UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

REDISEÑO DE BALIZA DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA VIGENTE ACOPLANDO NUEVAS FORMAS DE CONSERVACIÓN ESTRUCTURAL

Trabajo de Titulación para optar al Título de INGENIERÍA EN FABRICACIÓN Y DISEÑO INDUSTRIAL

Alumno:
Cristina Andrea Sandoval Menares

Profesor Guía:
Ing. Carlos Antillanca Espina

2018

RESUMEN

KEYWORDS: ZONA PORTUARIA - TERMINALES MARÍTIMOS - NAVEGACIÓN COSTERA.

El proyecto nace y se desarrolla en gran medida gracias al apoyo entregado por el Servicio de Asesoría Integral Marítima de Ingeniería y Construcción Naval - SAIMIC. Empresa ubicada Ceramia 440, Jardín del Mar, Viña del Mar. La cual tiene el giro de asesorías y consultorías marítimas.

El desarrollo del estudio emerge como una invitación por parte de la empresa a desarrollar innovaciones sobre las estructuras "Balizas de Señalización Marítima", como parte de una de las cláusulas de un proyecto particular de la empresa. Dicho proyecto evoca su desarrollo en el ámbito costero nacional, más específicamente sobre la infraestructura portuaria, reconocida como las obras de ingeniería marítima proyectadas para materializar las operaciones convergentes de atraque y desatraque en un terminal.

Para llevarlo a cabo, el presente proyecto se dividirá en cuatro capítulos secuenciales abarcando de forma sistematizada el desglose de la información. Dichos capítulos son: Antecedentes del proyecto, proceso de diseño, diseño de ingeniería y evaluación financiera y económica.

El primer capítulo – antecedentes del proyecto, aboca a definir que el proyecto inicia en los aspectos generales, con un análisis de la realidad vigente en base al contexto sobre el cual actuará el proyecto, con el propósito de identificar las distintas problemáticas asociadas a la necesidad, estableciendo los requerimientos propios del proyecto, todo como parte de un proceso teórico especulativo donde se fijan los objetivos y el sector comercial que este abarcará.

El segundo capítulo – proceso de diseño, define el estudio técnico asociado a la innovación modular del proceso iterativo del diseño preliminar, el cual se basa en abordar propuestas estructurales conceptuales, considerando en el proceso las restricciones y obligaciones legales en base a una jerarquía física asociada a la dimensión sistemática de la innovación propuesta por TRIZ, un modelo de inventiva que permite desarrollar todo el proceso, identificando distintas propuestas que satisfagan todo requerimiento planteado, de tal forma de establecer el tamaño e impacto del proyecto.

Dicho estudio continuará en el tercer capítulo – diseño de ingeniería, el cual se ejecuta en base a la aplicación de métodos científicos con objeto de definir partes, piezas y componentes que conformarán la estructura, justifica su desarrollo en verificar la resistencia y usabilidad de los materiales y las dimensiones definidas para el proyecto, aplicando la utilización de códigos y normas para toda modelación, análisis y cálculo

estructural. Demostrando de tal forma si aplica la ingeniería desarrollada, integrando análisis técnicos en base a software y generando la creación de los planos necesarios para que la estructura y los sistemas que la componen desarrollen las funciones deseadas.

El proyecto finaliza con el cuarto capítulo – evaluación financiera y económica, el cual se proyecta a identificar y validar las oportunidades presentes en el mercado, basadas en la creación de valor. El proyecto, al ubicarse en el sector tecnológico disocia las oportunidades de mercado de forma que permite cubrir de manera satisfactoria y rentable las necesidades de los clientes que antes no estaban suficientemente cubiertas o eran desconocidas. El proceso en si se desarrolla como un ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a la vialidad del proyecto.

Es con la finalización de los cuatro capítulos que se logra orientar el proyecto en el cumplimiento de todos los objetivos y actividades pertenecientes a las diversas áreas involucradas, que favorece simultáneamente la realización de las metas propuestas. Dinámica que permite recomendar la realización del proyecto, debido a que el estudio propone que dicha realización proyecta y garantiza una ventaja competitiva necesaria para permanecer exitosamente en el mercado.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO **3**

1.1. CONTEXTO Y VIABILIDAD DEL PROYECTO 5

1.1.1. Destinos del transporte marítimo 5

1.1.2. Sector portuario nacional 6

1.2. ANTECEDENTES RELEVANTES 10

1.2.1. Navegación costera 10

1.2.2. Estructuras de demarcación costera (señalización marítima) 10

1.2.3. Definiciones parciales de la estructura 13

1.3. PROBLEMA DE DISEÑO 14

1.4. CONTEXTO DEL PROBLEMA 16

1.5. COMPRENSIÓN DEL MERCADO 18

1.5.1. Los consumidores 18

1.5.2. Variables que afectan la demanda 24

1.5.3. Comportamiento del mercado 26

1.6. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA 29

1.7. OBJETIVOS DEL PROYECTO 31

1.7.1. Objetivo general 31

1.7.2. Objetivos específicos 31

CAPÍTULO 2: PROCESO DE DISEÑO **33**

2.1. RESTRICCIONES Y OBLIGACIONES LEGALES 35

2.1.1. Diseño de enfilación 35

2.1.2. Condiciones de terminal portuario 36

2.1.3. Fanal de alumbrado 36

2.2. DEFINICIÓN DEL MERCADO USUARIO Y/O CLIENTE 36

2.3. CUANTIFICACIÓN DEL MERCADO 37

2.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PRODUCTO A DISEÑAR 38

2.4.1. Vínculos en el proceso de innovación: dimensión sistémica de la innovación 39

2.4.2. Jerarquía física y área de innovación 41

2.5. DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR 41

2.5.1. La teoría para resolver problemas de inventiva (TRIZ) 42

2.5.2. Metodología TRIZ Contradicciones técnicas 42
2.6. ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS 44
2.6.1. Propuestas preliminares para balizas 4 a 10 m de altura 45
2.6.2. Propuestas preliminares para balizas 10 a 20 m de altura 47

