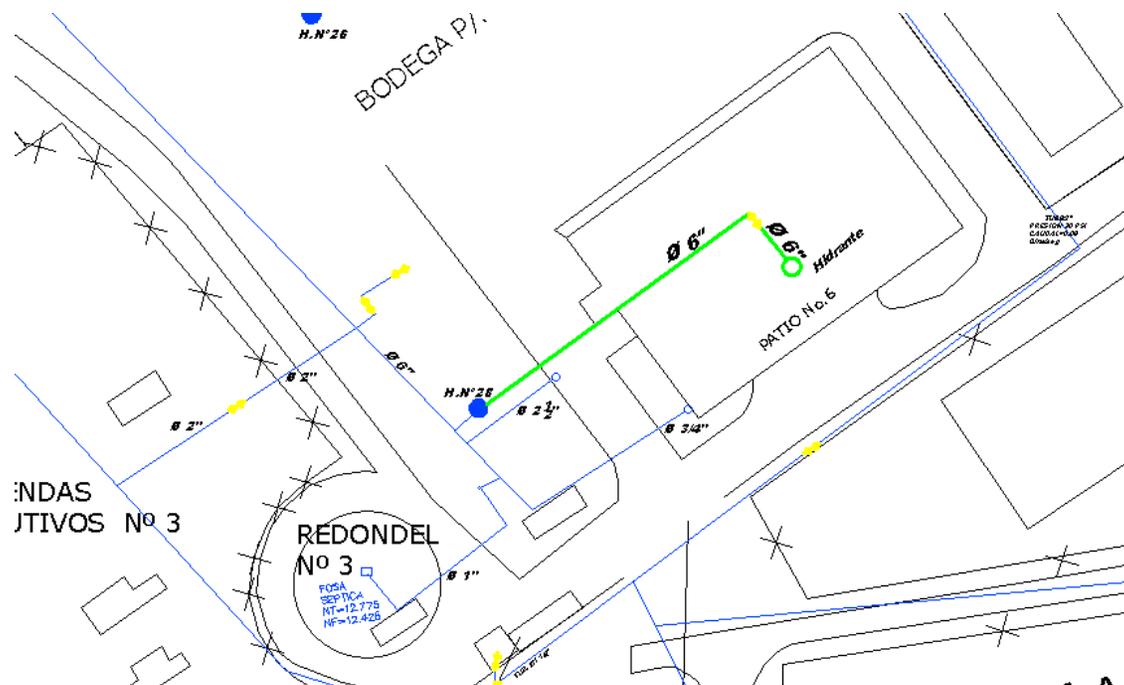
Fuente: Elaboración propia, con datos de la PCA-1975

A partir de los datos mostrados en la tabla 32, la dovela o pasa juntas a utilizar será del diámetro de 1 ½ pulgadas, con una longitud de 500 milímetros, para un espesor de losa de concreto de 30 centímetros.

### 5.2.4.3. Propuesta de red hidráulica de agua potable.

Tal como se mencionó en el apartado 5.2.3.4, referente a las condiciones de la infraestructura existente de las instalaciones físicas del Patio 6, en la actualidad este no cuenta con una red de agua potable; sin embargo, se ha verificado en condiciones de campo que 35 metros al poniente de este existe una red de agua potable, la cual es constituida por tuberías de PVC de diámetro  $\varnothing = 6''$ , que cuenta con una presión de 25 Psi, de acuerdo con datos de CEPA-puerto de Acajutla. Adicionalmente, la red de agua potable contigua al Patio 6 cuenta con un hidrante contra incendios, el cual tiene una boca de salida de  $\varnothing = 2.5$  pulgadas de diámetro.

De acuerdo con lo anterior, y tomando en cuenta los planos de la red existente de agua potable del recinto portuario, se propone prolongar hacia el oriente e integrar al área del Patio 6 la red de agua potable de  $\varnothing = 6$  pulgadas de diámetro; asimismo, se considera necesario integrar un hidrante contra incendios que cumpla las mismas características o mejores que con los que cuenta el puerto de Acajutla. De igual forma, contiguo al hidrante se propone colocar una válvula reguladora de flujo y presiones de diámetro de  $\varphi = 6$  pulgadas, tal como se muestra en la figura 50.



**Figura 50.** Propuesta de red de agua potable en el Patio 6

Fuente: Elaboración propia, con planos de las instalaciones del puerto de Acajutla

#### **5.2.4.4. Propuesta de red hidráulica de aguas lluvias.**

##### **5.2.4.4.1. Generalidades.**

El objetivo del drenaje de las aguas lluvias en el Patio 6 del puerto de Acajutla es captar, recoger y conducir el flujo de estas mediante elementos dimensionados para tal fin, tomando en cuenta parámetros como el caudal de diseño, el tiempo de concentración, los coeficientes de rugosidad, entre otros.

Según la normativa ROM 4.1-18, para estudiar los drenajes de las superficies portuarias debe tomarse en consideración la siguiente información básica:

1. Topografía actual de la zona de estudio y sus alrededores
2. Ubicación de redes existentes o futuras que puedan tener una necesidad de interconexión con el sistema de drenaje a diseñar
3. Información con suficiente detalle de la nueva infraestructura a realizar, mostrando los viales, las plataformas terminales, los aparcamientos, etc.
4. Datos de precipitación
5. Datos de los tipos de superficie de aportación por donde escurrirá el agua
6. Geometría definitiva de las superficies que permita la ubicación de los elementos de drenaje y el cálculo de los tiempos de concentración
7. Estimación de caudales de diseño
8. Otros

##### **5.2.4.4.2. Dimensionamiento de drenaje de aguas lluvias.**

Tomando como referencia la información descrita en el apartado anterior, se continúa el dimensionamiento de los elementos de drenaje de las aguas lluvias del Patio 6 de la siguiente manera:

#### **a) Definición del caudal de aporte**

El caudal de diseño se determina mediante la ecuación racional.

$$Q_a = 16.667 CIA$$

Donde:

$Q_a$ : Caudal de aporte en  $m^3/s$

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia en el tiempo de concentración mm/min

A: Área de la superficie en  $km^2$

**b) Determinación del tiempo de concentración ( $T_c$ )**

El tiempo de concentración se determina haciendo uso de la ecuación de Kirpich, la cual se describe de la siguiente manera:

$$T_c = \frac{0.0078 L^{0.77}}{S_a^{0.385}}$$

Donde:

$T_c$ : Tiempo de concentración en minutos

L: Longitud del cauce, expresado en pies

$S_a$ : Pendiente del cauce long/long

Según lo anterior, se tienen los siguientes datos:

$L_c = 90.00$  metros  $\approx 295.30$  pies

$S_a: 0.50 \%$

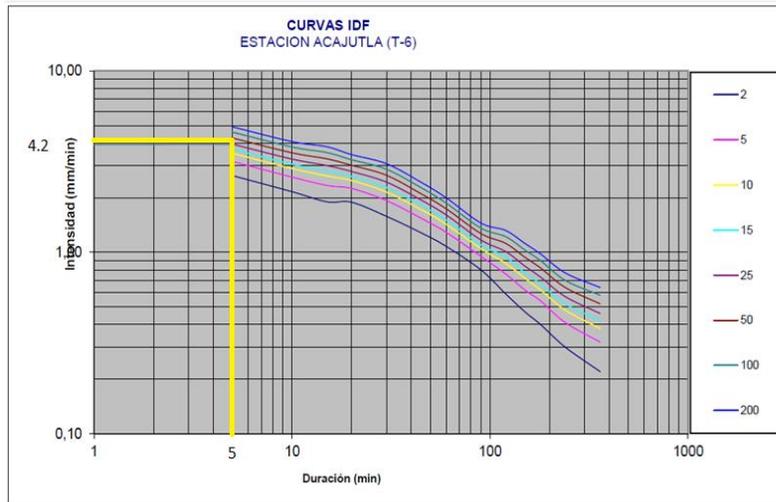
Por lo que el tiempo de concentración se determina de la siguiente manera:

$$T_c = \frac{0.0078 (295.30)^{0.77}}{(0.005)^{0.385}} = 3.66 \text{ min}$$

El valor del tiempo de concentración obtenido anteriormente se aproximará a 5 minutos, ya que es el tiempo mínimo registrado en las curvas IDF de la estación T-6 del municipio de Acajutla, en Sonsonate, por lo que  $T_c = 5$  min. El período de retorno a considerarse será de 50 años.

**c) Determinación del valor de intensidad de lluvia**

Para el cálculo de este valor se hace uso de las gráficas IDF de la estación T-6 del municipio de Acajutla, representadas en la figura 51, donde se intercepta la curva con el valor del tiempo de concentración  $T_c = 5$  min contra el período de retorno de 50 años.



**Figura 51.** Curvas IDF, estación T-6, Acajutla

Fuente: MARN-SNET, El Salvador

De la gráfica de la figura 51 se obtiene un valor de intensidad de lluvia = 4.2 mm/min.

**d) Determinación de coeficiente de escorrentía**

Debido a que la superficie de análisis está compuesta de concreto y se tiene un período de retorno de análisis de 50 años, se obtiene el valor de escorrentía  $C = 0.92$ , tal como se muestra en la tabla 33.

**Tabla 33.**

*Coefficientes de escorrentía superficial*

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional.							
Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62

Fuente: SNET

e) **Determinación del valor de caudal de aporte**

$$Q_a = 16.667 CIA$$

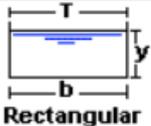
$$Q_a = 16.667 (0.92 \times 4.2 \times 0.008) = 0.52 \text{ m}^3/\text{s}$$

f) **Diseño hidráulico de elemento de drenaje**

Para el drenaje de las aguas superficiales procedentes de escorrentía pluvial en el área del Patio 6 del puerto de Acajutla, se propone construir canaletas del tipo trapezoidal a lo largo del perímetro norte y poniente de la plataforma, con el objetivo de encauzar las aguas hacia los colectores ubicados al costado poniente de esta. En consecuencia, se procede a realizar un dimensionamiento de la canaleta rectangular conforme a los detalles de la tabla 34.

**Tabla 34.**

*Criterios de dimensionamiento de caja rectangular*

Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
	<b>by</b>	<b>b+2y</b>	$\frac{by}{b+2y}$	<b>b</b>

Fuente: Secciones transversales básicas de un canal (s. f.)

Para el dimensionamiento de la canaleta tipo rectangular se tendrán presentes las siguientes consideraciones:

1. El ancho *b* tendrá una dimensión de 60 cm.
2. La profundidad *y* tendrá una dimensión de 1.50 m, debido a que en campo se constató que los colectores actuales de aguas lluvias contiguos al Patio 6 tienen la misma profundidad.
3. La canaleta será construida de concreto.
4. Se considera una pendiente  $S = 0.5 \%$ .

Con estos datos se calcula la capacidad del elemento de drenaje de la siguiente manera:

- a. Cálculo de área

$$A = by = (0.60 \times 1.50) = 0.90 \text{ m}$$

- b. Cálculo del perímetro mojado

$$PM = b + 2y = 0.60 + 2(1.50) = 3.60 \text{ m}$$

c. Cálculo de radio hidráulico

$$RH = \frac{by}{b + 2y} = \frac{0.60 \times 1.50}{0.60 + 2 \times 1.50} = 0.25 \text{ m}$$

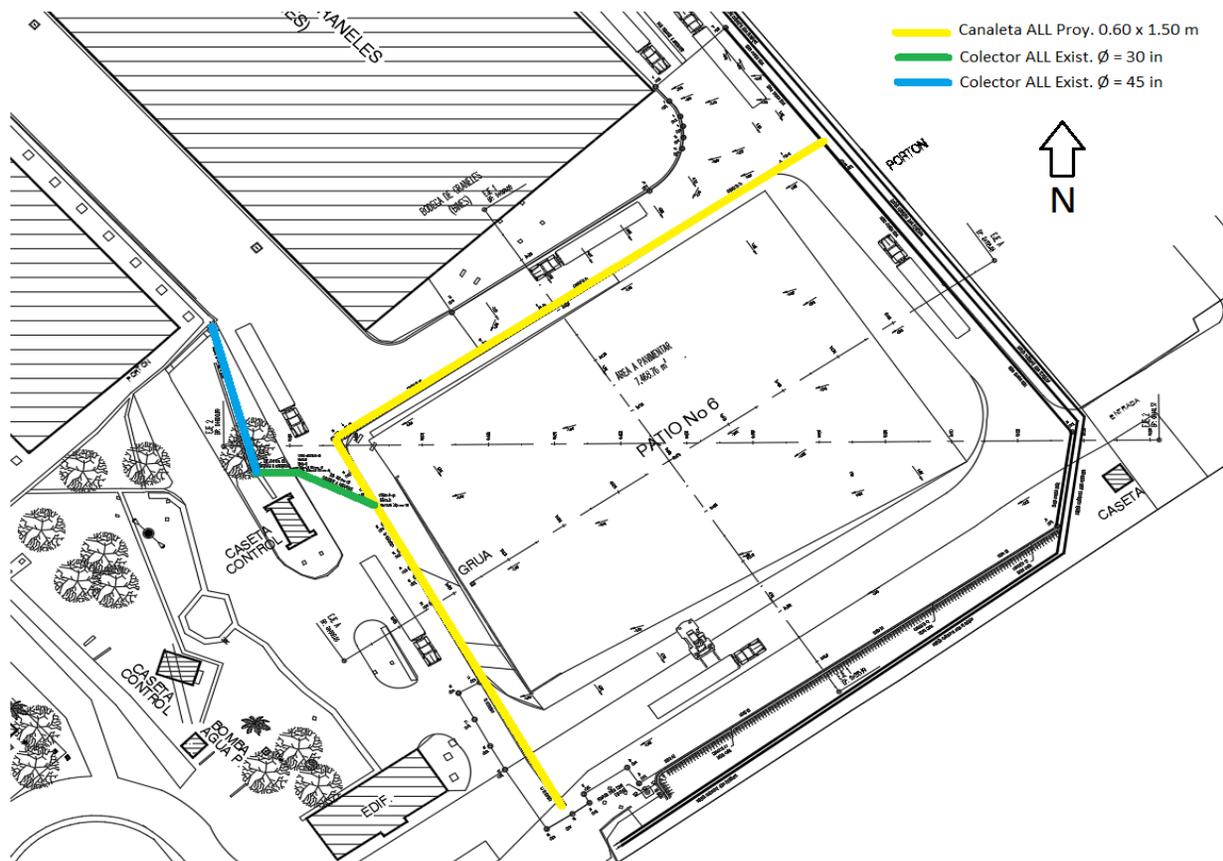
d. Cálculo de capacidad hidráulica de canaleta

$$Q = \frac{\left( AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \right)}{n}$$

n = Coeficiente de rugosidad del elemento. Este tiene un valor de 0.014 por considerarse de concreto sin pulir.

$$Q = \frac{\left( 0.90 \times 0.25^{\frac{2}{3}} \times 0.005^{\frac{1}{2}} \right)}{0.014} = 1.80 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1.80 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} > 0.53 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \text{ OK}$$



**Figura 52.** Propuesta de red de drenaje de aguas lluvias en el Patio 6

Fuente: Elaboración propia, con los planos de las instalaciones del puerto de Acajutla

En la figura 52 se observa la ubicación de la propuesta de la canaleta de drenaje de aguas lluvias, las cuales se distribuyen a lo largo del costado norte y poniente del Patio 6 del puerto de Acajutla, conduciendo las aguas de la plataforma proyectada hasta los colectores de aguas lluvias existentes de  $\varnothing = 30$  in y  $\varnothing = 45$  in, respectivamente.

#### 5.2.4.5. Propuesta de iluminación.

En la actualidad, el Patio 6 del puerto de Acajutla no cuenta con un sistema adecuado de iluminación para la ejecución de las operaciones y maniobras de manera eficiente en jornada nocturna (véase 5.2.3.4, inciso c); por eso, en este apartado se calcula de manera aproximada el número de luminarias mínimo requerido en la nueva área del Patio 6, tomando en cuenta lo dispuesto en el Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo (2012).

**5.2.4.5.1. Determinación del nivel mínimo de iluminación.**

Para la determinación del nivel de iluminación mínima requerida para la ejecución de las operaciones en el Patio 6 se toma de referencia la Sección II del Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo (2012), que en el artículo 130 define los niveles de iluminación mínimos en los distintos lugares de trabajo.

De acuerdo con lo anterior, se toma el valor correspondiente a la categoría de muelles de carga y descarga, la cual tiene un nivel de iluminación (Em) de 150 luxes, tal como se muestra en la tabla 35.

**Tabla 35.**

*Nivel de iluminación mínima requerida en el Patio 6*

A. ZONAS DE CIRCULACIÓN Y ÁREAS GENERALES INTERIORES				
LUGAR O ACTIVIDAD	Em <sup>(1)</sup>	UGR <sup>(2)</sup>	Ra <sup>(3)</sup>	Observaciones <sup>(4)</sup>
Zonas de circulación				
Pasillos y vías de circulación	100	28	40	A nivel del suelo. Si hay circulación de vehículos, aumentar a 150 lux
Escaleras normales y escaleras mecánicas	150	25	40	
Muelles de carga/descarga	150	25	40	
Salas de descanso, primeros auxilios y sanitarios				
Comedores	200	22	80	
Salas de descanso	100	22	80	

Fuente: Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo (2012, p. 35)

**5.2.4.5.2. Evaluación y propuesta de luminarias.**

Se propone utilizar luminarias del tipo led que cumplan con las características detalladas en las siguientes tablas.