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE INGENIERÍA 51
3.1. ESTRUCTURA BALIZA 53
3.1.1. Poste 54
3.1.2. Tablero óptico 55
3.1.3. Sistema de poleas 56
3.2. ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTRUCTURAL 62
3.2.1. Códigos y normas 63
3.2.2. Materiales 63
3.2.3. Definición de cargas 63
3.3. MODELAMIENTO EN SOFTWARE 78
3.3.1. Planimetría y detalles de fabricación 79
3.3.2. Diseño estructural 3D 79
3.3.3. Cálculo de esfuerzos 80
3.4. DEFINICIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA 83
3.4.1. Especificaciones técnicas especiales de soldaduras 84
3.4.2. Especificaciones técnicas especiales zapata y pilar de señalización 86
3.4.3. Moldaje 91
3.5. DEFINICIÓN DEL LAYOUT IDEAL 91
3.6. COSTOS DE MANUFACTURA 92

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE PROYECTO 95
4.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA 97
4.1.1. Mercado relevante 97
4.1.2. Cuota de mercado 98
4.2. CRECIMIENTO FUTURO DEL MERCADO 98
4.2.1. Tendencia proyectada para terminales marítimos 100
4.2.2. Tendencia proyectada para el balizamiento nacional 104
4.2.3. Tendencia de balizamiento por sector 105
4.3. FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO 107
4.4. PRONÓSTICO PARA LA SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO 108
4.4.1. Sustentabilidad en base a la innovación 108
4.4.2. Sustentabilidad en base a la norma 109
4.4.3. Sustentabilidad en base a la vida útil 110

4.4.4. Conclusiones generales 110
4.5. EVALUACIÓN FINANCIERA 110
4.5.1. Consideraciones económicas 110
4.5.2. Estudio de costos 112
4.5.3. Evaluación económica 117
4.5.4. Analisis de los indicadores económicos 122
4.5.5. Análisis y conclusiones 127

CONCUSIONES Y RECOMENDACIONES 129
BIBLIOGRAFÍA 131
ANEXOS 133
ANEXO A: FLUCTUACIÓN DE TERMINALES MARÍTIMOS Y BALIZAMIENTO DE ENFILACIÓN DEL AÑO 2011 AL 2016 135
ANEXO B: BALIZAMIENTO MARÍTIMO INSCRITO EN DIRECTEMAR 139
ANEXO C: MATRIZ DE CONTRADICCIONES TRIZ 13943

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Enfilación a puerto 25
Figura 1-2. Referencia estructural “Baliza” 26
Figura 1-3. Balizamiento nacional 27
Figura 1-4. Las cinco fuerzas de Portter 41
Figura 2-1. Chile y su sistema marítimo – portuario 52
Figura 2-2. Modelo de utilidad 54
Figura 2-3. Propuestas balizamiento 59
Figura 2-4. Giro de la cara visible horizontal 60
Figura 2-5. Giro de la cara visible vertical 60
Figura 2-6. Representación propuesta “Giro cara visible” 61
Figura 2-7. Propuesta A. Balizas de 10 a 20 m 62
Figura 2-8. Propuesta B. Balizas de 10 a 20 m 62
Figura 3-1. Reestructuración baliza de señalización (Plano 001) 68
Figura 3-2. Parte posterior del tablero óptico 70
Figura 3-3. Diagrama de cuerpo libre 71
Figura 3-4. Diagrama de cuerpo libre – sistema estático 72
Figura 3-5. Diagrama de cuerpo libre – sistema en movimiento 73

Figura 3-6. Diagrama de cuerpo libre – sistema en movimiento (2) 75
Figura 3-7. Esquematización placa base 85
Figura 3-8. Esquematización cartela 87
Figura 3-9. Esquema de cargas 91
Figura 3-10. Estructura tridimensional baliza 94
Figura 3-11. Análisis esfuerzo de Von Mises viento 95
Figura 3-12. Esfuerzo de desplazamiento viento en el panel 96
Figura 3-13. Análisis; esfuerzo de desplazamiento sismo 97
Figura 3-14. Layout empresarial 106

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Tendencia de crecimiento en los terminales marítimos 33
Gráfico 1-2. Tendencia de crecimiento balizas de fondeo 37
Gráfico 4-1. Tendencia actual por sector portuario 113
Gráfico 4-2. Tendencia y proyección en terminales público-público 115
Gráfico 4-3. Tendencia y proyección en terminales privado-público 116
Gráfico 4-4. Tendencia y proyección en terminales privado-privado 117
Gráfico 4-5. Tendencia del balizamiento nacional 119
Gráfico 4-6. Sensibilidad en precio 138
Gráfico 4-7. Sensibilidad en costo 140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Porcentajes importaciones y exportaciones marítimas 20
Tabla 1-2. Empresas portuarias públicas y privadas de uso público 21
Tabla 1-3. Empresas portuarias privadas de uso privado 22
Tabla 1-4. Vida útil de la estructura “Baliza” 30
Tabla 1-5. Terminales marítimos por sector 32
Tabla 1-6. Autoridad marítima por sector 34
Tabla 1-7. Comercio exterior chileno (en millones de US$) 35
Tabla 1-8. Participación infraestructura portuaria privada-estatal 2014 36
Tabla 1-9. Balizamiento nacional por sector 37