**Tabla 36.**

*Características generales de la luminaria propuesta*

Configuración general de luminaria					
Código	Descripción	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)	Temperatura de color (K)
P23130	Starlight 1,000 W	1,000	135,000	≥135	5,000

Fuente: Fabricante Sylvania

**Tabla 37.**

*Características específicas de la luminaria propuesta*

<b>Resumen de rendimiento</b>	
Ángulo de apertura	12°
Índice de reproducción de color	≥70
Capacidad de atenuación	0-10 V
Tensión de operación	120V-277V
Factor de potencia	50/60 Hz
DAT en corriente	>0.9
Rango de temperatura en operación	≤15 %
Velocidad máxima de viento	140 km/h
Vida útil	50,000 horas

Fuente: Fabricante Sylvania

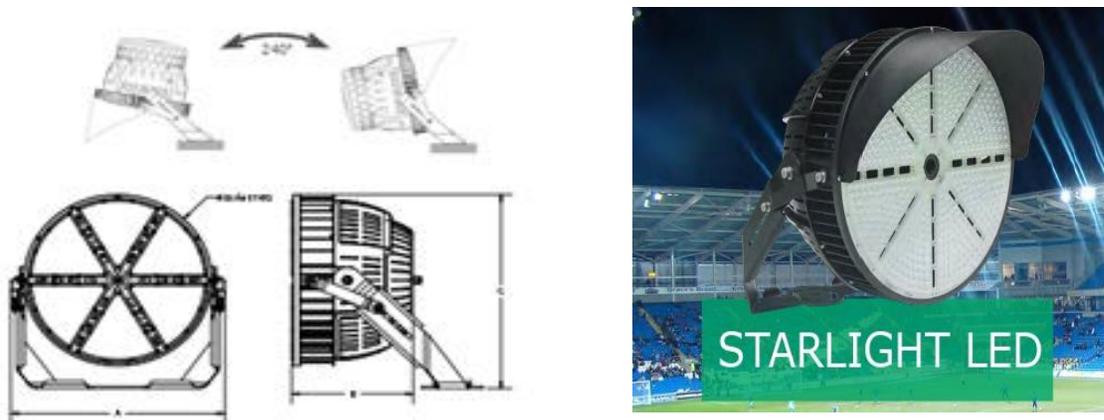
**Tabla 38.**

*Dimensiones de la luminaria propuesta*

<b>Dimensiones</b>					
<b>Potencia</b>	<b>A (mm)</b>	<b>B (mm)</b>	<b>C (mm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
P23130	Starlight 1,000 W	1,000	135,000	≥135	5,000

Fuente: Fabricante Sylvania

En la figura siguiente se presenta un prototipo de luminaria propuesta para la nueva área del Patio 6.



**Figura 53.** *Prototipo de luminaria propuesta*

Fuente: Fabricante Sylvania

### 5.2.4.5.3. Definición y evaluación del número de luminarias.

En el presente apartado se utiliza el método de los lúmenes para calcular el número de luminarias necesarias en el Patio 6, mediante la siguiente ecuación:

$$N^{\circ}Luminarias = \frac{E * S}{\Phi * n * Cu * LLF}$$

Donde:

S: Área en metros cuadrados

E: Nivel de iluminación (luxes)

$\phi$ : Flujo luminoso (lúmenes)

n: Cantidad de luminarias

Cu: Coeficiente de utilización (adimensional)

LLF: Factor de pérdida de luz (adimensional)

A continuación, se calcula el número de luminarias mínimas requeridas en el Patio 6 con los datos del prototipo de luminaria detallado en el apartado 5.2.4.5.2.

Datos:

$$S = 7,470.00 \text{ m}^2$$

$$E = 150 \text{ luxes (dato obtenido en la sección 5.2.4.5.1)}$$

$$\phi = 135,000.00 \text{ (dato obtenido en la sección 5.2.4.5.2)}$$

$$n = 1 \text{ luminaria de análisis}$$

$$Cu = 0.45 \text{ (valor de tablas)}$$

$$LLF = 0.72 \text{ (valor de ficha técnica)}$$

Para el análisis se tienen en cuenta cuatro torres del tipo monopolo de altura  $H = 20$  metros; asimismo, se considera un ambiente limpio debido a que el área del Patio 6 se considera sin obstáculos.

Sustituyendo los datos anteriores, se obtiene el siguiente valor:

$$N^{\circ}Luminarias = \frac{150 * 7,470}{135,000 * 1 * 0.45 * 0.72} = 25.62 \text{ Luminarias}$$

Se considerarán 28 luminarias

$$N^{\circ} \frac{Luminarias}{Torres} = \frac{28}{4} = 7 \text{ Luminarias/Torre}$$

#### 5.2.4.5.4. Plano de distribución de torres de iluminación.

En la figura 54 se presenta un esquema con la propuesta de ubicación de torres y luminarias distribuidas en el área del Patio 6.



**Figura 54.** Distribución de torres y luminarias en el área del Patio 6

Fuente: Elaboración propia

Las torres y las luminarias propuestas deben orientarse en sentido oriente-poniente, perpendicular a la circulación de los vehículos pesados que llevan a cabo las maniobras de carga y descarga en el área del Patio 6; asimismo, las luminarias podrán tener ángulos de apertura desde 30° hasta 60° máximo, para cumplir con los niveles de iluminación requeridos en el Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo (2012).

#### **5.2.4.6. Otro equipamiento.**

El puerto cuenta con un complejo sistema de videovigilancia, por lo que se incluirán como parte del objeto de este estudio cámaras con características y tecnología similares a las existentes que brinden la funcionalidad y operatividad y que sean compatibles para lograr una perfecta integración con el software y los servidores existentes.

Las cámaras PTZ (panning-tilt-zoom) cumplen este requerimiento. Tienen la funcionalidad de rotar en un plano horizontal (panning), rotar en un plano vertical (tilt), además de acercarse o alejarse de forma manual o automática (zoom). Son cámaras que operan en red con comunicación a través de fibra óptica y conexión IP, integradas a un sistema central existente. Se ubicarán estratégicamente con campo visual hacia la calle de acceso, con vista general hacia el patio y con visión hacia la calle de salida. Se consideran al menos tres unidades.

Teniendo en cuenta que el patio se encuentra actualmente en operación y que se utilizan equipos propiedad del puerto tanto para el transporte de la carga como montacargas con la capacidad adecuada para la carga y descarga, no forma parte del presente estudio la adquisición de este tipo de equipos.

#### **5.2.4.7. Definición de costos.**

Para el cálculo del presupuesto se han considerado precios índices para las actividades más relevantes que se desarrollarán para el proyecto. Se han calculado cantidades de obra de los trabajos a ejecutar. Se ha considerado un índice de costos indirectos del 20 %, el cual es de común utilización para este tipo de proyectos.

Adicionalmente, se han considerado en este apartado los costos que se podrían generar para la preinversión del proyecto, tal como los costos del diseño final, para el que se ha definido un índice del 2.50 % sobre el costo del proyecto. Asimismo, se ha considerado el costo de las labores de supervisión para la fase de ejecución, con el objetivo de que se ejecuten labores de aseguramiento de la calidad de los trabajos, y se ha utilizado para este caso un índice del 5 % sobre el costo total del proyecto. Todo lo anterior se detalla en la tabla 39.

**Tabla 39.***Costos estimados para la construcción del Patio 6*

Ítem	Descripción	Subtotal
1	Instalaciones provisionales	\$5,000.00
2	Trazo, nivelación y tala de árboles	\$1,875.00
3	Demoliciones y desmontajes	\$34,422.00
4	Terracería	\$196,540.00
5	Pavimentos	\$487,300.00
6	Estructuras de concreto	\$6,290.00
7	Instalaciones aguas lluvias	\$18,923.00
8	Señalización	\$4,466.00
9	Instalaciones eléctricas	\$92,400.00
10	Instalaciones especiales	\$32,000.00
11	Obras de mitigación	\$1,440.00
12	Limpieza y desalojo	\$4,300.00
	Total costo directo	\$884,956.00
	Total costo indirecto 20 %	\$176,991.20
	<b>Total proyecto</b>	<b>\$1,061,947.20</b>
	Diseño final del proyecto 2.5%	\$26,548.68
	Supervisión 5%	\$53,097.36
	<b>Total con preinversión</b>	<b>\$1,141,593.24</b>
	IVA 13%	\$148,407.12
	<b>Total proyecto con IVA</b>	<b>\$1,290,000.36</b>

Fuente: Elaboración propia

**5.2.4.8. Definición de tiempo de ejecución.**

Para la definición del programa de trabajo se han analizado previamente los tiempos de ejecución para cada partida y se han hecho algunas consideraciones para simplificar los cálculos según los detalles siguientes:

- a) La semana laboral se ha considerado de cinco días.
- b) Los plazos que dan fracción de un día se consideran como un día.
- c) En la sumatoria de plazos parciales de un grupo de actividades se aproxima al entero para formar semanas completas.
- d) El programa de trabajo se ha definido en semanas.

Para el cálculo de los tiempos se han considerado los rendimientos generados por el contratista que desarrolló el proyecto Construcción del Patio de Contenedores del Puerto de Acajutla, en 2019, de acuerdo con lo mostrado en la tabla 40.

**Tabla 40.**

*Definición de tiempos para programación de obra*

Descripción	Cantidad	U	Rendimiento	Tiempo necesario	Tiempo semanas
<b>Instalaciones provisionales</b>					
Instalaciones provisionales, incluyen barda perimetral	1.00	u	0.10 de unidad por día	10 días	2.00
<b>Trazo, nivelación y tala de árboles</b>					
Trazo y nivelación	1.00	u	0.20 de unidad por día	5 días	2.00
Tala, destronchado, desraizado de árboles grandes Ø 25.0 cm o mayores, incluye desalojo	5.00	c/u	1 unidad por día	5 días	1.00
<b>Demoliciones y desmontajes</b>					
Demolición de fundaciones tipo zapatas	22.00	m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup> por día	5 días	1.00
Demolición de estructuras de protección tipo postes de Ø 0.40 x 1.00	3.00	u	5 unidades por día	1 día	0.20
Demolición de pared de ladrillo de barro	42.00	m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup> por día	1 día	0.20
Demolición de cajas de concreto 1.40 x 0.70 m	1.00	u	1 unidad por día	1 día	0.20
Demolición de cajas eléctricas 0.60 x 0.60	1.00	u	1 unidad por día	1 día	0.20
Demolición de cordón cuneta	185.00	ml	100 m por día	2 días	0.40
Demolición de losa de concreto simple de acera e = 0.15 m	470.00	m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> por día	2 días	0.40
Demolición de losas de concreto reforzado e = 0.125 m	3,480.00	m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> por día	12 días	2.40
Demolición de pavimentos de concreto simple e = 0.20 m	200.00	m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> por día	1 día	0.20
Desmontaje de postes de concreto de alumbrado	3.00	u	5 por día	1 día	0.20
Demolición de muros de mampostería de piedra h = 1.00 x l = 38.08	40.00	m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup> por día	2 día	0.40
Desmontaje de pavimentos de adoquín	800.00	m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup> por día	4 días	0.80
Desmontaje de torres monopolo y luminarias existentes	4.00	u	5 por día	1 día	0.20
Desmontaje de postes eléctricos	4.00	u	5 por día	1 día	0.20
<b>Terracería</b>					
Excavación masiva de material inadecuado, incluye desalojo del material sobrante fuera de las instalaciones del puerto a un sitio autorizado por el MARN	10,365.00	m <sup>3</sup>	60 viajes por día de 16 m <sup>3</sup> , total 960 m <sup>3</sup> al día	11 días	2.20
Nivelación y estabilización de subrasantes, incluye escarificado y compactación en fondo de corte para iniciar relleno compactado, e = 20 cm, al 95 % del Proctor T-180	1,385.00	m <sup>3</sup>	700 m <sup>3</sup> día	2 días	0.40

Descripción	Cantidad	U	Rendimiento	Tiempo necesario	Tiempo semanas
Relleno compactado con suelo acarreado al 95 % del Proctor T-180	6,220.00	m <sup>3</sup>	40 viajes por día de 16 m <sup>3</sup> , total 640 m <sup>3</sup> al día	10 días	2.00
Base de suelo cemento e = 0.30, resistencia de 28 kg/cm <sup>2</sup> a siete días y compactado al 95 % del Proctor T-180, con suelo acarreado, para pavimento de concreto hidráulico	2,075.00	m <sup>3</sup>	30 viajes por día de 16 m <sup>3</sup> , total 480 m <sup>3</sup> al día	5 días	1.00
Suelo-cemento fluido con una resistencia a la compresión de 12 kg/cm a 28 días	20.00	m <sup>3</sup>			0.00
<b>Pavimentos</b>					
Pavimento de concreto hidráulico f'c = 350 kg/cm <sup>2</sup> (Mr = 45 kg/cm <sup>2</sup> ), espesor de 32.0 cm, incluye dovelas, barras de anclaje, construcción y sello de juntas de expansión, contracción y construcción	2,215.00	m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup> por día	23 días	4.60
<b>Estructuras de concreto</b>					
Excavación para cimentaciones	200.00	m <sup>3</sup>	50 m <sup>3</sup> por día	4 días	0.80
Relleno compactado con material de acarreo al 95 % del Proctor T-180 para cimentaciones	100.00	m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup> por día	4 días	0.80
Relleno compactado con suelo-cemento y material de acarreo al 95 % del Proctor T-180 para cimentaciones	9.00	m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup> por día	1 día	0.20
Muro de concreto	110.00	m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup> por día	11 días	2.20
<b>Instalaciones aguas lluvias</b>					
Construcción de caja tragante para ALL 1.50 x 0.75 x 1.00	1.00	u	10 días por c/u	10 días	2.00
Canaleta media caña r = 0.30 m e = 0.05 m	92.00	m	20 metros por día	5 días	1.00
Canaleta reforzada de 0.50 x 0.50 x 0.20 m, incluye parrilla de tubo HoGo Ø 6" chapa 14 @ 0.20 y ángulo de e = 3/16"	119.66	m	10 metros por día	12 días	2.40
Caja resumidero para aguas lluvias de 0.40 x 0.40 x 0.40	7.00	u	0.7 u por día	10 días	2.00
Instalación de tubería para aguas lluvias	50.00	ml	10 ml por día	5 días	1.00
<b>Señalización</b>					
Demarcación señal de alto para tráfico vehicular color blanco RAL 9016	2.00	u	2 unidades por día	1 días	0.20
Flecha de sentido de circulación unidireccional para tráfico color blanco RAL 9016	8.00	u	4 unidades por día	2 días	0.40
Flecha de sentido de circulación cruce derecho o izquierdo, para tráfico color blanco RAL 9016	2.00	u	4 unidades por día	1 días	0.20
Flecha de sentido de circulación bidireccional, cruce derecho o izquierdo, para tráfico color blanco RAL 9017	2.00	u	4 unidades por día	1 días	0.20
Línea continua para carril de circulación de tráfico vehicular color blanco RAL 9016	300.00	ml	150 ml por día	2 días	0.40

Descripción	Cantidad	U	Rendimiento	Tiempo necesario	Tiempo semanas
Línea discontinua para tráfico vehicular color blanco RAL 9016	600.00	ml	300 ml por día	2 días	0.40
Instalación de vialetas	60.00	u	30 u por día	2 días	0.40
Demarcación de línea blanca 0.40 m ancho para alto	6.00	m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup> día	1 día	0.20
<b>Instalaciones eléctricas</b>					
Suministro e instalación de torres monopolo de 20 metros, para iluminación del patio	4.00	u	Suministro 95 días, instalación 20 días	Suministro 95 días, instalación 20 días	19.00 4.00
Suministro e instalación de luminarias para torres monopolo, incluyendo su instalación eléctrica	24.00	u	Suministro 95 días, instalación 20 días	Suministro 95 días, instalación 20 días	19.00 4.00
<b>Instalaciones especiales</b>					
Suministro e instalación de cámaras de CCTV	4.00	u	Suministro 95 días, instalación 20 días	Suministro 95 días, instalación 20 días	19.00 4.00
<b>Obras de mitigación</b>					
Engramado	240.00	m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup> por día	10 días	2.00
<b>Limpieza y desalojo</b>					
Limpieza y desalojo	1.00	u	0.20 u por día	5 días	1.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 se observa que los tiempos de importación de los equipos determinan el plazo de ejecución del proyecto, que al final resulta en 28 semanas, y queda estipulado en la figura 55.