Tabla 1-10.	Matriz FODA	44
Tabla 2-1.	Matriz de contradicciones	57
Tabla 3-1.	Componentes estructurales de la zapata	69
Tabla 3-2.	Dimensiones y esquemáticas de componentes estructurales	76
Tabla 3-3.	Presión básica para diferentes alturas de suelo	78
Tabla 3-4.	Parámetros utilizados para el análisis sísmico	80
Tabla 3-5.	Valor de la aceleración efectiva máxima Ao	80
Tabla 3-6.	Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo	81
Tabla 3-7.	Valores máximos del coeficiente sísmico	82
Tabla 3-8.	Valores numéricos para estudio de placas	85
Tabla 3-9.	Valores numéricos para el caso (2)	89
Tabla 3-10.	Valores para la Fórmula 3-14	90
Tabla 3-11.	Valores de las cargas sobre baliza, según la Figura 3-9	92
Tabla 3-12.	Detalle soldadura corriente continua	99
Tabla 3-13.	Tabla de costos	107
Tabla 4-1.	Cuantificación geográfica de balizas	112
Tabla 4-2.	Tendencia del sector público – público.	114
Tabla 4-3.	Tendencia del sector público-privado	116
Tabla 4-4.	Tendencia del sector privado-privado	117
Tabla 4-5.	Tendencia del crecimiento para balizas	118
Tabla 4-6.	Cuantificación de balizas nuevas pro año	120
Tabla 4-7.	Proyección de terminales marítimos a 5 años	120
Tabla 4-8.	Cantidad de balizas proyectadas en venta	121
Tabla 4-9.	Resolución chilena - normativa IALA	123
Tabla 4-10.	Impuesto a la Renta de Primera Categoría	126
Tabla 4-11.	Costos fijos asumidos por la empresa	127
Tabla 4-12.	Costos variables asumidos por la empresa	128
Tabla 4-13.	Inversiones para el proyecto	129
Tabla 4-14.	Depreciación activos	129
Tabla 4-15.	Gastos asociados al proyecto	130
Tabla 4-16.	Capital de trabajo	131
Tabla 4-17.	Flujo de caja puro	132
Tabla 4-18.	Amortización de crédito para flujo financiado (25%)	133
Tabla 4-19.	Flujo de caja financiado al 25%	133
Tabla 4-20.	Amortización de crédito para flujo financiado (50%)	134
Tabla 4-21.	Flujo de caja financiado al 50%	134
Tabla 4-22.	Amortización de crédito para flujo financiado (75%)	135

Tabla 4-23. Flujo de caja financiado al 75% 135
Tabla 4-24. Flujo neto del efectivo proyectado – Flujo de caja puro 137
Tabla 4-25. Flujo neto del efectivo proyectado – Flujo de caja financiado 137
Tabla 4-26. Sensibilidad en precio 139
Tabla 4-27. Sensibilidad en costo 139

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLA

ACI	:	American Concrete Institute
AISM	:	Asociación Internacional de Señalización Marítima
ANSI	:	American National Standards Institute
API	:	American Petroleum Institute
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
AutoCAD	:	Computer Assisted Design
CAMPORT	:	Cámara Marítima Portuaria
DCL	:	Diagrama de Cuerpo Libre
DIRECTEMAR	:	Dirección general del territorio marítimo y marina mercante
DIN	:	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización.
DOP	:	Dirección de Obras Portuarias
ECMPO	:	Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios
Electrodo AWS	:	American Welding Society
FODA	:	Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas
IALA	:	International Association of Lighthouse Authorities
IFDI	:	Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial
ITO	:	Inspección Técnica de Obras
NCh	:	Norma Chilena
OCDE	:	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
PTC	:	Parametric Technology Corporation
SAIMIC LTDA	:	Servicio de Asesoría Integral Marítima de Ingeniería
SEP Chile	:	Sistema de Empresas Públicas
SIMPLA	:	Sistema de Mantención Preventiva y Planificada
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
TRIZ	:	Teoría para resolver problemas de inventiva
UF	:	Unidad de Fomento
USD	:	United States Dollars
UTFSM	:	Universidad Técnica Federico Santa María
UV	:	Ultra violeta
VAN	:	Valor Actual Neto

B. SIMBOLOGÍA

A	:	Acero
Ao	:	Aceleración activa máxima del suelo
a	:	Aceleración
C	:	Factor de forma, Coeficiente sísmico
cm	:	Centímetro
e	:	Espesor mínimo
Fx	:	Fluencia del acero
g	:	Gravedad
H	:	Hormigón
I	:	Coeficiente relativo a la importancia
K	:	Carga concentrada
kg	:	Kilógramo
kg/m	:	Kilogramo por metro
kg/m^2	:	Kilogramo por metro cuadrado
M	:	Momento
N/mm^2	:	Newton por milímetro cuadrado
n	:	Numero de niveles
N	:	Newton
m	:	Metro
mm	:	Milímetro
m/s	:	Metro por segundo
m/s^2	:	Metro por segundo cuadrado
m	:	Masa
P	:	Peso total de la estructura.
Pa	:	Pascal
q	:	Presión básica
Rn	:	Resistencia al aplastamiento
R	:	Factor de modificación de la respuesta estructural.
T	:	Tensión
T'[s]	:	Parámetro que depende del tipo de suelo
u	:	Velocidad máxima instantánea del viento
V.E	:	Volumen Externo
V.I	:	Volumen Interno
V.T	:	Volumen Total
V	:	Fuerza del viento

w	:	Peso
f	:	Fricción de rodamiento
μ	:	Coeficiente de roce
n	:	Fuerza normal
ξ	:	Razón de amortiguamiento
$\cap$	:	Factor de minoración de resistencia

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desenvuelve en torno al sistema portuario nacional, más concretamente, en su infraestructura portuaria, definida como las obras de ingeniería marítima asociadas a la proyección y materialización de las operaciones de un terminal marítimo.

Es con la investigación de dichas operaciones que se reconoce la importancia de los dispositivos de ayuda a la navegación, siendo estas, obras de ingeniería marítima proyectadas para evitar pérdidas por accidentes, tanto de buques y mercancías como de vidas humanas. Dentro de las más importantes figuran las "balizas de enfilación marítima", estructuras que proporciona al navegante información para conducir la nave por lugares libres de peligro, trayecto y arribo al terminal marítimo sin riesgo de encallamiento. Lo que establece una dependencia existente ente los buques en mar abierto con estas estructuras de demarcación costera.

El proyecto nace de dicha vinculación, pues es la alteración de la misma la que derivaría en los posibles riesgos que enfrentaría el terminal marítimo, el buque, su carga y las vidas humanas implicadas. Por ende, un terminal sin los sistemas de señalización correspondiente ha de enfrentar contingencias iniciales como su inhabilitación por presentar operaciones inseguras, o de darse el caso, los costos de multas aduaneras que debe asumir por la sobre estadía que presente un buque al no poder enfilar a puerto.

Es debido a que la navegación se ha convertido en una industria internacional y que en Chile se ha reconocido que es necesario y apropiado regular y administrar la navegación a través de una normativa internacional, reconocidas como el "Manual de ayudas a la navegación de la AISM/IALA" actualizada en el año 2013 y que tiene por propósito establecer los procedimientos para solicitar, instalar y modificar las ayudas a la navegación. Es fundamental establecer que el país cuenta con dispositivos con más de 25 años de operación en terreno, afectando la confianza, disponibilidad y eficiencia de la red de ayudas a la navegación marítima nacional.

Razón por la cual nace el presente proyecto, basado en al análisis de dicha estructura, tendiendo tecnológicamente a realizar un nuevo modelo de balizamiento legislado en las últimas actualizaciones de las normas asociadas a la misma y de forma paralela, solucionar problemas estructurales relacionado a las formas operativas y los riesgos asociados al proceso de mantención.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Los antecedentes del proyecto se presentan como aquella información referencial con la que se pretende abordar el tema, considerando hechos influyentes sobre el mismo, permitiendo entender globalmente el medio sobre el cual se establece el estudio.

El proyecto basa su desarrollo entorno al sistema portuario nacional, más específicamente sobre la infraestructura portuaria, definida como las obras de ingeniería marítima proyectadas para materializar las operaciones de transferencia de carga y/o pasajeros/as entre los modos marítimo y terrestre.

1.1. CONTEXTO Y VIABILIDAD DEL PROYECTO

El entorno físico asociado al contexto tiene lugar en todas las zonas portuarias, consideradas como aquellas superficies de tierra y agua necesarias para la ejecución de sus actividades, así como las destinadas a tareas complementarias a ellas y los espacios de reserva que garanticen la posibilidad de desarrollo de la actividad portuaria (Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de puertos del estado y de la marina mercante).

Para Chile, según afirma la Dirección de Obras Portuarias (DOP) en el marco de la “Visión Chile 2020”, se define al sector portuario como de gran trascendencia en el crecimiento y desarrollo nacional, consecuencia de que desde el año 2003 la economía se caracterizará por una profunda apertura comercial, fortalecida con la firma de un conjunto de Tratados de Libre Comercio y acuerdos con las principales economías del mundo, generando un incremento del tráfico de consumo a larga distancia. Esta estrategia país ha tenido en el sistema portuario local un eficiente aliado, hecho basado en que 96% del comercio exterior chileno es movilizado a través de los puertos marítimos.

1.1.1. Destinos del transporte marítimo

El Servicio Nacional de Aduanas, por medio del Departamento de Estudios, concreto información estadística del comercio exterior a través del documento “Estadísticas Anuales 2016”, estudio el cual refleja el movimiento del comercio exterior chileno en el último año. Con información sujeta en dichos estudios se recoge que este se concentró principalmente en Asia (43%), América (38%) y Europa (17%), los cuales en conjunto representan el 98% del intercambio comercial del país.

A fin de reconocer las tendencias del transporte marítimo, se presenta la Tabla 1-1, la cual sintetiza el origen de las importaciones y exportaciones chilenas a nivel continental. Las exportaciones nacionales corresponden principalmente a minería de cobre (cobre metálico y concentrados), otros productos mineros (oro, molibdeno, etc.), productos no mineros, tales como, forestales y sus derivados, productos del mar, frutos frescos, entre otros. Para el caso de las importaciones, estas corresponden principalmente a combustibles derivados petróleo crudo, combustibles "diésel oíl", gas natural licuado, hulla, gas propano licuado, seguido de bienes capitales asociados a carbón, cereales, entre otros.

Tabla 1-1. Porcentajes importaciones y exportaciones marítimas

Continente	Exportaciones	Importaciones
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Asia	50	35
América	34	44
Europa	11	20

Fuente: www.aduana.cl/anuarios-compendios-y-reportes-estadisticos/aduana/2016-09-20/165452.html

A modo de especificar, aproximadamente la mitad de las exportaciones tuvo como destino el continente Asiático, recibiendo el 49,5% del total de los envíos, seguido por América, cuya participación correspondió al 34%. Cabe destacar que en la mayoría de los países de Europa se presentaron caídas en los envíos, no obstante, España presentó una variación positiva del 11%, al igual que Ecuador, China y Estados Unidos, países con los cuales se incrementaron las exportaciones para el año 2016.

Por su parte, el 44% de importaciones chilenas provino desde América, seguida de Asia con 35% y el resto principalmente desde Europa. Específicamente, las importaciones desde Europa registraron un aumento de 2% para el año 2016, el mayor incremento en términos porcentuales lo presentaron las internaciones desde Francia (13%), Holanda (32%), Turquía (26%) y Dinamarca (66%).

1.1.2. Sector portuario nacional

De acuerdo con la información recopilada de documentos emitidos por entidades como "Dirección general del territorio marítimo y marina mercante. Directemar", "Cámara Marítima Portuaria. CAMPORT", "Boletín Estadístico Marítimo Armada de

Chile 2016" y "SEP Chile. Sistema de empresas del Ministerio de Economía, Defensa y Turismo", se desarrollan la Tabla 1-2 y Tabla 1-3, en base a la clasificación por sector portuario. Con dicho estudio, se realiza el "Anexo A. Fluctuación de terminales marítimos desde el año 2011 al 2016" con el cual se establece un aproximado de 124 terminales portuarios existentes en el Chile.

- 14 Puertos públicos de uso público (perteneciente a las 10 "Empresas portuarias del Estado")
- 110 Puertos privados de uso público y privados de uso privado.