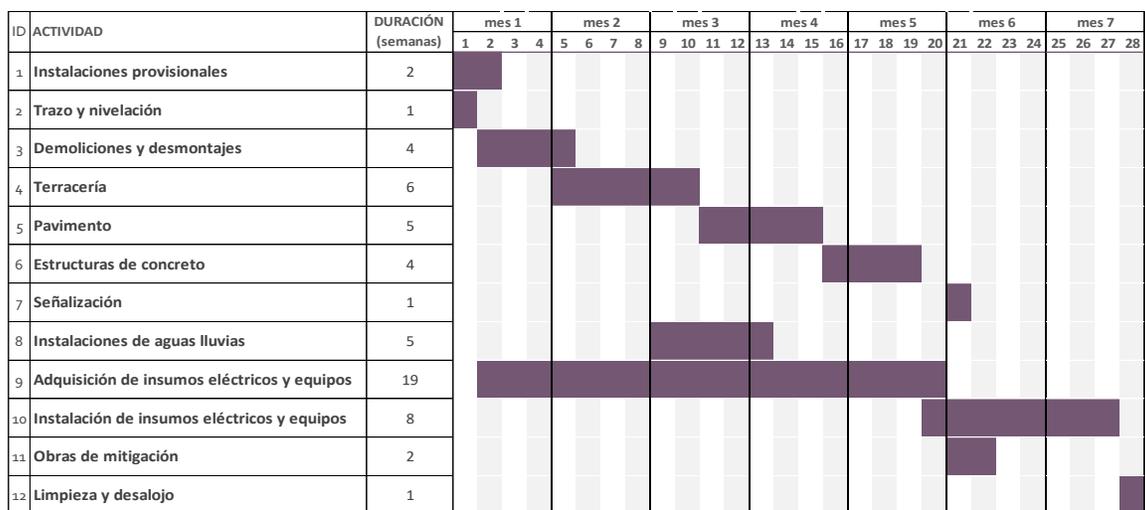


Figura 55. Diagrama de GANTT programación de obra

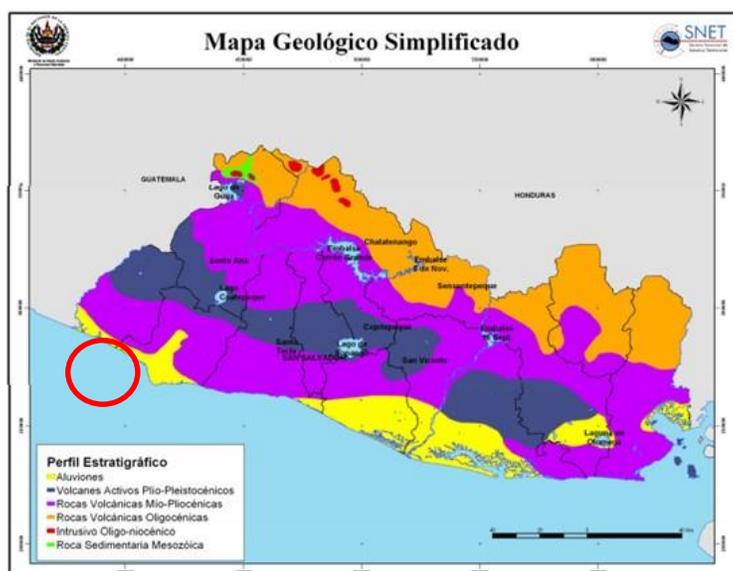
Fuente: Elaboración propia

## Capítulo VI. Estudio ambiental

En este apartado se hará un inventario ambiental de las condiciones principales sobre las que pueda influir la ejecución del proyecto, con la finalidad de proporcionar un componente ambiental base que se pueda utilizar en el futuro para la ejecución de este, tomando en cuenta la premisa de que el mejor impacto es el que no se produce.

### 6.1. Entorno del proyecto

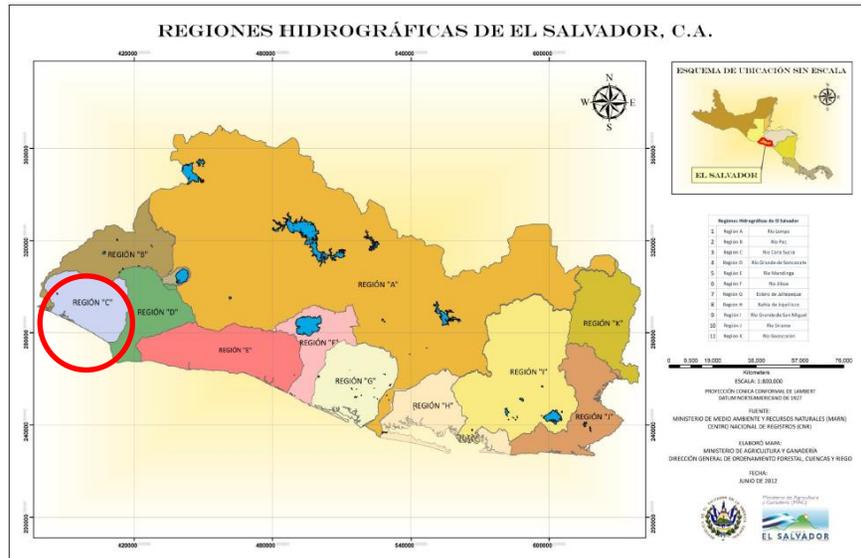
El entorno en el que se llevará a cabo esta evaluación ambiental del proyecto serán los límites de propiedad del puerto de Acajutla. Se tomarán algunos datos del entorno para generar un contexto para el desarrollo del estudio.



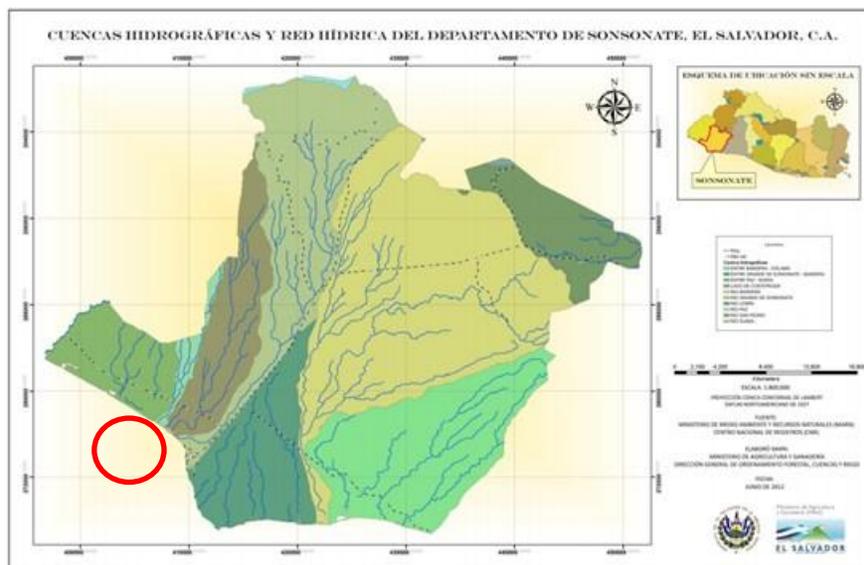
**Figura 56.** Mapa geológico simplificado de El Salvador

Fuente: SNET

El puerto de Acajutla se encuentra ubicado en la unidad geomorfológica denominada planicie costera de Sonsonate, la cual se caracteriza por su topografía plana y de muy poca pendiente, con una clasificación geológica de aluviones de acuerdo con el mapa geológico simplificado de El Salvador del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Los materiales geológicos del aluvión son piroclásticos retrabajados con depósitos de más de 20 metros de espesor, con intercalación de sedimentos fluviales y arcillas lacustres.

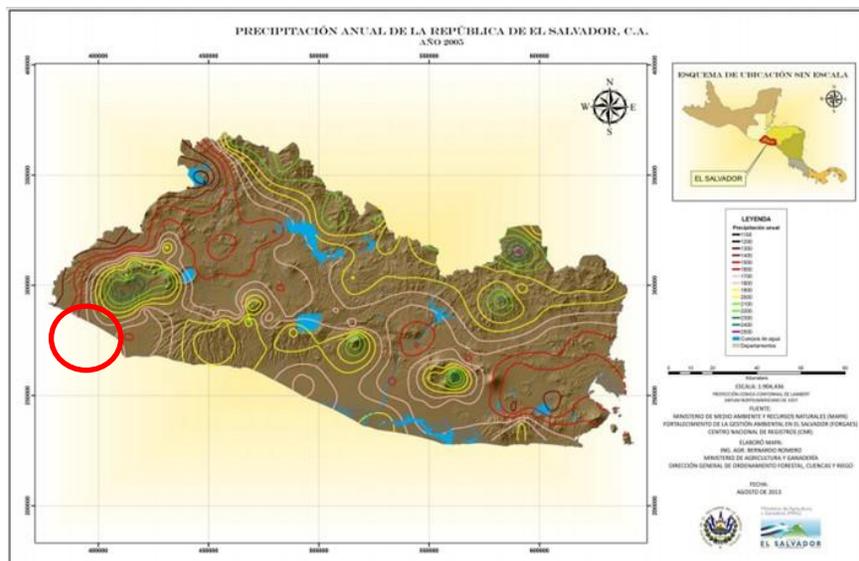


**Figura 57.** *Regiones hidrográficas de El Salvador*  
 Fuente: MAG (2012, p. 7)



**Figura 58.** *Cuencas hidrográficas y red hídrica del departamento de Sonsonate, El Salvador*  
 Fuente: MAG (2012, p. 8)

Hidrográficamente, el puerto de Acajutla se encuentra sobre la cuenca del río Grande, de Sonsonate, en la región D de la clasificación de las regiones hidrográficas de El Salvador elaborada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).



**Figura 59.** Mapa de precipitación anual de la República de El Salvador

Fuente: MAG (2012)

El puerto de Acajutla se encuentra en una región de precipitación media de entre 1,700 y 1,800 mm por año. El terreno se sitúa a una altura promedio de 15 m s. n. m., a la orilla del mar en la zona climática de sabanas tropicales calientes o tierra caliente, cuyo rango de altitud es de 0 a 800 metros sobre el nivel del mar (Instituto Geográfico Nacional, 1979, 1993), según la clasificación climática de Koppen, Saper y Lauer.

Como ya se mencionó, las instalaciones se encuentran en la cuenca de la región hidrográfica D, en la parte de aguas abajo de esta, y están asentadas sobre el acuífero D2 Sonsonate, sobre la unidad hidrogeológica de lavas cuaternarias y piroclastos que generan una recarga de 143,000,000 m<sup>3</sup> por año para una extensión superficial de 300 km<sup>2</sup>, según datos de M. Guevara, W. Hernández, C. Rivas y E. Márquez (2006, p. 84).

## 6.2. Identificación de impactos operativos

Para efecto del presente apartado, se tomará como referencia el *Estudio de diagnóstico ambiental de puerto de Acajutla*, elaborado para CEPA en 2001 y que fue presentado en su momento al MARN para obtener el permiso de funcionamiento vigente de las instalaciones portuarias.

### ***6.2.1. Proceso de carga y descarga de productos***

De acuerdo con el *Estudio de diagnóstico ambiental del puerto de Acajutla*, el énfasis de este se definió en la determinación de los impactos negativos que se generan debido a las operaciones de las instalaciones, para con esto establecer medidas que producen una armonía con el medioambiente. Esto dará un marco de referencia para establecer el contexto con el que más adelante se definirán los posibles impactos producto de la ejecución del proyecto.

En el diagnóstico referido se establece que, para evaluar los impactos negativos sobre el medioambiente que son producto de la operación del puerto, hicieron entrevistas con personal que labora en el puerto, mediciones de ruido y muestreos de vertidos líquidos y de agua potable, para evaluar cuantitativamente los impactos que fueron identificados.

Para esto se tomaron en consideración todas las operaciones de carga y descarga hechas en el puerto de Acajutla, y para esto se definieron el proceso y el diagrama que se detallan en los apartados siguientes.

#### **6.2.1.1. Arribo de buques.**

La agencia naviera anuncia la llegada del buque al puerto. En caso de que esté ocupado el atracadero que utilizará, se fondea para esperar en rada, para posteriormente ser atracado con la ayuda del piloto que conoce el puerto y los remolcadores.

Para los buques que transportan productos derivados del petróleo se cuenta con dos sistemas de boyas para el amarre de estos, además de las tomas de tuberías en los muelles A y C.

#### **6.2.1.2. Carga y descarga.**

Los buques que atracan en los muelles transportan carga de graneles líquidos, graneles sólidos, carga general, carga en contenedores y carga rodada.

##### ***6.2.1.2.1. Descarga de graneles.***

Los graneles sólidos se descargan con la ayuda de almejas que operan desde la grúa del barco para los muelles A y B, las grúas móviles ubicadas en el Muelle C o con la unidad de carga y descarga que opera para la parte poniente del Muelle B.

La descarga se hace hacia tolvas para el llenado de camiones o hacia la banda transportadora, que la lleva directamente hacia las bodegas internas del puerto, a las bodegas externas o a los silos de importadores.

Los graneles líquidos se cargan y descargan a través de tuberías acomodadas convenientemente en los muelles A y C, tales como aceites y grasas, soda cáustica, alcohol, melaza y derivados del petróleo.

#### 6.2.1.2.2. Descarga de mercadería general.

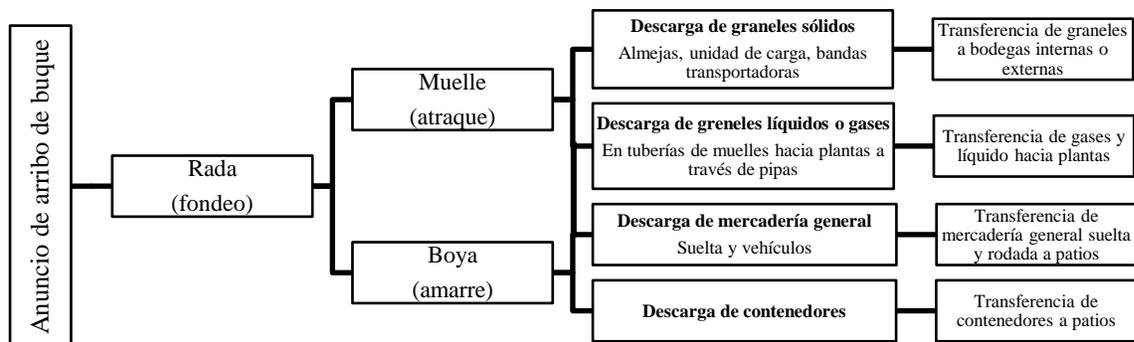
Los productos de carga general se muestran en forma suelta, tales como productos de hierro, repuestos, vehículos, palés y otros.

#### 6.2.1.2.3. Descarga de contenedores.

Se hace la descarga de productos movidos por medio de contenedores. Estos son descargados en longitudes de 20, 40 y 42 pies. La capacidad máxima para la carga a través de contenedores se establece en 30 toneladas.

#### 6.2.1.3. Transferencia.

Desde los buques se debe movilizar la carga de graneles líquidos, graneles sólidos, carga general, carga en contenedores y carga rodada. En la figura 60 se muestra esquemáticamente el proceso de descarga de productos desde los buques hacia los patios o las bodegas del puerto de Acajutla.



**Figura 60.** Proceso de descarga de productos en el puerto de Acajutla

Fuente: Estudio de diagnóstico ambiental del puerto de Acajutla

#### **6.2.1.3.1. Graneles.**

La transferencia de graneles sólidos se hace directamente a las plantas receptoras y expendedoras por medio de camiones. También se lleva a cabo a través de la banda transportadora, que los lleva directamente hacia las bodegas internas del puerto, las bodegas externas o los silos de importadores.

Los graneles líquidos se cargan y descargan por medio de tuberías acomodadas convenientemente en los muelles A y C, desde y hacia los tanques de almacenamiento de las empresas relacionadas.

#### **6.2.1.3.2. Carga general.**

Los productos de carga general suelta se trasladan en camiones hacia los patios del puerto para almacenamiento y resguardo temporal. Este es un servicio prestado por el puerto a través de medios de transporte de empresas contratadas para el traslado interno.

La movilización externa hacia sitios de almacenamiento fuera del puerto como destino final la llevan a cabo los dueños de la carga en camiones de su propiedad o por medio de empresas de transportistas que ellos contratan para tal fin, previo trámite de salida del producto realizado con la Administración General de Aduanas.

La carga rodada (vehículos) se transporta por sus propios medios desde los buques hasta los patios de bodegaje temporal en el recinto portuario. La salida del puerto hacia su destino final la llevan a cabo rodando de forma individual o en grupos sobre camiones especiales de transporte de vehículos.

#### **6.2.1.3.3. Contenedores.**

Estos se movilizan por medio de vehículos de transporte con chasis especialmente adecuados para el transporte de contenedores de 20, 40 o 42 pies, lo cual es un servicio prestado por el puerto a través de medios de transporte de empresas contratadas para el traslado interno. Se trasladan directamente a los patios del recinto fiscal del puerto, donde se almacenan y resguardan temporalmente para aguardar las gestiones aduanales.

### 6.2.2. Impactos generados por la operación

La operación de descarga de productos en el puerto de Acajutla mostrada en la figura 60 está compuesta por diversas actividades que en mayor o menor grado generan impactos negativos en el medioambiente. De acuerdo con el *Diagnóstico ambiental del puerto de Acajutla*, en el numeral 7.3 (priorización de impactos negativos), los impactos más relevantes en función de las operaciones son los siguientes: los riesgos ocupacionales, la afectación de la salud ocupacional, la generación de desechos sólidos, la contaminación por ruido y la afectación de la calidad del agua de la zona costera por derrames de graneles.

En la tabla 41 se muestran las principales actividades que generan impactos negativos en diferentes grados dentro del puerto, así como los factores ambientales afectados.