Tabla 1-2. Empresas portuarias públicas y privadas de uso público

Empresas Estatales	Puertos privados de uso publico
Empresa Portuaria Arica	Puerto Arica S.A.
Empresa Portuaria Iquique	Iquique Terminal Internacional S.A.
Empresa Portuaria Antofagasta	Puerto Angamos
Empresa Portuaria Coquimbo	Puerto Mejillones
Empresa Portuaria Valparaíso	Antofagasta Terminal Internacional S.A.
Empresa Portuaria San Antonio	Puerto Caldera S.A.
Empresa Portuaria Talcahuano – San Vicente	Puerto Coquimbo S.A.
Empresa Portuaria Puerto Montt	Terminal Oxiquim – Gasmar Quintero
Empresa Portuaria Chacabuco	Puerto Ventanas
Empresa Portuaria Austral	Puerto Hanga Roa
	Muelles Puchoco y Jureles
	Terminal Cerros de Valparaíso S.A.
	Terminal Pacífico Sur Valparaíso S.A.
	Puerto Central. San Antonio Terminal Internacional S.A.
	Puerto Panul

Fuente: http://www.camport.cl/sitio/mapa-portuario-2/

Tabla 1-2. Empresas portuarias públicas y privadas de uso público (continuación)

Empresas Estatales	Puertos privados de uso publico
	Puerto Lirquén
	Muelle de Penco
	Talcahuano Terminal Portuario S.A.
	San Vicente Terminal Internacional
	Muelle Cap
	Muelle Puchoco y Jureles
	Puerto Coronel
	Puerto de Corral
	Puerto Chonchi
	Puerto Achao
	Puerto Castro
	Puerto Quellon
	Puerto Cisne
	Puerto Baker y Melinka
	Puerto Natalaes
	Muelle Skorpios Patagonia Sur
	Terminal José de los Santos Mardones
	Puerto Iquique

Fuente: http://www.camport.cl/sitio/mapa-portuario-2/

Tabla 1-3. Empresas portuarias privadas de uso privado

Puertos Mineros	Puertos Petroleros
Terminal TMP Iquique	Off Shore Oil – Quiane Copec Arica
Caleta Patillos	Off Shore Oil – Sica Sica Arica
Terminal Collahuasi	Off Shore Petrobras
Off Shore Anglo	Ellectroandina CTT
Sit Terminal	Off Shore Anglo
Off Shore Terminal Minera Esperanza	Off Shore Terminal Michilla
Off Shore Terminal Mejillones	Off Shore Oxiquim
TGN Mjiellones	Off Shore Eanex
Terminal Coloso	Off Shore Terquim

Fuente: http://www.camport.cl/sitio/mapa-portuario-2/

Tabla 1-3. Empresas portuarias privadas de uso privado (continuación)

Puertos Mineros	Puertos Petroleros
Las Losas	Off Shore Terminal “Rocas Negras” Copec
Caldera Muelle Comercial	GNL Mejillones
Caldera Muelle Comercial	Off Shore Enex
Terminal Candelaria “Punta Toralillo”	Puerto de Barquito Chañaral – Codelco Oil
Terminal Guacolda I (Puerto Huasco)	Terminal Guayacán
Terminal Guacolda ll	Terminal Off Shore Copec
Terminal Punta Chungo (Los Pelambres)	Terminal Monobuoy
Terminal Coronel – Muelle Chollín	Terminal L.P.G
Oxxean (Puerto Punta Caullahuapi S.A.)	Terminal El Bato
Off Shore Terminal - ENAP	Terminal LNG
Terminal Isla Guarello	Terminal Multibuoy
Terminal Pecket Coal	Asimar
Terminal Gregorio (Multiboy, Punta Delgada)	QC Terminales Chile (ex Vopak)
Terminal Pecket Coal	Off Shore Terminal – Petroquina
Terminal Otway	Multibuoy Terminal
	Terminal Abastible – Lenga
	Off Shore Terminal Escuadrón – Oxiquim
	Off Shore Terminal – Copec
	Off Shore Terminal - Comaco
	Terminal Cabo Negro l y ll
	Caleta Barquito

Fuente: http://www.camport.cl/sitio/mapa-portuario-2/

Dentro de los 124 puertos, Camport Chile, en su documento “Una nueva vuelta de tuerca – planificar y coordinar para la productividad. 12 abril de 2016” establece que en el norte de Chile el sistema marítimo contribuye principalmente al transporte de minerales (gráneles). En la zona central a los productos agrícola como la fruta y a contenedores (carga general), en el sur al movimiento de productos derivados de la madera (gráneles) y en la zona austral, donde la principal vía de comunicación es el mar, los

puertos son casi el único medio para la transferencia de vehículos y de pasajeros/as, así como del transporte de carga (cabotaje).

1.2. ANTECEDENTES RELEVANTES

Las operaciones portuarias se definen como aquellas actividades que aúnan toda característica asociada al buque y al conjunto de maniobras que este desarrolla dentro del ámbito, razón por la cual se describen, en este punto, los procedimientos de navegación ejecutados en todo terminal marítimo.

1.2.1. Navegación costera

Se considera la navegación costera como la fase de transición desde mar costero a la navegación en puerto. En la aproximación a puerto, el barco se mueve desde aguas relativamente libres de la fase costera a otras más restringidas, con tráfico más denso cerca y /o dentro de la entrada a una bahía, un río o un puerto.

Cuando un barco llega a puerto los riesgos de navegación aumentan a la vez que se limitan sus capacidades de maniobra, razón por la cual los puertos chilenos exigen la ayuda complementaria de un práctico que posicione al buque correctamente en puerto. El práctico es, dicho de forma general, un marino experimentado y especializado, tanto en el manejo de buques como en las circunstancias locales, quien embarca a bordo, tanto para llevar el barco a aguas portuarias como para salir de ellas. Para que el practico pueda dirigir el buque y maniobrar la entrada a puerto de forma segura, se requieren una serie de marcas costeras, estructuras e instrumentos denominados “Ayudas a la navegación” que delimitan al terminal.