**Tabla 41.**

*Actividades que generan impactos y factor ambiental afectado*

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Factor ambiental afectado</b>
Carga y descarga de mercancías	Riesgo de tripulación y cuadrillas de trabajadores, generación de polvos, caída de la mercadería	Atmósfera y antrópico
Transporte de carga	Riesgo de tripulación, trabajadores y mercadería	Antrópico
Almacenamiento de combustible	Explosión, incendio, derrames, riesgo en el transporte	Aire, suelo y antrópico
Almacenaje de carga	Incendio de la mercadería, riesgo para trabajadores y empleados, descomposición de productos	Atmósfera y antrópico
Circulación vehicular dentro de recinto portuario	Generación de gases y ruidos	Atmósfera
Lavado de maquinaria y de equipo	Disturbios de capas bentónicas, alteración de costa y lecho marino	Recurso costero-marino
Lavado de muelles	Disturbios de capas bentónicas, alteración de costa y lecho marino	Recurso costero-marino
Atraque de buques en muelles	Generación de gases, derrame de aceites, ruido y generación de desechos sólidos y líquidos	Aire, suelo, fauna, antrópico y agua
Limpieza de tuberías	Ruido y generación de desechos líquidos	Aire y agua
Actividades del personal y atención al público	Generación de desechos sólidos, aguas negras, desechos orgánicos y demanda de agua	Suelo y agua
Mantenimiento de infraestructura y equipo	Riesgo ocupacional, salud y ecológico	Agua, suelo, fauna y antrópico
Comercios detallistas en el recinto portuario	Generación de desechos sólidos, orgánicos, uso de agua y transporte, riesgos y salud	Aire, suelo, agua, salud y riesgo ocupacional
Incineración de desechos sólidos	Emisiones a la atmósfera y lixiviados al suelo y al manto freático	Aire, suelo y agua

Fuente: *Estudio de diagnóstico ambiental del puerto de Acajutla*

### **6.3. Identificación de impactos del proyecto**

#### **6.3.1. Identificación de impactos en el medio físico**

##### **6.3.1.1. Aire.**

**Ruido.** Debido a los trabajos para la ejecución del proyecto, se producirán ruidos que son generados por la maquinaria utilizada para las excavaciones, compactaciones y otras actividades que utilizan sierras para cortar madera, pulidoras, demolidores, etcétera.

**Material particulado.** Durante toda la ejecución del proyecto se generarán partículas de polvo que son producto de las excavaciones y compactaciones, de la carga y descarga de suelo del lugar o acarreado y de la movilización de cemento.

También se generan emisiones que son producto de la combustión de vehículos, unidades de transporte y equipos en general.

##### **6.3.1.2. Agua.**

**Agua superficial.** La escorrentía superficial que se genere por precipitaciones pluviales será canalizada a través de la red de aguas lluvias existente y de esta a los canales de desagüe del puerto para su descarga al mar.

El agua que resulta del tratamiento de las residuales comunes es vertida a los canales de drenaje existentes para su tránsito hacia el mar. El efluente cumple los parámetros definidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO) 13.49.01:09.

**Agua subterránea.** El terreno sobre el que se desarrollará el proyecto es un área que anteriormente era techada; es decir, el terreno ya estaba impermeabilizado. Cuenta con una extensa losa de piso, que con el paso de los años se ha deteriorado.

Con la ejecución del proyecto se impermeabilizará toda el área, con lo que se evitará la infiltración de agua que genere recarga en los mantos acuíferos existentes, aunque esto modificará muy poco la condición actual. Los pozos cercanos están afectados por la salinidad debido a su cercanía con la playa, por lo que generan agua salobre que no es apta para el consumo humano.

Las aguas residuales que se generen durante la ejecución del proyecto serán desalojadas y trasladadas para ser tratadas como disposición final.

### **6.3.1.3. Suelo.**

Las capas de suelo superficiales no son adecuadas para la cimentación de estructuras debido a la presencia de arcillas, por lo cual debe excavarse un gran volumen de este material, que deberá ser desalojado hacia un sitio autorizado para su disposición final.

Asimismo, para generar los rellenos compactados de las terrazas que se lleven a cabo, deberá incorporarse al proyecto material fresco desde bancos de préstamo. También se añadirán al proyecto otros materiales, como arena, piedra y grava, provenientes de canteras que deberán estar autorizadas para su explotación.

## **6.3.2. Identificación de impactos en el medio biológico**

### **6.3.2.1. Flora.**

**Árboles.** En los perímetros sur y poniente del proyecto (calle de por medio) se encuentra una línea de árboles que no será afectada por la ejecución de este, lo cual ayudará a mantener las condiciones de la vegetación del sitio.

Sin embargo, en el costado poniente del sitio del proyecto se encuentran tres árboles de amate con altura a nivel de pecho mayor que 20 cm, y están en el límite del área de construcción que resultará afectada por su ejecución.

### **6.3.2.2. Fauna.**

**Aves.** Se avistan en la zona aves estacionarias que habitan en los alrededores, tales como zanates, palomas de castilla y otras que cubren mucho espacio, como aves de rapiña y de caza, como halcones y gavilanes.

**Reptiles.** Los reptiles avistados en la zona son principalmente garrobos, iguanas y otros más pequeños, como lagartijas, que se esconden en las rendijas de piedras y en los huecos de los árboles que hay en los alrededores del sitio del proyecto.

### **6.3.3. Identificación de impactos en el medio social**

#### **6.3.3.1. Laboral.**

Durante la etapa de construcción y operación se crearán fuentes de empleo temporales y permanentes, que generarán ingresos a los pobladores del municipio de Acajutla y de sus alrededores, lo cual producirá un beneficio directo a la economía de la zona.

#### **6.3.3.2. Salud.**

La salud se verá beneficiada al tomar en consideración que, al generarse fuentes de empleo durante la etapa de construcción y operación, los empleados deberán ser inscritos al Seguro Social, donde podrán solicitar asistencia para atender enfermedades comunes o laborales.

#### **6.3.3.3. Generación de desechos sólidos.**

Durante la etapa de construcción y operación se producirán desechos comunes y de la construcción que deberán ser desalojados para su disposición final. Los desechos comunes son entregados a la alcaldía del municipio de Acajutla, que tiene un convenio para la disposición final en relleno sanitario.

Para el caso del desalojo de ripio que será generado como parte del proyecto, deberá considerarse un lugar de disposición final autorizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el cual puede estar ubicado en una propiedad pública o privada.

## **6.4. Evaluación de impactos**

### **6.4.1. Matriz de valoración de impactos**

Para la valoración de los impactos se utilizará la matriz de Leopold, en la cual se hará una relación de doble entrada de los factores ambientales afectados por las diferentes actividades del proyecto que se ejecutará y la valoración de estos en función de su magnitud e importancia.

En el Anexo 2 se muestra la matriz utilizada para la evaluación del proyecto.

## **6.5. Mitigación de impactos**

### ***6.5.1. Plan de Manejo Ambiental***

Para la mitigación de los impactos negativos generados por la implementación del proyecto, se debe llevar a cabo un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que detalle las acciones concretas que se ejecutarán para tal fin. A manera de propuesta y tomando en consideración los lineamientos del MARN, se define un PMA, que se muestra en el Anexo 3, al final de este documento.

## **6.6. Conclusiones medioambientales**

Tomando en consideración la evaluación de los impactos que se generarán para la ejecución del proyecto, se pueden categorizar como leves, ya que el emplazamiento se encuentra dentro del complejo industrial del puerto de Acajutla, donde antes estaba construida una bodega de almacenamiento de graneles previamente impermeabilizada; además, pocos árboles se verán afectados, por lo que se prevé que el propietario no tenga inconvenientes en cuanto a la obtención del permiso ambiental en la categoría de no requerimiento de estudio de impacto ambiental (EIA), lo cual generará la factibilidad ambiental del proyecto.

## **Capítulo VII. Estudio legal**

### **7.1. Legislación aplicable**

#### ***7.1.1. Constitución Política***

La Constitución de la República de El Salvador establece en el artículo 234 que los contratos de ejecución de obras públicas se deben llevar a cabo por medio del proceso de licitación. Esto tiene el objetivo de evitar la discrecionalidad del funcionario, ya que se deben someter los procesos a competencia para obtener las propuestas técnicas y económicas más favorables para el ente público que los promociona, además de que la convocatoria y el proceso en general se desarrollan de forma pública. Esta es la base para la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública.

Asimismo, en el artículo 38 se establecen los derechos generales de los trabajadores para el momento en que el proyecto esté en ejecución u operación, e incluye lo definido en el artículo 50, correspondiente al derecho de la seguridad social de los trabajadores. Cada uno está desarrollado en el Código de Trabajo y en la Ley del Seguro Social, respectivamente.

En el artículo 117 se le asigna al Estado el deber de proteger los recursos naturales y se introduce el concepto de desarrollo sostenible; es decir, que los recursos naturales sean aprovechados por las comunidades de una forma amigable con el medioambiente, de modo que se generen acciones que permitan la renovación. Este aspecto es desarrollado ampliamente por la ley respectiva.

#### ***7.1.2. Ley Orgánica de CEPA***

La Ley Orgánica de CEPA fue definida en el decreto legislativo 455 y publicada en el *Diario Oficial* 206, tomo 209, del 11 de noviembre de 1965, mediante la cual, en el artículo 1, se crea la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma en sustitución de la anterior Comisión Ejecutiva del Puerto de Acajutla, y su objeto es definido en el artículo 2 para la administración, explotación, dirección y ejecución de las operaciones portuarias; asimismo, se le otorga la administración, explotación y dirección del sistema ferroviario nacional.

En el artículo 3 se da la definición de puerto, para lo cual fue necesaria una interpretación auténtica mediante el decreto legislativo 681, del 18 de abril de 1996, con lo que se amplió el concepto de “puertos marítimos” y se incluyó el de “puertos aéreos” para homologar dicho cuerpo normativo a la existencia de la Ley para la Construcción, Administración y Operación del Nuevo Aeropuerto Internacional de El Salvador, promulgada por medio del decreto legislativo 600, del 24 de mayo de 1974.

En el artículo 4 de la Ley Orgánica de la CEPA se le definen diversas funciones y atribuciones. En el literal f se menciona que le corresponde la recepción, entrega, el transporte, almacenaje y control de mercadería de importación y exportación, y la letra h dictamina sobre los proyectos de construcción, ampliación y mantenimiento que se desarrollen en las instalaciones portuarias.

### ***7.1.3. Ley General Marítima Portuaria***

Mediante el decreto legislativo 994, publicado en el *Diario Oficial* 182, tomo 357, de fecha 1.º de octubre de 2002, se promulgó la Ley General Marítimo Portuaria, cuyo artículo 1 define como objeto, entre otros, las regulaciones relacionadas con la construcción, rehabilitación, administración, operación y mantenimiento de los puertos nacionales en general.

En el artículo 8 del Reglamento de Operaciones Portuarias se define que los prestadores de servicio portuario serán autorizados por la Autoridad Marítima Portuaria (AMP). Asimismo, en el artículo 1 del Reglamento de Obras Marítimas y Portuarias se establecen las normas complementarias para las regulaciones y los procedimientos técnicos que regirán el proceso de planificación, construcción, rehabilitación, remodelación, ampliación y mantenimiento de la infraestructura portuaria, así como las autorizaciones correspondientes que deberán seguir los operadores autorizados.

### ***7.1.4. Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública***

En la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública, emitida en el decreto legislativo 868, publicado en el *Diario Oficial* 88, tomo 347, el 15 de mayo de 2000, y en posteriores reformas se define en el artículo 1 que su objeto es regular las adquisiciones y los contratos que deben celebrar las instituciones de la administración pública para la ejecución de obras y adquirir bienes y servicios.

Ya que el proyecto en referencia deberá ser ejecutado como un contrato de obra pública, aplica la utilización de esta normativa jurídica.

### ***7.1.5. Ley de Medio Ambiente***

Todo marco regulatorio en materia de medioambiente está basado en la ley respectiva, la cual fue establecida en el decreto legislativo 233, publicado en el *Diario Oficial* 79, tomo 339, del 4 de mayo de 1998. La citada ley establece en el artículo 1, entre otros aspectos, que su objeto es

normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado.

También en el artículo 22 se menciona que el titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera permiso ambiental para su realización, funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión deberá presentar al ministerio el formulario ambiental que se requiera, de modo que se gestione el permiso de ejecución correspondiente. La información presentada servirá para que el ministerio evalúe la magnitud del proyecto y defina si es necesario un estudio de impacto ambiental.

#### ***7.1.6 Ley Orgánica de Administración Financiera del Estado***

Tomando en consideración que el proyecto en referencia será desarrollado como proyecto de inversión en el presupuesto institucional de la CEPA, este debe estar enmarcado en la Ley Orgánica de Administración Financiera del Estado (Ley AFI), y debe seguir la política financiera del sector público para que sea consistente y compatible con los objetivos del Gobierno Central.

#### ***7.1.7. Ley de Procedimientos Administrativos***

La Ley de Procedimientos Administrativos regula las actuaciones de la administración pública, con pleno sometimiento al orden jurídico. En tal sentido, de acuerdo con lo definido en el artículo 6 de esa ley, los documentos y expedientes administrativos en cada oficina deberán ser agrupados, catalogados y archivados en función de sus características y formatos comunes, con el objeto de facilitar su manejo y comprensión. Asimismo, en el artículo 8 se define que el expediente administrativo es el conjunto ordenado de documentos y actuaciones que sirven de antecedente y fundamento para la resolución administrativa, así como para las diligencias encaminadas a ejecutarla.

Es decir, de acuerdo con lo definido en la Ley de Procedimientos Administrativos, es obligación del funcionario tener un expediente con documentación, pruebas, dictámenes, informes, acuerdos, notificaciones y demás diligencias generadas para atender cualquier requerimiento administrativo solicitado por la ciudadanía, siempre siguiendo procedimientos ágiles y con la menor dilación posible.

#### ***7.1.8. Servicios municipales de la ciudad de Acajutla***

Para el caso en estudio, la municipalidad de Acajutla tiene influencia en la ejecución del proyecto, ya que en la Ordenanza Reguladora de Tasas por Servicios Municipales de Acajutla, departamento de Sonsonate, en el artículo 8, número 7, letra g, sobre permisos de construcción, remodelación, reparaciones y ampliaciones, se establecen los montos que se deben pagar como

permisos de construcción de cualquier proyecto de ejecución de obras que se desarrolle en el municipio.

## **7.2. Permisos para el desarrollo del proyecto**

De acuerdo con el marco legal aplicable, para el desarrollo del proyecto se deberán cumplir los trámites previos para obtener los permisos para ejecutarlo. Todos estos deben estar listos antes del inicio del proyecto, a fin de evitar atrasos por no tenerlos, lo cual puede ser generado por suspensiones que son producto de inspecciones de las diversas instituciones fiscalizadoras, o por incumplimientos a leyes o reglamentos correspondientes.

### ***7.2.1. Permisos de Medio Ambiente***

Para tramitar el permiso en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), inicialmente se debe recopilar información básica, que será introducida en el enlace definido en el sitio web de esa cartera de Estado.

Se deberán seguir los pasos que están definidos en este enlace: <http://seaweb.marn.gob.sv:8080/eseapublic/#>. Se debe tener en cuenta que el titular deberá cumplir las normativas ambientales y trabajar de forma coordinada con el MARN.

Estos pasos también deben ser cumplidos para los permisos complementarios necesarios para la ejecución del proyecto, tales como explotación de materiales pétreos de cantera o río, explotación del banco de préstamo de material selecto, planta de producción de concreto instalada en el sitio y lugar de disposición final de los materiales de desalojo.

#### **7.2.1.1. Presentación y recepción del formulario ambiental.**

En el Sistema de Evaluación Ambiental, el titular de cualquier actividad, obra o proyecto público o privado presenta al MARN el formulario ambiental, el cual se somete a revisión para determinar si cumple o no los requisitos formales establecidos para su recepción. En términos generales, se incluye la siguiente información básica:

- Nombre de la obra o del proyecto
- Dirección del proyecto, incluyendo coordenadas geográficas
- Monto del proyecto

- Copia de escritura del inmueble donde se desarrollará el proyecto
- Breve descripción del proyecto
- Área por intervenir (m<sup>2</sup>)
- Construcción de vías de acceso
- Listado de árboles por talar con diámetros  $\geq 0.20$  m y  $\geq 0.50$  m; y los arbustos con diámetros  $< 0.20$  m, incluyendo su nombre científico
- Altura y pendiente máximas de talud más desfavorable proyectado en grados, si procede
- Volumen en m<sup>3</sup> del material que se prevé desalojar durante la construcción del proyecto
- Tipo de abastecimiento de agua que tendrá el proyecto (requerirá de perforación de pozo, etc.)
- Demanda media diaria de agua (l/s) durante la construcción y el funcionamiento de la obra
- Caudal de aguas residuales que se generará durante la etapa de funcionamiento del proyecto (m<sup>3</sup>/día), cuál será el tipo de tratamiento de las aguas residuales y cuál será el punto de descarga de estas
- Caudal de aguas residuales de tipo especial que generará el proyecto
- Detalle de la forma del manejo de las aguas lluvias
- Tratamiento que se les dará a los residuos sólidos durante el funcionamiento
- Almacenaje de sustancias o desechos peligrosos, y los que requerirán tratamiento durante la etapa de funcionamiento del proyecto
- Volumen del material proveniente del banco de préstamo que se utilizará durante el proyecto (tierra blanca, materiales pétreos, etc.)
- Planos del proyecto con el esquema de ubicación

Con la información vertida en la plataforma del MARN, quien está haciendo el trámite recibe un número de identificación llamado número de proyecto (N.P.).

### **7.2.1.2. Inspección al sitio propuesto.**

En coordinación con representantes del propietario del proyecto, el MARN inspecciona el sitio de la obra o proyecto para conocer las condiciones ambientales y verificar la información que se presentó en el formulario ambiental.

### **7.2.1.3. Categorización ambiental.**

Después de la inspección, el ministerio define si la obra o el proyecto presentado por el propietario requiere o no de la presentación de un estudio de impacto ambiental (EIA), lo cual depende del tipo obra o proyecto por desarrollar y del tamaño y la naturaleza de los impactos potenciales que se puedan generar en el medioambiente.

Los dictámenes técnicos emitidos pueden ser los siguientes:

- No requerimiento de estudio de impacto ambiental
- Requerimiento de estudio de impacto ambiental

De acuerdo con las conclusiones del apartado que corresponde al estudio del impacto ambiental, este proyecto caerá en la categoría de no requerimiento de EIA.

Al cumplir las observaciones que se pudieran señalar en la información presentada en el formulario ambiental, el MARN lo aprueba y emite el requerimiento de fianza de cumplimiento ambiental.

### **7.2.1.4. Fianza de cumplimiento ambiental.**

Según el artículo 29 de la Ley de Medio Ambiente, el titular deberá emitir una fianza de cumplimiento ambiental para asegurar el cumplimiento de los programas de manejo y adecuación ambiental. Esta tendrá un monto equivalente al monto total para el cumplimiento del programa, y tendrá vigencia hasta que la última medida sea cumplida. Al presentar la fianza, el MARN emite la resolución del permiso ambiental para el proyecto.

#### **7.2.1.5. Cumplimiento ambiental.**

Para asegurar el cumplimiento de las condiciones fijadas en el permiso ambiental, el ministerio llevará a cabo el seguimiento y el control por medio de las inspecciones, auditorías de evaluación ambiental y de los informes de operación anual presentados por el titular.

#### **7.2.2. Permiso de la Autoridad Marítima Portuaria**

De acuerdo con el artículo 4 del Reglamento de Obras Marítimas y Portuarias, la AMP tiene competencias para otorgar autorizaciones para la construcción, rehabilitación, remodelación, ampliación y mantenimiento de la infraestructura y la superestructura marítima-portuaria de todos los puertos nacionales. Por ello, antes de ejecutar cualquier proyecto de este tipo, el titular de la institución deberá solicitar el permiso correspondiente enviando una solicitud a la AMP.

##### **7.2.2.1. Presentación de solicitud.**

La solicitud que presente el titular del proyecto deberá contener la siguiente información:

- Datos generales del solicitante
- Certificación literal original de los títulos que acrediten el dominio del o los inmuebles en que se ejecutará la obra
- Lugar donde se ejecutará la obra (en un plano de ubicación se deberán delimitar todos los terrenos superficiales, las zonas de influencia y las áreas acuáticas)
- Tipo y descripción de las instalaciones marítimas o portuarias que se proyectan, así como el monto de la inversión y el tiempo que demandará su construcción
- Estudio de factibilidad técnica-económica y dictamen técnico favorable emitido por el Ministerio de Hacienda
- Resolución del permiso ambiental del proyecto emitida por el MARN
- Diseño final del proyecto, que deberá incluir, como mínimo, diagnósticos, diseños estructurales, hidráulicos y eléctricos, cálculos topográficos, batimetrías, especificaciones técnicas, juego de planos completo, memoria de cálculo, programación detallada por actividad y estudios de suelos

#### **7.2.2.2. Admisión de solicitud.**

Al presentar la solicitud y cumplir los requisitos de esta, la AMP emitirá resolución si la admite o señalará observaciones para que se subsanen.

#### **7.2.2.3. Aviso público.**

Al admitir la solicitud, la AMP publicará en un diario que tenga amplia circulación a escala nacional los detalles de la solicitud para que cualquier persona se pronuncie en caso de que se considere afectada, para contar con más elementos para autorizar o denegar el desarrollo de la obra.

#### **7.2.2.4. Resolución de autorización.**

Con los insumos obtenidos en la consulta pública, la AMP emitirá la resolución en la que aprueba o desaprueba la ejecución de la obra solicitada.

#### **7.2.2.5. Fiscalización.**

La AMP fiscalizará el cumplimiento de las condiciones emitidas en la resolución de autorización del proyecto por medio de inspecciones periódicas programadas.

#### **7.2.2.6. Inicio de la obra.**

El titular de la obra deberá informar a la AMP la fecha de inicio de las obras, así como la designación de la persona de contacto para proporcionar la información requerida para el seguimiento correspondiente.

#### **7.2.2.7. Informes periódicos.**

Durante la ejecución de las obras, el titular deberá presentar informes periódicos a la AMP sobre el estado de avance de los trabajos, incluyendo los informes técnicos de control de calidad, registro fotográfico, etc. Al finalizar el proyecto se deberá presentar un informe de cierre de este.

### **7.2.3. Opinión Técnica sobre Estudios de Proyectos de Inversión**

Para su ejecución, el proyecto debe estar incluido en el Programa Anual de Preinversión (PAP) y en el Programa Anual de Inversión (PAIP) correspondientes al presupuesto general de la nación para el año en el que se vaya a ejecutar. Esta opinión técnica está a cargo de la Dirección General de Inversión y Crédito Público (DGICP), dependencia del Ministerio de Hacienda.

#### **7.2.3.1. Etapas de la fase de preinversión.**

De acuerdo con lo definido en el Manual Técnico del Sistema de Administración Financiera Integrado, deberán desarrollarse todas las fases de la preinversión, es decir, la idea, el perfil, la prefactibilidad y la factibilidad.

#### **7.2.3.2. Etapas de la fase de inversión.**

Para la etapa de inversión se incluye la etapa de diseño y la de ejecución de la obra.

**Procedimiento.** La DGICP del Ministerio de Hacienda revisa y emite una opinión sobre el contenido de los estudios de proyectos formulados y evaluados por las instituciones ejecutoras, y toma como referencia la normativa vigente, a fin de que cada uno la cumpla, específicamente con respecto al artículo 97 a de la Ley AFI.

#### **Requisitos**

- Nota de solicitud de opinión técnica por parte de la institución responsable del proyecto
- Documento del estudio al que se le dará la opinión técnica, el cual debe cumplir los requisitos establecidos en la normativa vigente
- Ingreso de la información sobre el estudio en el Sistema de Información de Inversión Pública (SIIP)
- Análisis de la información llevado a cabo por la DGICP
- Nota de remisión de observaciones (si existieran) elaborada por la DGICP al titular del proyecto
- Las instituciones ejecutoras superan las observaciones y remiten nuevamente el documento para continuar con el trámite de emisión de la opinión técnica.

- Al superar las observaciones, la DGICP elabora la nota de respuesta para la institución con la opinión técnica solicitada y genera del SIIP el reporte de la opinión técnica.

#### **7.2.4. Permiso de alcaldía**

Antes de desarrollar el proyecto se deben pagar los derechos por los permisos de construcción correspondientes a la Alcaldía Municipal de Acajutla. Para esto se deben tomar en cuenta las tablas definidas en la Ordenanza Reguladora de Tasas por Servicios Municipales del decreto 26, emitido por el concejo municipal y publicado en el *Diario Oficial* 85, tomo 353, del 2 de octubre de 2001.

#### **Procedimiento**

- El contratista que ejecutará la obra presentará a la Alcaldía Municipal de Acajutla los planos y el presupuesto del proyecto junto con la solicitud correspondiente.
- Se tasarán el pago correspondiente.
- El contratista hará el pago en la colecturía de la alcaldía.
- Emitirán el documento de permiso de construcción.

## **Capítulo VIII. Estudio económico**

En este apartado se presenta información general sobre datos contenidos en los estudios de mercado, técnicos, legales y medioambientales desarrollados previamente; asimismo, se agrega información económica relevante relacionada con la construcción del patio de almacenamiento de productos de hierro en el puerto de Acajutla, departamento de Sonsonate, El Salvador.

### **8.1. Marco referencial**

#### ***8.1.1. Antecedentes***

En el período de 2015 a 2019, el producto interno bruto (PIB) de El Salvador tuvo un crecimiento promedio de 2.40 %, según datos del Banco Central de Reserva, y se destaca que en 2019 el país tuvo el valor más alto del PIB: \$27,022.64 millones.

De acuerdo con lo anterior, el Banco Central de Reserva, en el informe económico mensual de diciembre de 2019, resalta que en ese año el dinamismo de la economía se produjo debido al incremento de actividades económicas como comercio, transporte, alojamiento y comidas, construcción e industria manufacturera, que en conjunto sumaron el 86.2 % de la tasa de crecimiento global.

Asimismo, destaca que la actividad de construcción al cierre de noviembre de 2019 registró ocho meses consecutivos de tasas positivas de crecimiento, impulsadas por la ejecución de proyectos de infraestructura privada y pública, que incluyen del tipo residencial, no residencial y obras de ingeniería civil.

#### ***8.1.2. Registro de exportaciones en El Salvador período 2015-2019***

Para el período 2015-2019, El Salvador mantuvo un comportamiento constante en el volumen de exportaciones, ya que obtuvo un valor promedio de \$5,707.42 millones, según datos del Banco Central de Reserva, lo que representa un crecimiento anual de 1.70 % para el período antes mencionado.

Dentro del mismo período cabe destacar que el rubro más participativo es el de la industria de la manufactura, con un valor promedio de exportación de \$5,170.29, lo que representa un 91 % del valor total de las exportaciones.

### 8.1.3. Registro de importaciones en El Salvador período 2015-2019

Las importaciones para el período 2015-2019 han presentado una tendencia alcista a una razón de 5 % anual, lo que representa un valor promedio de importaciones por \$10,075.56 millones, los cuales se distribuyen en los siguientes rubros:

1. **Bienes de consumo:** Representaron el 41.20 % de las importaciones de El Salvador para el período de estudio, y obtuvieron un valor promedio de \$4,152.98 millones anuales, con una tasa de crecimiento anual de 3 %, según datos de informes económicos anuales del Banco Central de Reserva.
2. **Bienes intermedios:** Representaron el 42.40 % de las importaciones de El Salvador para el período de estudio, con un valor promedio de \$4,273.20 millones anuales y una tasa de crecimiento anual de 5 %, según datos del Banco Central de Reserva.
3. **Bienes de capital:** Representaron el 16.40 % de las importaciones de El Salvador para el período de estudio, con un valor promedio de \$1,649.38 millones anuales y con una tasa de crecimiento anual de 3.40 %, según datos del Banco Central de Reserva.

### 8.2. Registros financieros puerto de Acajutla

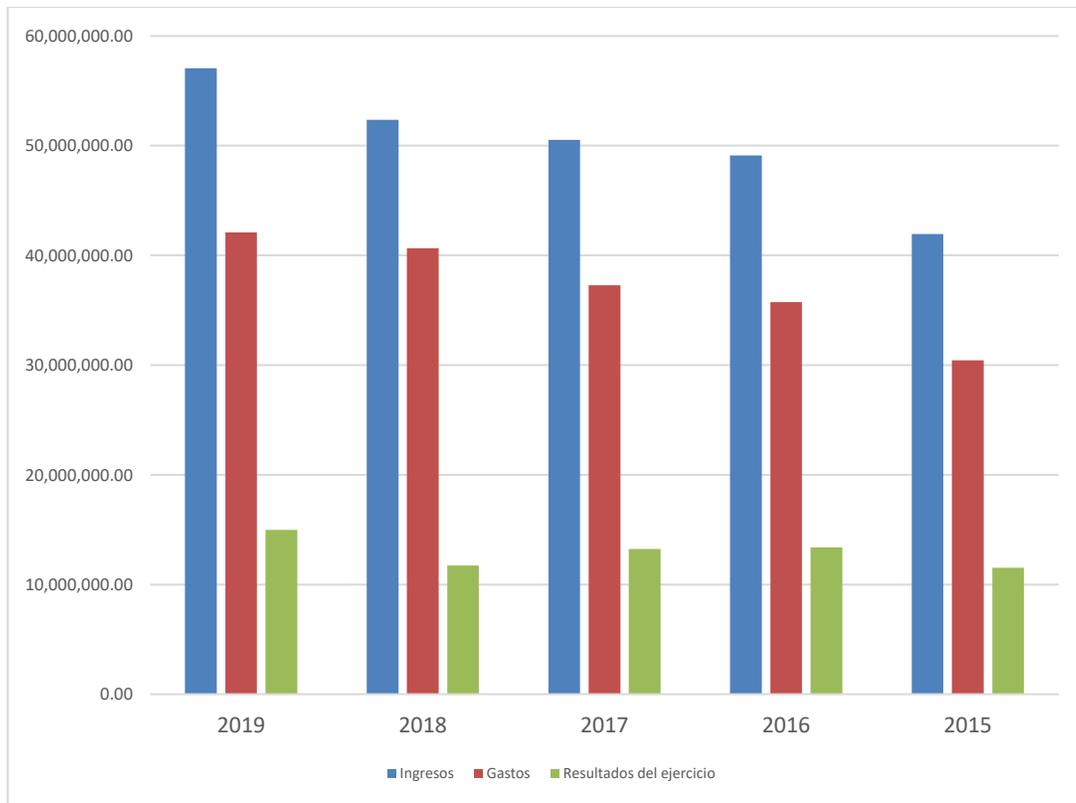
En el período 2015-2019, el puerto de Acajutla mantuvo una tendencia de crecimiento en sus ingresos debido a la actividad económica. Sin embargo, también los gastos sufrieron un incremento, lo cual generó que en 2017 y 2018 haya habido una disminución en la relación del superávit financiero (-0.91 % y -11.51 %) en comparación con los ejercicios de 2016 y 2017, respectivamente, y se logró una recuperación en 2019 (27.20 %) con respecto a 2018, lo cual se representa en la tabla 42.

**Tabla 42.**

*Análisis económico de gastos e ingresos del puerto de Acajutla*

Año	Ingresos	Gastos (\$)	Resultados del ejercicio (superávit)	Crecimiento del superávit
2019	57,054,701.68	42,083,400.20	14,971,301.48	27.70 %
2018	52,375,547.61	40,651,622.83	11,723,924.78	-11.51 %
2017	50,530,674.35	37,282,000.15	13,248,670.20	-0.91 %
2016	49,128,613.62	35,757,909.84	13,370,703.78	16.11 %
2015	41,940,702.67	30,425,260.64	11,515,442.03	

Fuente: Elaboración propia, con datos del estado de resultados del puerto de Acajutla



**Figura 61.** *Ingresos y gastos del puerto de Acajutla, período 2015-2019*

Fuente: Elaboración propia, con datos del estado de resultados del puerto de Acajutla

### 8.3. Proyección de ingresos producto de hierro

De acuerdo con lo definido en el numeral 1.3 de este documento, hubo un crecimiento de 24.8 % interanual de 2015 a 2019, lo que da un promedio anual de 4.96 % (para efecto de cálculo, se considerará el 5 %). La tendencia para los últimos cuatro años no ha sido tomando como referencia de 2016 a 2019 y ha sido bastante baja, por lo que conservadoramente se tomará el crecimiento de 5 % como la proyección de crecimiento optimista, considerando un escenario base de crecimiento de 4 % y el escenario pesimista de crecimiento de 3 %.

Con estos datos de referencia y como punto de partida los ingresos por ventas de 2019, correspondientes a lo mostrado en la última línea de la tabla 57 de este documento, se tiene un monto de partida de \$1,009,433.18, con lo cual se hace el análisis reflejado en la tabla 43.

**Tabla 43.**

*Proyecciones de ingresos por ventas*

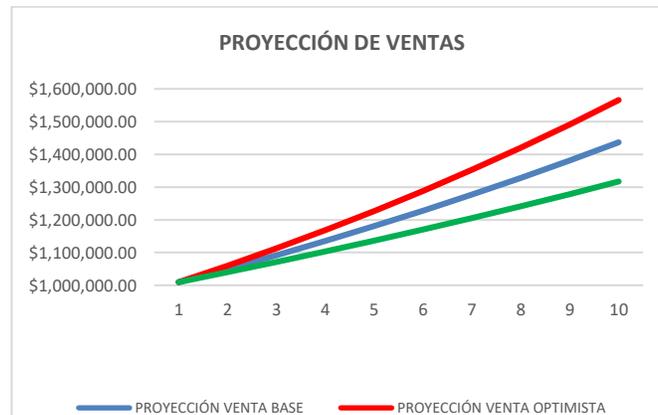
Años	PVO	PVB	PVP
1	\$1,009,433.18	\$1,009,433.18	\$1,009,433.18
2	\$1,049,810.51	\$1,059,904.84	\$1,039,716.17
3	\$1,091,802.93	\$1,112,900.08	\$1,070,907.66
4	\$1,135,475.04	\$1,168,545.08	\$1,103,034.89
5	\$1,180,894.04	\$1,226,972.34	\$1,136,125.93
6	\$1,228,129.81	\$1,288,320.95	\$1,170,209.71
7	\$1,277,255.00	\$1,352,737.00	\$1,205,316.00
8	\$1,328,345.20	\$1,420,373.85	\$1,241,475.48
9	\$1,381,479.01	\$1,491,392.54	\$1,278,719.75
10	\$1,436,738.17	\$1,565,962.17	\$1,317,081.34

Fuente: Elaboración propia

PVO = Proyección de ingresos por venta optimista

PVB = Proyección de ingresos por ventas base

PVP = Proyección de ingresos por ventas pesimista



**Figura 62.** *Proyecciones de ingresos por ventas de productos de hierro*

Fuente: Elaboración propia, con datos del estado de resultados del puerto de Acajutla

Para efecto de los cálculos financieros, se utilizará el escenario base considerando un crecimiento anual de movilización de productos de hierro de 4 %.