1.2.2. Estructuras de demarcación costera (señalización marítima)

La “Asociación internacional de señalización marítima” IALA define ayudas a la navegación marítima como todos aquellos sistemas visuales, acústicos o radioeléctricos destinados a posicionar las embarcaciones y/o identificar los peligros cercanos a sus travesías, permitiendo establecer rutas adecuadas, brindando mayor seguridad a las naves y por ende a la vida humana en el mar.

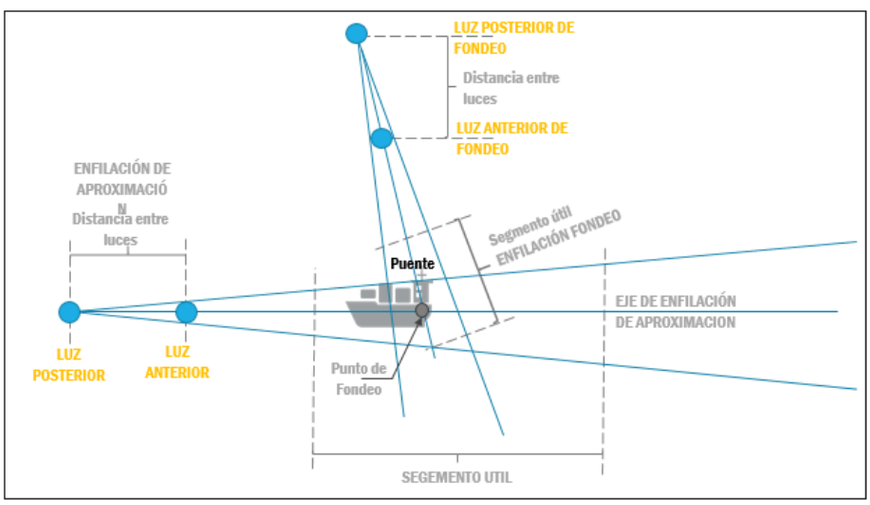
Al año 2016, el sistema de señalización marítima, lacustre y fluvial de Chile estaba compuesto por 118 faros, 1046 señales luminosas, 347 señales ciegas y 56 señales de índole independiente, lo que da un total de 1567 señales. Dentro de ellos, un gran

porcentaje de los dispositivos que la conforman cuentan con más de 25 años de operación en terreno, demostrando ya un funcionamiento anómalo, afectando la confiabilidad, disponibilidad y eficiencia de la red de ayudas a la navegación marítima nacional, según se afirma el Servicio de Señalización Marítima Chileno.

De estas estructuras, aquella que proporciona al navegante información para conducir la nave por lugares libres de peligro, entradas, salidas, trayecto y arribo al terminal marítimo sin riesgo de encallamiento son las estructuras denominadas “Baliza de Enfilación”. Las mismas cumplen con la función de apoyo al navegante, esta definición supone que la ayuda se realiza desde dos puntos prácticamente fijos establecidos sobre tierra y/o en zona costera (baliza uno - luz anterior y baliza dos – luz posterior), emitiendo permanentemente un mensaje en forma de luz, marca a tope o color, este mensaje, como línea de posición o alcance, corresponde a una indicación visual que se proyecta imaginariamente bajo la alineación vertical de dos de estas estructuras separadas, una más alta que la otra.

Bajo esta alineación, el navegante tiene una buena referencia para abordar una línea de posición correcta en momento de entrar o salir de un terminal. La utilidad fundamental de estos dispositivos es doble; primero, evitar la pérdida por accidentes, tanto de buques, vidas humanas, y de mercancías. Y la segunda, ahorrar tiempo.

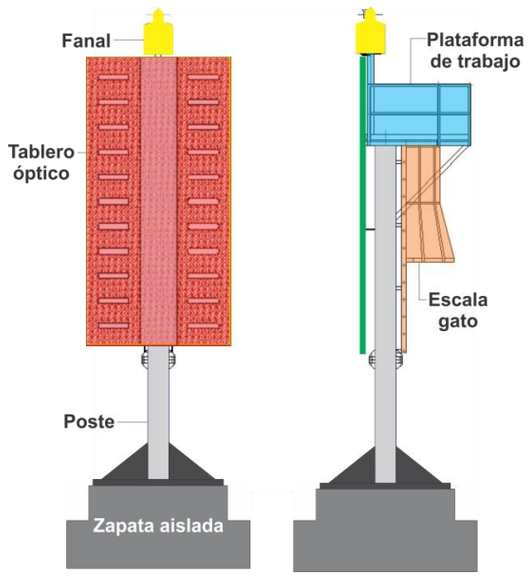
La modalidad de uso se representa en la Figura 1-1, reflejando la función cumplida por la estructura.



Fuente: www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1048332 (Anexo D. Diagrama de enfilación)

Figura 1-1. Enfilación a puerto

En tanto, la Figura 1-2 alude a la forma y componentes básicos actuales de la misma, estructurada por un tablero óptico de medidas normadas y relativas, un fanal de enfilación normado anclados a un poste de acero (Fanal: Farol grande que se coloca en las torres de los puertos para que su luz sirva de señal nocturna, según afirma la real academia Española); para la mantención tanto del tablero como del fanal, la señal cuenta con una plataforma de trabajo compuesta, a la cual se llega mediante una escalera tipo gato, anclada continuamente al poste principal. Finalmente, el poste de acero está fundado al suelo a través de una zapata aislada de hormigón armado.