## Capítulo IX. Estudio financiero

Para la evaluación financiera del proyecto se calcularán los datos de entrada para generar la tabla de flujos de efectivo y hacer el cómputo de los índices financieros, como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN), así como la relación beneficio–costo y el período de retorno de la inversión.

### 9.1. Costos y ventas

Los costos de producción serán definidos con base en datos financieros del puerto de Acajutla obtenidos de consultas directas a la administración o mediante la Unidad de Acceso a la Información Pública de la CEPA.

#### 9.1.1. Costos de producción

##### 9.1.1.1. Costos de materiales diversos.

En este apartado se han considerado materiales diversos que se necesitan para el quehacer administrativo relacionado con el proyecto. Se ha calculado un costo inicial por año según se detalla en la tabla 44.

**Tabla 44.**

*Costos de materiales*

Cantidad	Concepto	Precio unitario	Costo total
1	Recipiente para alcohol en gel	\$15.00	\$15.00
1	Jabón líquido para manos	\$5.00	\$5.00
2	Resmas de papel	\$10.00	\$20.00
2	Sacabocados	\$12.00	\$24.00
2	Engrapadoras	\$10.00	\$4.00
2	Cajas de fástener	\$5.00	\$2.00
2	Cajas de clips	\$4.00	\$0.67
3	Cajas de lapiceros azules, rojos y negros	\$3.00	\$9.00
1	Caja de lápices HB2	\$4.00	\$4.00
12	Ciento de bolsas para basura	\$10.00	\$120.00
24	Papel higiénico (24 unidades)	\$13.00	\$312.00
24	Papel toalla (4 unidades)	\$6.00	\$144.00
6	Escobas	\$2.50	\$15.00
6	Trapeador	\$3.00	\$18.00
6	Desinfectante (galones)	\$5.00	\$30.00
6	Lejía (galones)	\$3.00	\$18.00
12	Focos	\$0.50	\$6.00

Cantidad	Concepto	Precio unitario	Costo total
12	Chaleco	\$3.00	\$36.00
12	Cascos de protección	\$4.00	\$48.00
12	Pares de zapatos	\$40.00	\$480.00
	Totales		\$1,310.67

Fuente: Elaboración propia

### 9.1.1.2. Costos de mano de obra.

Para este proyecto se han considerado los costos de producción de la mano de obra que intervendrá, de forma directa o indirecta, en su ejecución. Las tablas 45 y 46 especifican los detalles.

**Tabla 45.**

*Costos de mano de obra directa*

Área	Cantidad	Unidad	Salario/ mes (\$)	Factor prestaciones	% operación por mes	Meses / año	Subtotal MO (\$)
Operador de montacargas	2.00	Hombre	900.00	1.95	0.25	12	10,530.00
Operador de camión	12.00	Hombre	840.00	1.95	0.10	12	23,587.20
Cheque	2.00	Hombre	660.00	1.95	0.25	12	7,722.00
Peones	3.00	Hombre	540.00	1.95	0.25	12	9,477.00
Guardalmacén	1.00	Hombre	960.00	1.95	0.13	12	2,808.00
Total							<b>54,124.20</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 46.**

*Costos de mano de obra indirecta*

Área	Cantidad	Unidad	Salario/ mes (\$)	Factor prestaciones	% operación mes	Meses / año	Subtotal MO año (\$)
Jefe de Operaciones	1.00	Hombre	2,600.00	1.9500	0.031	12	1,886.04
Jefe de Almacén	1.00	Hombre	1,600.00	1.9500	0.031	12	1,160.64
Jefe de Mantenimiento*	1.00	Hombre	2,600.00	1.9500	0.031	12	1,886.04
Jefatura de Obras Civiles	1.00	Hombre	1,800.00	1.9500	0.031	12	1,305.72
Jefatura Eléctrica	1.00	Hombre	1,800.00	1.9500	0.031	12	1,305.72

Área	Cantidad	Unidad	Salario/ mes (\$)	Factor prestaciones	% operación mes	Meses / año	Subtotal MO año (\$)
Jefatura de Alto Rendimiento	1.00	Hombre	1,800.00	1.9500	0.031	12	1,305.72
Técnicos de mantenimiento	6.00	Hombre	1,400.00	1.9500	0.031	12	6,093.36
Cuadrilla de muelle	10.00	Hombre	650.00	1.9500	0.031	12	4,715.10
<b>Total</b>							<b>19,658.34</b>

*Nota.* \*Jefaturas: obras civiles, eléctrica y mecánica

Fuente: Elaboración propia

### 9.1.1.3. Costos de energía eléctrica y agua.

Los costos de producción de la energía eléctrica y agua potable consumida durante el período de operación específico para el proyecto también han sido incluidos; para ello, se ha tomado como referencia el aporte del patio a la producción general del puerto, según se detalla en la tabla siguiente.

**Tabla 47.**

*Costos de energía eléctrica y agua potable*

Área	Cantidad	Unidad	Cantidad (\$)	% operación por mes	Subtotal
Factura de la operadora de energía eléctrica correspondiente al Patio 6*	12.00	Mes	60,000.00	0.031	22,320.00
Factura de la ANDA correspondiente al Patio 6**	12.00	Mes	5,000.00	0.031	1,860.00
<b>Total</b>					<b>24,180.00</b>

*Nota.* \*Los \$60,000 son el costo promedio de la factura de energía eléctrica de 2019

\*\* Los \$5,000 son el costo promedio pagado a la ANDA en 2019

Fuente: Elaboración propia

### 9.1.1.4. Costos de consumo de combustible.

El consumo de combustible también interviene en la producción como parte de la operación de los equipos de transporte y manejo de carga, por lo que se ha considerado su costo según detalles de la tabla 48.

**Tabla 48.***Costos anuales de combustibles*

Área	Cantidad	Unidad	Horas / buque	Buques / año	Precio (\$)	Consumo de combustible galones/hora	Subtotal por año (\$)
Combustible diésel para montacargas	2.00	Cada uno	12.00	57.00	3.80	5.00	25,992.00*
Combustible diésel para camiones	12.00	Cada uno	12.00	57.00	3.80	4.00	124,761.60
Total							150,753.60

*Nota.* \*2 montacargas x 12 horas efectivas de trabajo x 57 buques al año x \$3.80/galón x 5 galones/hora = \$25,992 al año.

Fuente: Elaboración propia

**9.1.1.5. Costos de control de calidad.**

La tabla 49 refleja el costo del control de calidad que apoya al proceso productivo durante la operación de transporte y manejo de carga correspondiente al patio, el cual ha sido considerado en este apartado.

**Tabla 49.***Costos de mano de obra por supervisión*

Área	Cantidad	Unidad	Salario/mes (\$)	Factor prestaciones	% operación por mes	Meses / año	Subtotal MO por año (\$)
Supervisor*	1.00	Hombre	1,200.00	1.9500	0.250	12	7,020.00
Total							7,020.00

*Nota.* \*2 horas por día

Fuente: Elaboración propia

**9.1.1.6. Costos de mantenimiento.**

El mantenimiento con el que se apoya de forma indirecta el proceso productivo implica costos de materiales, mano de obra y maquinarias, los cuales se detallan en la tabla 50.

**Tabla 50.***Costos de mantenimiento*

Área	Cantidad	Unidad	Costo (\$)	Factor prestaciones	% operación por mes	Subtotal MO año (\$)	Observación
<b>Mano de obra</b>							
Limpieza	4.00	H	660.00	1.95	0.13	8,030.88	1 día por semana
Pintura de edificaciones	1.00	H	660.00	1.95	0.0032	49.42	2 semanas por año
Sello de juntas	2.00	H	660.00	1.95	0.0016	49.42	4 semanas por año cada 4 años
Administrativo (caporal)	1.00	H	1,280.00	1.95	0.25	7,488.00	1/4 de jornada por mes
Pintura de tráfico	2.00	H	660.00	1.95	0.0016	49.42	1 semana por año
<b>Materiales</b>							
Sello elástico de juntas	3,780.00	ml	3.00	1.00	0.02	2,835.00	Cada 4 años
Pintura de tráfico	1.00	galones	60.00	1.00	0.50	360.00	Medio galón por mes
Utensilios varios (escobas, rodillos, rastrillos, etcétera)	1.00	sg	150.00	1.00	0.50	900.00	50 % uso por mes
<b>Equipos y maquinarias</b>							
Mantenimiento de camiones	12.00	u	600.00	1.00	0.031	2,678.40	3.1 % de la operación
Mantenimiento de montacargas	2.00	u	900.00	1.00	0.031	669.60	3.1 % de la operación
Mantenimiento de equipo informáticos	2.00	u	60.00	1.00	0.031	44.64	3.1 % de la operación
Total						23,154.78	

Fuente: Elaboración propia

**9.1.2. Depreciación**

En este apartado se ha considerado el costo de la depreciación de los equipos que serán utilizados en la operación del patio de forma indirecta al proceso productivo, en los porcentajes respectivos de acuerdo con la ley y según a su aporte a la actividad del puerto. En la tabla 51 se muestran las cifras pertinentes.

**Tabla 51.***Depreciación básica*

Área	Cantidad	Unidad	Costo (\$)	% de depreciación	% de participación	Subtotal año (\$)	Observación
Área pavimentada de patio	1.00	U	1,200,000.00	5 %	100 %	64,500.0	5 % anual según el art. 30 de la Ley del Impuesto sobre la Renta
Montacargas	2.00	U	350,000.00	20 %	3.1 %	2,170.00	20 % anual según el art. 30 de la Ley del Impuesto sobre la Renta
Camiones	12.00	U	300,000.00	20 %	3.1 %	1,860.00	20 % anual según el art. 30 de la Ley del Impuesto sobre la Renta

Fuente: Elaboración propia

Al ampliar los datos anteriores, se obtiene la siguiente distribución.

**Tabla 52.***Costos de depreciación*

Concepto	Valor	%	Años									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipo de oficina	8,252.00	0.50	4,126.00	4,126.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Obras del patio	1,290,000.00	0.10	64,500.0	64,500.0	64,500.0	64,500.0	64,500.0	64,500.0	64,500.0	64,500.0	64,500.0	64,500.0
Montacargas	2,170.00	0.20	434.00	434.00	434.00	434.00	434.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camiones	1,860.00	0.20	372.00	372.00	372.00	372.00	372.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total			69,433.00	69,432.00	65,306.00	65,306.00	65,306.00	64,500.00	64,500.00	64,500.00	64,500.00	64,500.00

Fuente: Elaboración propia

**9.1.3. Costos de administración**

Los gastos administrativos corresponden a aquellos relacionados con los costos de dirección de las gerencias que no intervienen directamente en el proceso productivo, sino más bien son los garantes del sostenimiento administrativo y financiero del negocio, lo cual se recoge en la tabla 53.

**Tabla 53.***Costos de administración*

Área	Cantidad	Unidad	Salario/mes (\$)	Factor prestaciones	% operación por mes	Subtotal MO año (\$)
Gerente	1.00	Hombre	3,500.00	1.9500	3.1 %	2,538.90
Secretaria	5.00	Hombre	800.00	1.9500	3.1 %	2,901.60
Apoyo técnico-administrativo	4.00	Hombre	1,400.00	1.9500	3.1 %	4,062.24
Ordenanza	5.00	Hombre	650.00	1.9500	3.1 %	2,357.55
Seguridad	20.00	Hombre	850.00	1.9500	3.1 %	12,331.80
Seguridad ocupacional	2.00	Hombre	850.00	1.9500	3.1 %	1,233.18
Recursos Humanos	12.00	Hombre	850.00	1.9500	3.1 %	7,399.08
Informática	5.00	Hombre	1,000.00	1.9500	3.1 %	3,627.00
Auditoría interna	1.00	Hombre	1,800.00	1.9500	3.1 %	1,305.72
Total						37,757.07

Fuente: Elaboración propia

**9.1.4. Costos de venta**

Los gastos de venta, considerados en las tablas 54 y 55, son los relacionados con los costos invertidos en la comercialización de los servicios prestados. Para ello, la CEPA cuenta con un departamento encargado de la comercialización, los costos de publicidad y operaciones de vuelo por promociones a escala internacional, entre otros.

**Tabla 54.***Costos de venta*

Cargos	Sueldo mensual (\$)	Prestaciones	% de participación*	Total anual (\$)
Gerente de Comercialización	2,800.00	1.95	0.0155	1,015.56
Técnico de comercialización	1,600.00	1.95	0.0155	580.32
Asistente de gerencia	1,100.00	1.95	0.0155	398.97
Total				1,994.85

*Nota.* \*El porcentaje de participación se considera para puertos y aeropuertos, por lo que se divide entre 2.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 55.***Depreciación básica*

<b>Prestación del servicio</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Prestaciones</b>	<b>% participación</b>	<b>Total año (\$)</b>
Publicidad	100,000.00	1.00	0.0155	1,550.00
Operación de vuelos	12,500.00	1.00	0.0155	38.75
Total				1,588.75

Fuente: Elaboración propia

**9.1.5. Costos totales**

En la tabla 56 se resumen los costos de producción, administración y ventas.

**Tabla 56.***Resumen de costos*

<b>Concepto</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Porcentaje</b>
Costos de producción (9.1.1)	280,201.59	87 %
Costos de administración (9.1.3)	37,757.07	12 %
Costos de ventas (9.1.4)	3,583.60	1 %
Totales	253,908.26	100.00 %

Fuente: Elaboración propia

**9.1.6. Ventas totales**

Los ingresos por ventas para el manejo de los productos de hierro se han calculado de acuerdo con las tarifas aprobadas para la prestación de servicios del puerto de Acajutla, para lo cual se han hecho algunas consideraciones, las cuales se detallan a continuación.

- a) Los cálculos fueron basados en los 57 buques que arribaron al puerto de Acajutla en 2019.
- b) Se ha considerado un TRB promedio (tonelaje de registro bruto) de 29,000 toneladas para el total de buques que arribaron al puerto (el TRB es una medida de volumen).
- c) Se ha considerado una longitud promedio de eslora (longitud del barco) de 187 metros para la flota de buques que arribaron al puerto.

d) Se ha considerado una estadía promedio por buque en muelle de 24 horas.

En la tabla 57 se presentan desglosadas las consideraciones previamente mencionadas.

**Tabla 57.**

*Monto de ventas totales*

<b>Actividad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ingreso/año (\$)</b>
Atraque y desatraque	0.26	1,653,000*	TRB	429,780.00
Ayudas a la navegación	98.42	57	Buque	5,609.94
Estadía en muelle	0.17	255,816**	Metro eslora/hora	43,488.72
Estiba/desestiba de carga (TNM)	5.00	327,951	TNM	1,639,755.00
Manejo de carga (TNM)	5.26	327,951	TNM	1,725,022.26
<b>Total ingreso anual</b>				<b>3,364,777.26</b>
<b>Total ingreso patio (30 %)</b>				<b>1,009,433.18</b>

*Nota.* \*57 buques x 29,000 (TRB por buque) = 1,653,000

\*\*187 m de eslora x 57 buques x 24 horas de estadía = 255,816

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las estadísticas del puerto de Acajutla para el año de referencia (2019), del total de productos de hierro ingresados a las instalaciones, aproximadamente el 70 % es del tipo galvanizados, que requiere un almacenaje bajo techo (en bodegas) y no al aire libre, por lo que únicamente se considera el 30 % de los ingresos correspondiente al volumen que se almacena en el patio.

## **9.2. Estado de resultados**

### **9.2.1. Datos de entrada**

La inversión inicial para los cálculos subsiguientes será de \$1,290,000.00, cifra obtenida del presupuesto de ejecución elaborado. Los cálculos se harán para una vida útil de 10 años. El crecimiento anual de ingresos y gastos se tomará de los datos estadísticos de 2015 a 2019 de importación de productos de hierro, en los que se reportó un crecimiento multianual de 19.88 %, lo que representa un 4.97 % de crecimiento promedio anual, que para efecto de este se considera como el escenario de crecimiento optimista, pero para los cálculos de crecimiento se definirá conservadoramente un el crecimiento base de 4 %; asimismo, se considera un 30% de pago del impuesto sobre la renta como tasa tributaria al final de cada año de ejercicio. Estos datos quedan reflejados en la tabla 58.

**Tabla 58.***Datos de entrada*

<b>Aspectos</b>	<b>Valores</b>
Inversión en activo (\$)	1,290,000
Vida útil (años)	10
Crecimiento anual de ingresos (%)	4
Crecimiento anual de gastos (%)	4
Tasa tributaria (%)	30

Fuente: Elaboración propia

La determinación de la tasa de descuento para el proyecto se determinará utilizando la herramienta del modelo de coste del capital del activo financiero (capital asset pricing model - CAPM). Se usará la tasa promedio de los bonos del Tesoro de los Estados Unidos de América para 2019<sup>2</sup>, equivalente a un valor del 2.14 %. Además, se ha establecido una tasa de rentabilidad de mercado tomando como referencia el superávit de los ejercicios de 2015 a 2019 de la CEPA, que tuvo un crecimiento multianual del 30.01 %, lo que representa un 7.50 % de crecimiento promedio anual. En la tabla 59 se presentan estos valores.

**Tabla 59.***Cálculo del CAPM*

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Tasa libre de riesgos (Rf)	2.14 %
Tasa de rentabilidad de mercado (Rm)	7.50 %
Prima de riesgo de mercado (Rm-Rf)	5.36 %
Beta	0.95
$CAPM = Rf + (Rm - Rf) * Beta$	7.23 %

Fuente: Elaboración propia

Se utilizará como tasa de descuento el 7.23 % para el cálculo de las ratios financieras.