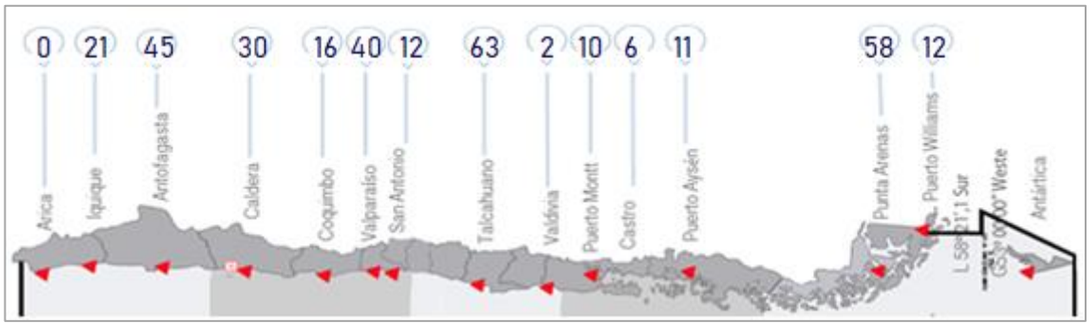


Fuente: Modelación señalética, Saimic Ltda

Figura 1-2. Referencia estructural “Baliza”

Cada terminal marítimo activo con recepción de buques a puerto debe contar con la señalización marítima y sus balizas correspondientes (o en su defecto faros), garantizando con esto su capacidad operativa. Por tanto, un puerto que no cuente con dichas ayudas a la navegación quedara inhabilitado, de acuerdo con las normativas nacionales, hasta establecer la señalización correspondiente para el buque entrante. Dichas normas se establecen de acuerdo con el “Reglamento general de orden, seguridad y disciplina en las naves y litoral de la república en su artículo Nº 5; los artículos Nº 7 y 8”; “Reglamento de practicaje y pilotaje” y la “Ley orgánica de la dirección general del territorio marítimo y de marina mercante”.

Para efectos de reflejar la actividad portuaria referente al balizamiento nacional, se presenta el “Anexo B. Balizamiento marítimo inscrito en Directemar, Chile.” Anexo el cual se desarrolla investigando, a través de la página de Directemar, las 16 gobernaciones marítimas nacionales y la inscripción de balizas de enfilación presente en cada una de sus resoluciones locales. Con la recolección de dichos datos se realizó la Figura 1-3. Demostrando en la cantidad de balizas presentes por región en el país inscritas en dicha organización.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/gobernaciones_maritimas.html

Figura 1-3. Balizamiento nacional

1.2.3. Definiciones parciales de la estructura

La estructura puede ser reconocida por su forma, color, silueta, marca de tope, característica de su luz o combinación de ellos. Según su uso puede ser laterales, cardinales, aguas seguras, costeras, especiales, todo en función de la normativa IALA (International association of lighthouse authorities/ Asociación internacional de señalización marítima).

El Consejo IALA está formado por los estados que cuentan con un amplio servicio y desarrollo marítimo. Chile, como representante de una de las principales áreas geográficas del mundo, pertenece a esta asociación desde 1963 y desde 1998 ocupa lugar entre los 24 miembros del consejo, participando activamente de todas las sesiones y distintos comités. Esta relación internacional permite desarrollar modelos de navegación segura y eficiente, con un intercambio técnico internacional con los países miembros que cuentan con una tecnología marítima más avanzada.

Dicha norma se establece en el país con la aprobación de la circular DGTM y MM ordinario Nº o-63/001, el cual establece los procedimientos para solicitar, instalar y modificar ayudas a la navegación, emitido el 3 de diciembre de 2013 por el Ministerio de

Defensa Nacional. Es dentro de esta donde se especifica la utilización de la última actualización del documento “For the design of leading lines IALA – AISM”, publicación la cual pretende enseñar los principios técnicos que debe tener toda señal marítima. Es un programa de diseño de enfilación y parámetros que delimitan una serie de factores normados que la estructura debe cumplir, este mismo funciona como un libro de trabajo en microsoft excel®.

Legalmente, todo resultado arrojado desde el trabajo realizado sobre el programa debe ser certificado por la Autoridad Marítima Local (Capitanía de puerto), elevando las solicitudes correspondientes en conjunto con toda información que avale dichos resultados, presentándose como de utilidad para el estudio y desarrollo de la futura instalación, tales como: factibilidad técnica de instalación, fotografías de inspección en terreno, estudios de maniobra, etc. con el propósito de confirmar y analizar los antecedentes presentados, verificando el cumplimiento de la norma, todo esto previo a las gestiones de los proceso de fabricación, según decreta el Ministerio de Defensa Nacional; subsecretaría para las Fuerzas Armadas; Armada de Chile; Dirección general del territorio marítimo y de marina mercante.

1.3. PROBLEMA DE DISEÑO

El problema se origina de la dependencia existente entre el barco y los sistemas de señalización marítima, dicha vinculación que se ve alterada al momento de ocurrir una falla de estas estructuras, lo que, de suceder, deriva en los posibles riesgos que enfrentaría el terminal marítimo, el buque, su carga y las vidas humanas implicadas.

Definir el problema es identificar que las estructuras actuales se deterioran y fallan al carecer de los adecuados procedimientos de mantención, debido a que están diseñadas de tal forma que han de necesitar mantenciones semestrales del tipo inspección, las cuales de no realizarse implican que los factores que afectan la vida útil de la estructura se potencien con el tiempo, provocando fallas inesperadas y problemas logísticos de utilización.

Tecnológicamente hablando, el diseño estructural actual se presenta de tal forma que dichas operaciones de mantención resultan demasiado complejas, de alto riesgo para la vida humana involucrada, requiriendo de equipamientos especiales con el propósito de proteger la misma, los que han de subir el costo de cada una de ellas, razón por la cual, dichas mantenciones no se han de realizar periódicamente.

En forma paralela, dichos problemas derivan de la antigüedad de las estructuras existentes en el país, pues el 78% de aquellas balizas inscritas en Directemar (Organismo

de alto nivel de la Armada de Chile), especificado en el Anexo B. “Balizamiento marítimo inscrito en Directemar, Chile.”, son modelos de poca confianza que no se encuentran resguardados bajo la última actualización de la norma IALA.