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html>

<sup>2</sup> Los datos sobre las tasas de interés internacionales de los bonos del Tesoro de Estados Unidos a 10 años están disponibles en el enlace <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html>.

### 9.2.2. Estado de resultados proforma

Se elaborará un cuadro de flujo de efectivo con los datos previamente calculados. Se estimará al final el flujo neto de efectivo para más adelante hacer el cálculo de los índices financieros.

**Tabla 60.**

*Flujo de efectivo (1-4 años)*

Parámetros financieros	Inventario inicial	Años			
		1	2	3	4
<b>Ventas</b>					
Ingresos		\$1,009,433.18	\$1,049,810.51	\$1,091,802.93	\$1,135,475.04
<b>Costo de producción</b>					
Costo de producción		\$280,201.59	\$291,409.65	\$303,066.04	\$315,188.68
<b>Utilidad bruta</b>		<b>\$729,231.59</b>	<b>\$758,400.85</b>	<b>\$788,736.89</b>	<b>\$820,286.36</b>
<b>Gasto de venta</b>					
Comisiones		\$3,583.60	\$3,726.94	\$3,876.02	\$4,031.06
<b>Gastos de administración</b>					
Gastos fijos		\$37,757.07	\$39,267.35	\$40,838.05	\$42,471.57
Depreciación		\$69,433.00	\$69,432.00	\$65,306.00	\$65,306.00
<b>Utilidad de operación</b>		<b>\$618,457.92</b>	<b>\$645,974.56</b>	<b>\$678,716.82</b>	<b>\$708,477.73</b>
Impuesto sobre la renta		\$185,537.38	\$193,792.37	\$203,615.05	\$212,543.32
<b>Ingreso neto</b>		<b>\$432,920.54</b>	<b>\$452,182.19</b>	<b>\$475,101.77</b>	<b>\$495,934.41</b>
Depreciación		\$69,433.00	\$69,432.00	\$65,306.00	\$65,306.00
<b>Flujo neto de efectivo</b>	<b>-\$1,290,000.00</b>	<b>\$502,353.54</b>	<b>\$521,614.19</b>	<b>\$540,407.77</b>	<b>\$561,240.41</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 61.***Flujo de efectivo (5-10 años)*

Parámetros Financieros	Años					
	5	6	7	8	9	10
<b>Ventas</b>						
Ingresos	\$1,180,894.04	\$1,228,129.81	\$1,277,255.00	\$1,328,345.20	\$1,381,479.01	\$1,436,738.17
<b>Costo de producción</b>						
Costo de producción	\$327,796.23	\$340,908.08	\$354,544.40	\$368,726.18	\$383,475.22	\$398,814.23
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$853,097.82</b>	<b>\$887,221.73</b>	<b>\$922,710.60</b>	<b>\$959,619.02</b>	<b>\$998,003.78</b>	<b>\$1,037,923.93</b>
<b>Gasto de venta</b>						
Comisiones	\$4,192.31	\$4,360.00	\$4,534.40	\$4,715.77	\$4,904.40	\$5,100.58
<b>Gastos de administración</b>						
Gastos fijos	\$44,170.43	\$45,937.25	\$47,774.74	\$49,685.73	\$51,673.16	\$53,740.08
Depreciación	\$65,306.00	\$64,500.00	\$64,500.00	\$64,500.00	\$64,500.00	\$64,500.00
<b>Utilidad de operación</b>	<b>\$739,429.08</b>	<b>\$772,424.48</b>	<b>\$805,901.46</b>	<b>\$840,717.52</b>	<b>\$876,926.22</b>	<b>\$914,583.27</b>
Impuesto sobre la renta	\$221,828.72	\$231,727.34	\$241,770.44	\$252,215.26	\$263,077.87	\$274,374.98
<b>Ingreso neto</b>	<b>\$517,600.36</b>	<b>\$540,697.14</b>	<b>\$564,131.02</b>	<b>\$588,502.26</b>	<b>\$613,848.36</b>	<b>\$640,208.29</b>
Depreciación	\$65,306.00	\$64,500.00	\$64,500.00	\$64,500.00	\$64,500.00	\$64,500.00
<b>Flujo neto de efectivo</b>	<b>\$582,906.36</b>	<b>\$605,197.14</b>	<b>\$628,631.02</b>	<b>\$653,002.26</b>	<b>\$678,348.36</b>	<b>\$704,708.29</b>

Fuente: Elaboración propia

### 9.3. Indicadores financieros

#### 9.3.1. Valor actual neto

El valor actual neto (VAN), conocido también como valor presente neto, es utilizado en las evaluaciones financieras como un indicador de rentabilidad. Si se obtiene  $VAN > 0$ , el proyecto es rentable. Se utiliza la siguiente expresión para su cálculo.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

Ft = flujos de dinero en cada período t

Io = inversión realizada en el momento inicial (t = 0)

n = número de períodos de tiempo (10 años)

k = tasa de descuento exigido para la inversión (7.23 % de tabla 59)

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & (-1,290,000) + (502,353.54/(1+0.0723)^1) + (521,614.19/(1+0.0723)^2) + \\ & (540,407.77/(1+0.0723)^3) + (561,240.41/(1+0.0723)^4) + (582,906.36/(1+0.0723)^5) + \\ & (605,197.14/(1+0.0723)^6) + (628,631.02/(1+0.0723)^7) + (653,002.26/(1+0.0723)^8) + \\ & (678,348.36/(1+0.0723)^9) + (704,708.29/(1+0.0723)^{10}) \end{aligned}$$

$$\text{VAN} = \$2,775,969.88$$

VAN > 0, por lo que la inversión es rentable.

### 9.3.2. Tasa interna de rendimiento

La tasa interna de rendimiento o tasa interna de retorno es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero.

Para el cálculo de la TIR se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & (-1,290,000) + (502,353.54/(1+TIR)^1) + (521,614.19/(1+TIR)^2) + (540,407.77/(1+TIR)^3) \\ & + (561,240.41/(1+TIR)^4) + (582,906.36/(1+TIR)^5) + (605,197.14/(1+TIR)^6) + \\ & (628,631.02/(1+TIR)^7) + (653,002.26/(1+TIR)^8) + (678,348.36/(1+TIR)^9) + \\ & (704,708.29/(1+TIR)^{10}) = 0 \end{aligned}$$

Al resolver la fórmula, el valor de la TIR resulta en 40.90 %, lo que define una tasa favorable para la ejecución del proyecto.

### 9.3.3. Relación beneficio-costo

El índice financiero denominado relación beneficio-costo se calcula determinando si los beneficios son mayores que los costos; si es así, en este caso el proyecto es viable ( $B/C > 1 =$  viable).

Para hacer el cálculo, primero se determina el VAN y se divide sobre la suma de los costos.

$$B/C = VAN / Costos$$

$$B/C = 2,775,969.88 / 1,290,000$$

$$B/C = 2.15$$

De acuerdo con el resultado anterior, por cada \$1 invertido se obtienen \$1.15 de retorno, por lo que la inversión es rentable, lo que define un proyecto viable.

### 9.3.4. Recuperación de la inversión

Tomando en consideración los flujos financieros mostrados en la tabla 60, en la tabla 62 se define el plazo en el que se deberá recuperar la inversión. Para realizar este cálculo, se acumularán los flujos netos de efectivo hasta llegar a cubrir el monto de la inversión que para el caso se logra en los primeros tres períodos:  $502,353.54 + 521,614.19 + 540,407.77 = 1,564,375.50$  (mayor que 1,290,000), lo que implica que la recuperación de la inversión se producirá entre el año 2 y 3. Se define el monto necesario para completar la inversión que sobrepasa el año 2 que equivale a 266,032.27 y se divide entre el resultado del flujo obtenido al final de año 3:  $(266,032.27) / (540,407.77) = 0.49$ . Este valor representa la fracción en años necesarias para recuperar la inversión entre el año 2 y 3, lo que genera al final un período de 2.49 años.

**Tabla 62.**

*Recuperación de la inversión*

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Datos</b>
1	Inversión inicial (US\$)	1,290,000.00
2	Flujo neto de efectivo año 1 (US\$)	502,353.54
3	Flujo neto de efectivo año 2 (US\$)	521,614.19
4	Flujo neto efectivo para año 3 (US\$)	540,407.77
5	Monto remanente para año 3 (US\$)	266,032.27
6	Períodos no fraccionarios (años)	2.00
7	Proporción del año 3 para alcanzar la inversión inicial (5/4) (años)	0.49
8	Tiempo de recuperación (6+7) (años)	2.49

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo X. Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

- 1) De acuerdo con la evaluación de las alternativas de ubicación del estudio técnico, el Patio 6 del puerto de Acajutla, es el que mejor posicionamiento genera para el desarrollo del proyecto, ya que obtuvo un porcentaje de 46.45 % sobre las otras dos alternativas.
- 2) El análisis de los tiempos para la ejecución del proyecto define un plazo de ejecución de 28 semanas, mayormente influenciado por el período necesario para la adquisición de equipos e insumos eléctricos pertinentes para desarrollarlo.
- 3) El costo preliminar calculado se definió con precios índices de proyectos similares ejecutados en las instalaciones del puerto, los cuales incluyen los costos de mano de obra, materiales, costos indirectos e impuestos, con lo cual se definió una inversión de \$1.29 millones, fondos que podrían provenir de recursos propios o de financiamiento, dependiendo de la política de manejo de los recursos financieros implementada por el propietario.
- 4) Se analizó la legislación nacional aplicable para la etapa de formulación y construcción del proyecto objeto de este estudio y se llegó a la conclusión que no se tiene un impedimento legal que limite su desarrollo. Se utilizó esta base legal para la elaboración de una serie de procedimientos como guía para los trámites de los permisos de ejecución correspondientes.
- 5) Teniendo como referencia el análisis medioambiental que se llevó a cabo, se concluye que este proyecto generará impactos leves en el medioambiente, principalmente debido a que no genera mayores productos de desecho y que la zona de su ubicación está urbanizada y previamente impermeabilizada, por lo que se prevé que no haya inconveniente para que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorgue el permiso sin requerimiento de elaboración del estudio de impacto ambiental, previa emisión de la fianza correspondiente y la firma de convenio entre el propietario y entidades como FIAES o FONAES para el desarrollo de la compensación ambiental.
- 6) Los indicadores financieros del proyecto —Valor Actual Neto (VAN) de \$2,775,969.88, Tasa Interna de Retorno (TIR) de 40.90 % y una relación beneficio-costos de 2.15— indican un alto valor de rentabilidad del proyecto, lo que genera una rápida recuperación de la inversión (en el tercer año de operación).
- 7) El proyecto de construcción de un área de almacenamiento de productos de hierro en el Puerto de Acajutla, es viable de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis técnico, legal, ambiental y de los valores de los indicadores financieros, cada uno evaluados en el presente estudio.

## Recomendaciones

- 1) Se recomienda llevar a cabo la construcción del Patio 6, ya que presenta viabilidad para todas las áreas evaluadas, ya sean técnicas, legales, medioambientales o financieras.
- 2) De acuerdo con la viabilidad técnica del proyecto, se recomienda avanzar hacia la etapa de diseño de este, utilizando las buenas prácticas de la ingeniería, aplicando las normativas vigentes y la legislación nacional correspondiente; a través del que se definan planos, especificaciones técnicas, presupuesto, metodología constructiva y programa de trabajo.
- 3) Se recomienda ejecutar el proyecto del patio de almacenamiento de productos de hierro en el área del Patio 6, ya que representa la mejor ubicación según la evaluación de alternativas que se llevó a cabo, y tomar el Patio 7 y el patio frente a la Bodega 2 como proyectos complementarios para futuras ampliaciones de la capacidad de almacenamiento de este tipo de productos, conforme avancen las necesidades por el crecimiento de la demanda.
- 4) Se recomienda poner en práctica los procedimientos planteados en este documento para obtener los permisos necesarios para la construcción del proyecto.
- 5) Se recomienda que en la etapa de diseño se elabore un plan de manejo ambiental aplicable a la ejecución del proyecto, el cual deberá ser desarrollado por el contratista que lo ejecute. A su vez, este plan servirá para que el MARN le dé el seguimiento correspondiente.
- 6) Se recomienda al propietario una evaluación financiera más profunda para definir la forma de financiamiento del proyecto, tomando como referencia la evaluación inicial llevada a cabo en este documento.

## Referencias bibliográficas

- Asociación Salvadoreña de Industriales. (2019). *Ranking de exportadores industriales*. Grupo LPG, El Salvador. [https://industriaelsalvador.com/wp-content/uploads/2019/05/Ranking\\_2019.pdf](https://industriaelsalvador.com/wp-content/uploads/2019/05/Ranking_2019.pdf).
- Banco Central de Reserva. (2010). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067. <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/1242955583.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2011). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067. <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/1209698296.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2012). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067. <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/496889502.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2013). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067. <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/1173488956.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2014). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067. <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/548970785.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2015). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067. <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/1719567075.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2016). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067. <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/1508459331.pdf>.

- Banco Central de Reserva (2017). *Glosario de términos técnicos y conceptos económicos*.  
<https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/cuadro/776346701.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2017). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067.  
<https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/913787481.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2018). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067.  
<https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/960032787.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (2019). *Revista Trimestral*. Octubre-diciembre, ISSN 1029-1067.  
<https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/526755209.pdf>.
- Banco Central de Reserva. (s. f.). *Glosario de términos económicos relacionados al sector externo*.  
<https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/cuadro/777220294.pdf>.
- Banco Mundial (2022). *El Salvador*. <https://datos.bancomundial.org/pais/el-salvador?view=chart>.
- Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. (2015). *Anuario estadístico portuario. Puerto de Acajutla*. Departamento de Operaciones. El Salvador.
- Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. (2016). *Anuario estadístico portuario. Puerto de Acajutla*. Departamento de Operaciones. El Salvador.
- Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. (2017). *Anuario estadístico portuario. Puerto de Acajutla*. Departamento de Operaciones. El Salvador.

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. (2017). *Manual de Operaciones del Puerto de Acajutla*. Departamento de Operaciones. <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/cepa/documents/221272/download>.

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. (2018). *Anuario estadístico portuario. Puerto de Acajutla*. Departamento de Operaciones. El Salvador.

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. (2019). *Anuario estadístico portuario. Puerto de Acajutla*. Departamento de Operaciones. El Salvador.

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. (2021). *Marco institucional*. Recuperado en 2021 de <https://www.cepa.gob.sv/marco-institucional/>.

Constitución de la República de El Salvador. 15 de diciembre de 1983. *Diario Oficial* 234, tomo 281, del 16 de diciembre de 1983, decreto 38. [https://oas.org/DIL/ESP/Constitucion\\_de\\_la\\_Republica\\_del\\_Salvador\\_1983.pdf](https://oas.org/DIL/ESP/Constitucion_de_la_Republica_del_Salvador_1983.pdf).

Fondo Monetario Internacional. (s.f.). *Producto Interno Bruto de El Salvador*. <https://www.imf.org/en/Countries/SLV>.

Guevara M., Hernández, W., Rivas, C. y Márquez, E. (2006). Estado de las aguas subterráneas en El Salvador. *Boletín Geológico y Minero*, 117 (1): 75-88 ISSN: 0366-0176. <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/estado-de-las-aguas-subterranas-en-el-salvador/>.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. McGraw-Hill /Interamericana Editores, S. A. de C. V. México.

Ley General Marítimo Portuaria de El Salvador. 19 de septiembre de 2002. *Diario Oficial* 182, tomo 357, del 1 de septiembre de 2002, decreto 994. <https://www.sc.gob.sv/wp-content/uploads/normativas/Ley%20Maritima%20Portuaria%20a%20Sep18.pdf>.

Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública. 5 de abril de 2000. *Diario Oficial* 88, tomo 347, del 15 de mayo de 2000, decreto 868. <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/alc-santiago-de-la-frontera/documents/73356/download>.

Ley del Medio Ambiente. 2 de marzo de 1998. *Diario Oficial* 79, tomo 339, del 4 de mayo de 1998, decreto 233. [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/ley/Ley\\_del\\_medio\\_ambiente.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/ley/Ley_del_medio_ambiente.pdf).

Ley Orgánica de Administración Financiera del Estado. 23 de noviembre de 1995. *Diario Oficial* 7, tomo 330, del 11 de enero de 1996, decreto 516. <http://tradeportal.eregulations.org/media/LEY%20ORGANICA%20DE%20ADMINISTRACION%20FINANCIERA%20DEL%20ESTADO.pdf>.

Ley Orgánica de la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma. 21 de octubre de 1965. *Diario Oficial* 206, tomo 209, del 11 de noviembre de 1965, decreto 455. <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/minec/documents/12750/download>.

Ley de Procedimientos Administrativos. 15 de diciembre de 2017. *Diario Oficial* 30, tomo 418, del 13 de febrero de 2018, decreto 856. <https://www.diariooficial.gob.sv/diarios/do-2018/02-febrero/13-02-2018.pdf>.

Ley para la Construcción, Administración y Operación del Nuevo Aeropuerto Internacional de El Salvador. 16 de mayo de 1974. *Diario Oficial* 105, tomo 243, del 7 de junio de 1974, decreto 600. <https://www.jurisprudencia.gob.sv/DocumentosBoveda/D/2/1970-1979/1974/06/88A45.PDF>.

Manual Técnico del Sistema de Administración Financiera Integrado. 19 de diciembre de 2002, acuerdo ejecutivo 3155. <https://transparencia.asamblea.gob.sv/informacion-financiera/normativas-del-quehacer-financiero/normativo-financiera/manuales/manual-de>.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2012). *Clasificación de ríos por cuencas hidrográficas de El Salvador*, C. A. Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego. <https://studylib.es/doc/5486478/clasificaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos-por-cuencas-hidrogr%C3%A1ficas-de-el-sal...>

Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana de España. (2019). *Recomendaciones para Obras Marítimas. ROM 4.1-18. Puertos del Estado*. 1.ª edición. Advantia, Comunicación Gráfica, S. A. [https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%204\\_1-18.pdf](https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%204_1-18.pdf).

Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo. 27 de abril de 2012. *Diario Oficial* 79, tomo 395, del 30 de abril de 2012, decreto 89. <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/isna/documents/321224/download>.

Secciones transversales básicas de un canal (s. f.). *Wikipedia*. Recuperado en enero de 2022 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Secciones\\_transversales\\_b%C3%A1sicas\\_de\\_un\\_canal.gif](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Secciones_transversales_b%C3%A1sicas_de_un_canal.gif).

SNET (s. f.). *Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional*. <https://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00245/doc00245-seccion%20h%203.pdf>.

World Steel Association. (s. f.). *Producción de acero*. <https://worldsteel.org/>.

## Anexos

### Anexo 1: Definición de interesados del proyecto

El entorno de ejecución del proyecto afecta o beneficia a personas, grupos de personas, empresas o instituciones que interaccionan con este mediante un rol específico.

Con la técnica de lluvia de ideas se generó una lista de interesados (“stakeholders”), los cuales, sin un orden específico con respecto a su influencia en el proyecto, se presentan en la siguiente lista.

- **Líneas navieras.** Son personas jurídicas que cuentan con personal administrativo y operativo para el transporte de la carga en buques marítimos desde el punto de origen hasta el puerto de destino.
- **Empresas tramitadoras aduanales.** Son personas jurídicas que cuentan con personal administrativos que se encarga de hacer los trámites para el pago de impuestos por el transporte de la carga.
- **Administración General de Aduanas.** Es la institución del Estado que aplica y regula las leyes aduanales referentes a despacho, los sistemas, métodos y procedimientos que se realizan en las aduanas, para el control de ingreso y salida de mercancías.
- **Ministerio de Salud.** Es la institución del Estado que se encarga de velar por la salud de los salvadoreños y controlar el ingreso, por los puntos fronterizos, de vectores que pueden generar enfermedades a la población.
- **Pobladores de la ciudad de Acajutla y sus alrededores.** Son las personas que viven cerca de lugar del proyecto y que están aptas para proporcionar su fuerza laborar para el desarrollo de este.
- **Alcaldía Municipal de Acajutla.** La sede del gobierno local es la encargada de la administración municipal, de ejecutar, dirigir e inspeccionar los servicios y las obras municipales, así como de dictar reglamentos, ordenanzas, resoluciones y demás actos administrativos de la entidad referente al municipio de Acajutla.
- **Empresas transportistas.** Brindan servicios de movilidad de productos o personas desde y hacia su lugar de destino.
- **Empresas importadoras y exportadoras.** Estas cuentan con personal administrativo para la compraventa de productos o servicios de un país a otro con su respectivo cobro.

- **Restaurantes de la zona.** Los dueños de este tipo de locales ofrecen servicios de alimentación para personal.
- **Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA).** Administra el puerto de Acajutla, la oficina central y la alta dirección de la Comisión.
- **Empleados de CEPA.** Son el personal que labora para CEPA y que se relaciona con el proyecto de forma directa o indirecta.
- **Sindicatos.** Estas asociaciones están conformadas por trabajadores del puerto de Acajutla y su labor es defender las reivindicaciones laborales de sus afiliados.
- **Comerciantes formales e informales.** Se dedican a la venta formal e informal de productos en los alrededores de la zona del proyecto
- **Proveedores para la construcción.** Son empresas que se encargan de la venta de productos de construcción, maquinarias y equipos necesarios para ejecutar el proyecto.
- **Proveedores de servicios de supervisión.** Están conformados por empresas o contratistas que supervisan la correcta ejecución del proyecto.
- **Proveedores de maquinarias y equipos.** Son personas jurídicas que serán las contratistas, quienes además suministrarán los equipos que serán requeridos para la operación del patio a construir.
- **Propietarios de la carga.** Son los dueños de la carga o de los productos que son transportados dentro y fuera del país. Pueden ser personas naturales o jurídicas.
- **Empresas contratistas de construcción.** Son especialistas en brindar servicios para la ejecución de proyectos de infraestructura. También pueden ser personas naturales o jurídicas.





				Acciones propuestas que pueden causar impacto ambiental																																			
Magnitud: 1-10		Importancia: 1-10		A. Modificación del régimen														B. Transformación del terreno y construcción																					
Valoración	Magnitud	Importancia	Importancia	a. Introducción de flora o fauna exóticas	b. Controles biológicos	c. Modificación de hábitat	d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo	e. Alteración del flujo de agua subterránea	f. Alteración de patrones de drenaje	g. Control de ríos y modificación de flujo	h. Canalización	i. Irrigación	j. Modificación del clima	k. Quema de bosques	l. Pavimentación	m. Ruido y vibraciones	a. Urbanización	b. Sitios y edificios industriales	c. Aeropuertos	d. Carreteras y puentes	e. Caminos y senderos	f. Ferrocarriles	g. Cables y ascensores	h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores	i. Barreras, incluyendo cercas	j. Dragado y enderezamiento de canales	k. Revestimiento de canales	l. Canales	m. Presas y embalses	n. Muelles, malecones, marinas y terminales marítimas	o. Estructuras de altamar	p. Estructuras de recreación	q. Perforación y voladura	r. Corte y relleno	s. Túneles y estructuras subterráneas				
	10 = Grande	10 = Alta	10 = Alta																																				
	5 = Mediana	5 = Media	5 = Media																																				
	1 = Pequeña	1 = Nada	1 = Nada																																				
			e. Adsorción (intercambio iónico)																																				
			f. Compactación y asentamiento												-5/5		-5/5		-1/1																	-5/1			
			g. Estabilidad de taludes: deslizamientos																																				
			h. Esfuerzo-deformación (terremotos)												-1/1		-1/1		-1/1																		-1/1		
			i. Movimientos de masas de aire																																				
	B. Condiciones biológicas	1. Flora	a. Árboles				-1/5								-1/5		-1/5		-1/5																		-1/5		
			b. Arbustos																																				
			c. Pastos																																				
			d. Productos agrícolas																																				
			e. Microflora																																				
			f. Plantas acuáticas																																				

		Acciones propuestas que pueden causar impacto ambiental																																				
		A. Modificación del régimen											B. Transformación del terreno y construcción																									
Valoración	Magnitud: 1-10	Magnitud	Importancia: 1-10	a. Introducción de flora o fauna exóticas	b. Controles biológicos	c. Modificación de hábitat	d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo	e. Alteración del flujo de agua subterránea	f. Alteración de patrones de drenaje	g. Control de ríos y modificación de flujo	h. Canalización	i. Irrigación	j. Modificación del clima	k. Quema de bosques	l. Pavimentación	m. Ruido y vibraciones	a. Urbanización	b. Sitios y edificios industriales	c. Aeropuertos	d. Carreteras y puentes	e. Caminos y senderos	f. Ferrocarriles	g. Cables y ascensores	h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores	i. Barreras, incluyendo cercas	j. Dragado y enderezamiento de canales	k. Revestimiento de canales	l. Canales	m. Presas y embalses	n. Muelles, malecones, marinas y terminales marítimas	o. Estructuras de altamar	p. Estructuras de recreación	q. Perforación y voladura	r. Corte y relleno	s. Túneles y estructuras subterráneas			
	Importancia		10 = Alta 5 = Media 1 = Nada																																			
			h. Especies en peligro																																			
			h. Barreras																																			
			i. Corredores																																			
		2. Fauna	a. Pájaros				-1 / 1								-1 / 1		-1 / 1	-1 / 1																			-1 / 1	
			b. Animales terrestres, incluyendo reptiles				-1 / 1								-1 / 1		-1 / 1	-1 / 1																			-1 / 1	
			c. Peces y moluscos																																			
			d. Organismos bentónicos																																			
			e. Insectos				-1 / 1								-1 / 1		-1 / 1	-1 / 1																			-1 / 1	
			f. Microfauna				-1 / 1								-1 / 1		-1 / 1	-1 / 1																			-1 / 1	
			g. Especies en peligro																																			
			h. Barreras																																			
			i. Corredores																																			







				<b>Acciones propuestas que pueden causar impacto ambiental</b>																																
		Magnitud: 1-10	Importancia: 1-10	A. Modificación del régimen										B. Transformación del terreno y construcción																						
Valoración	Magnitud	Magnitud	Importancia	a. Introducción de flora o fauna exóticas	b. Controles biológicos	c. Modificación de hábitat	d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo	e. Alteración del flujo de agua subterránea	f. Alteración de patrones de drenaje	g. Control de ríos y modificación de flujo	h. Canalización	i. Irrigación	j. Modificación del clima	k. Quema de bosques	l. Pavimentación	m. Ruido y vibraciones	a. Urbanización	b. Sitios y edificios industriales	c. Aeropuertos	d. Carreteras y puentes	e. Caminos y senderos	f. Ferrocarriles	g. Cables y ascensores	h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores	i. Barreras, incluyendo cercas	j. Dragado y enderezamiento de canales	k. Revestimiento de canales	l. Canales	m. Presas y embalses	n. Muelles, malecones, marinas y terminales marítimas	o. Estructuras de altamar	p. Estructuras de recreación	q. Perforación y voladura	r. Corte y relleno	s. Túneles y estructuras subterráneas	
	10 = Grande		10 = Alta																																	
	5 = Mediana	5 = Media	1 = Nada																																	
	1 = Pequeña																																			
			f. Corredores																																	



				Acciones propuestas que pueden causar impacto ambiental																																			
	Magnitud 1-10		Importancia 1-10	C. Explotación de recursos						D. Procesamiento										E. Modificación del terreno				F. Renovación de recursos															
Valoración	Magnitud: 10 = Grande 5 = Mediana 1 = Pequeña		Importancia 10 = Alta 5 = Media 1 = Nada	a. Perforación y voladura	b. Excavación de superficie	c. Excavación del subsuelo	d. Perforación de pozos	e. Dragado	f. Tala de bosques	g. Pesca comercial y caza	a. Agricultura	b. Ganadería y pastoreo	c. Plantas de engorde de ganado	d. Plantas de producción de leche	e. Generación de energía	f. Procesamiento de minerales	g. Industria metalúrgica	h. Industria química	i. Industria textil	j. Automóviles y aeronaves	k. Refinación de petróleo	l. Alimentos	m. Madera	n. Pulpa y papel	o. Almacenamiento de productos	a. Control de erosión y terrazas	b. Sellado de minas y control de desechos	c. Rehabilitación de minas a tajo abierto	d. Paisajismo	e. Dragado de puertos	f. Drenaje de humedales y pantanos	a. Reforestación	b. Gestión de vida silvestre	c. Recarga de agua subterránea	d. Aplicación de fertilizantes	e. Reciclaje de residuos			
			e. Temperatura	-1/5																					-1/5														-1/5
			f. Recarga	-5/1																					-1/1													-1/1	
			g. Nieve, hielo y hielo perenne																																				
		3. Atmósfera	a. Calidad del aire (gases, partículas)	-1/5																					-1/1													-1/1	
			b. Clima (micro, macro)	-1/1																					-1/1												-1/1		
			c. Temperatura	-1/1																					-1/1												-1/1		
		4. Procesos	a. Avenidas																																				
			b. Erosión																																				
			c. Deposición (sedimentación, precipitación)																																				
			d. Solución																																				











				Acciones propuestas que pueden causar impacto ambiental																																		
	Magnitud 1-10		Importancia 1-10	C. Explotación de recursos						D. Procesamiento										E. Modificación del terreno				F. Renovación de recursos														
Valoración	Magnitud: 10 = Grande 5 = Mediana 1 = Pequeña		Importancia 10 = Alta 5 = Media 1 = Nada	a. Perforación y voladura	b. Excavación de superficie	c. Excavación del subsuelo	d. Perforación de pozos	e. Dragado	f. Tala de bosques	g. Pesca comercial y caza	a. Agricultura	b. Ganadería y pastoreo	c. Plantas de engorde de ganado	d. Plantas de producción de leche	e. Generación de energía	f. Procesamiento de minerales	g. Industria metalúrgica	h. Industria química	i. Industria textil	j. Automóviles y aeronaves	k. Refinación de petróleo	l. Alimentos	m. Madera	n. Pulpa y papel	o. Almacenamiento de productos	a. Control de erosión y terrazas	b. Sellado de minas y control de desechos	c. Rehabilitación de minas a tajo abierto	d. Paisajismo	e. Dragado de puertos	f. Drenaje de humedales y pantanos	a. Reforestación	b. Gestión de vida silvestre	c. Recarga de agua subterránea	d. Aplicación de fertilizantes	e. Reciclaje de residuos		
			d. Manejo de residuos		1/1																				1/1													1/5
			e. Barreras																																			
			f. Corredores																																			



		Acciones propuestas que pueden causar impacto ambiental																																														
	Magnitud: 1-10		Importancia: 1-10	G. Cambios en el tráfico								H. Emplazamiento y tratamiento de residuos								I. Tratamientos químicos				J. Accidentes		K. Otros																						
Valora- ción	Magnitud: 10 = Grande 5 = Mediana 1 = Pequeña		Importancia: 10 = Alta 5 = Media 1 = Nada	a. Red ferroviaria	b. Automóviles	c. Camiones	d. Transporte de carga	e. Aviones	f. Ríos y canales	g. Botes de placer	h. Senderos	i. Cables y ascensores	j. Comunicación	k. Tuberías y conductos forzados	a. Vertido en los océanos	b. Rellenos sanitarios	c. Colocación de residuos mineros	d. Almacenamiento debajo del terreno	e. Eliminación de basura	f. Inundación de pozos de petróleo	g. Colocación de pozos de petróleo	h. Agua de enfriamiento industrial	i. Aguas servidas municipales, incluyendo irrigación	j. Descarga de efluentes municipales	k. Lagunas de estabilización y oxidación	l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos	m. Emisiones de chimeneas al aire libre	n. Lubrificantes usados	a. Fertilización	b. Deshielo de carreteras	c. Estabilización de suelos	d. Control de malezas	e. Control de insectos con pesticidas	a. Explosiones	b. Vertidos y filtraciones	c. Falla operacional	a. Por ser determinado	b. Por ser determinado	Ponderación									
			e. Temperatura				-1/5											-1/5																										-43				
			f. Recarga				-1/1												-1/1																										-31			
			g. Nieve, hielo y hielo perenne																																													
		3. Atmós-fera	a. Calidad del aire (gases, partículas)				-1/10												-1/1																											-32		
			b. Clima (micro, macro)				-1/10												-1/1																												-28	
			c. Temperatura				-1/10												-1/1																													-20
		4. Proce- sos	a. Avenidas																																													
			b. Erosión																																													
			c. Deposición (sedimentación, precipitación)																																													













**Anexo 3: Plan de manejo ambiental del proyecto *Construcción de patio para almacenamiento de productos de hierro en el puerto de Acajutla***

- a) Durante la ejecución del proyecto, el titular será responsable del manejo de las aguas lluvias que se generen en la zona, por lo que deberá establecer obras para la canalización de estas, de tal manera que no perjudiquen los terrenos colindantes. El proyecto se conectará al sistema existente del puerto.
- b) El proyecto no contempla la generación de aguas residuales ordinarias, por lo que no requiere de una conexión al sistema del puerto. Durante la etapa de construcción, el titular también será responsable del manejo de las aguas residuales que se generen en la zona; por lo tanto, deberá dotar de un recurso ambientalmente viable para la disposición de las excretas humanas.
- c) El abastecimiento de agua para la construcción del proyecto será mediante el sistema existente en el puerto de Acajutla. Se suministrará también agua embotellada a los trabajadores.
- d) El manejo de los desechos sólidos se hará por medio del servicio de recolección con el que ya se cuenta en las instalaciones de la terminal marítima.
- e) El titular deberá informar por escrito al MARN sobre el inicio y la finalización de la etapa de construcción del proyecto, así como del inicio de la etapa de funcionamiento.
- f) Durante la construcción no se permitirá la disposición a cielo abierto de los desechos sólidos, dentro o en las áreas aledañas al proyecto, ni en los terrenos colindantes. Tampoco se permitirá la quema de los desechos.
- g) Los materiales provenientes de la limpieza, el descapote, las excavaciones y cualquier otro residuo o desecho generado en la etapa de preparación del sitio o construcción deberán ser retirados del área del proyecto y depositados en sitios autorizados por el MARN. Se deberá llevar el registro de las fechas de ejecución, los volúmenes de disposición y el sitio utilizado para ese fin.
- h) El titular deberá ejecutar el proyecto según lo especificado en el formulario ambiental que se elabore y sus adendas.
- i) El titular es responsable de mitigar y compensar cualquier impacto adverso no identificado que surja por la ejecución del proyecto.
- j) La ampliación, rehabilitación o el cambio de actividad se consideran un nuevo proyecto, por lo cual el titular deberá cumplir con lo establecido en el artículo 22 de la Ley del Medio Ambiente.