Es por distintas circunstancias que las mantenciones semestrales no se realizan, siendo algunos de estas la posición geodésica de la estructura, estando ubicada la baliza uno – luz anterior normalmente en borde costero o muelles, una gran cantidad de las mismas se encuentran en zonas de difícil acceso, como lo serían aquellas posicionadas en zonas de altura o roquerio, siendo esta última la baliza dos – luz posterior, considerándose como de mayor altura estructural y lejos de la zona costera, generando que la aproximación a esta se vuelva un peligro y realizar la mantención correspondiente se aplace hasta que la misma falle por completo.

Cada componente de la estructura, al ser materialmente distintos, tiene un tiempo de vida útil especifico e independiente, lo cual simula que cada uno de ellos normalmente falle a tiempos distintos, siendo esta otra de las razones por las que las inspecciones semestrales no se realizan, debido a que la magnitud de cada falla implica una mantención distinta, lo cual genera que una inspección constante sea un gasto de tiempo y dinero. Para ello existe el “Plan SIMPLA” (Sistema de Mantención Preventiva y Planificada), informe técnico entregado usualmente por la empresa fabricante, definido como una pauta de procedimientos semestrales y rutinas de control e inspección de los elementos integrales de un sistema operativo de señalización. Del mismo se infiere que la vida útil de la estructura es importante, por tanto, la mantención es clave, todo con el fin de prevenir que la estructura falle.

En consecuencia, para un terminal activo, el hecho de no tener una señal operativa simula ciertas contingencias iniciales, ya sea la inhabilitación del mismo por presentar operaciones inseguras, o de darse el caso, los costos de multas aduaneras que debe asumir por la sobre estadía que presente un buque al no poder enfilar a puerto, manteniéndose en zona de espera debido a problemas logísticos que lo impiden. Dichos costos están asociados aproximadamente entre USD 80 a 120 diarios por contenedor (los costos varían de acuerdo al tipo de contenedor), conocido como “Demurrage”. Estos costos se vuelven extremadamente elevados considerando que el mínimo de contenedores que un buque transporta está asociado a 1200, por ende, el costo de demurrage fluctuaría entre 60mil a 144mil dólares, según afirma CMA CGM Chile S.A. tarifas demurrage & detention. El término "Demurrage" o “Sobreestadía” se origina en la contratación de buques de gran carga, se define o refiere al período en que el buque se mantuvo en posesión del terminal después del periodo normalmente permitido para cargar y descargar mercancías (tiempo de estadía). Por extensión, se refiere a los cargos que el arrendatario paga al propietario del buque por el uso adicional de la embarcación. Oficialmente, es una

forma de daños y perjuicios por el incumplimiento del contrato de “The charter party” o “Contrato de fletamento”.

1.4. CONTEXTO DEL PROBLEMA

Se define “contexto” como condiciones situacionales, es decir, las circunstancias que abordan el problema, estas se asocian al ambiente agresivo en el cual se emplaza la estructura, dependiendo de la función de la misma (baliza uno – luz anterior u baliza dos – luz posterior) y la forma en que las empresas que comprar estas estructuras, realizan las debidas mantenciones.

Interpretando, se entiende la zona como de ambiente agresivo debido a la climatización de la misma, siendo este un entorno marítimo relacionado con la salinidad, problemas galvánicos, puntos de roció matutino, humedad oceánica, exposición a rayos UV, entre otros.

Reconociendo que dichos factores afectan la estructura debido a la materialidad de la misma, se desarrolla la Tabla 1-4, en la cual se muestra el despiece de la estructura comercializada por la empresa SAIMIC LTDA, convergente al estudio, determinando en ella como y cuáles son los componentes, partes y piezas que resultan afectadas estando expuestas a dicho entorno o ambiente.

Tabla 1-4. Vida útil de la estructura “Baliza”

Componente	Materialidad	Falla	Durabilidad
Fanal de iluminación	Plástico	Excremento de pájaro	Zona de alto riesgo 6-10 meses (falla parcial)
Tablero óptico	Madera Metal	Brillo. Desgaste pintura debido a problemas galvánicos, de humedad y rayos UV.	Depende de la zona 6-10 meses falla parcial, deterioro grave. 10-18 meses falla total.

Fuente: Proyecto mantención señalización marítima 2011-Saimic

Tabla 1-4. Vida útil de la estructura “Baliza” (continuación)

Componente	Materialidad	Falla	Durabilidad
Poste	Acero	Materialidad propensa a la corrosión, oxidación y desgaste de material por condiciones externas, factores climáticos (punto de roció).	Deterioro progresivo
Plataforma de trabajo Escalera de gato	Acero	Falla técnica de elementos soldados, puntos de discontinuidad en la estructura (soldaduras, uniones, perfiles, ángulos, etc.)	Deterioro progresivo
Células Fotovoltaicas Colector solar	X	Excremento de pájaro	Zona de alto riesgo: 6-10 meses (falla total)
Circuitos	X	Excremento de pájaro	Zona de alto riesgo: 6-10 meses (falla total)
Batería	X	Relacionada con la falla de colector solar	Mantención cada 3 meses

Fuente: Proyecto mantención señalización marítima 2011-Saimic

Cada término mencionado es independiente, debido a su materialidad, por lo que ha de presentar fallas a tiempos relativamente distintos, por ende, la propuesta tiende a la innovación de la estructura basado en su despiece, aplicando las normas correspondientes a un nuevo modelo más confiable y consolidado para las condiciones a las que se ve expuesto. Pretendiendo con ello lograr estabilizar la relación existente entre el comprador y el sistema de mantención, reestructurando la confiabilidad en la red de ayudas a la navegación.

1.5. COMPRENSIÓN DEL MERCADO

Esta sección se aboca a definir la sustentabilidad del proyecto, evaluando el mismo dentro del mercado sobre el que se ofrecerá el producto, identificando el medio u entorno en el que evolucionará el mismo; con el propósito de reconocer las posibilidades de éxito del proyecto, reflejando los aspectos y técnicas generales de la comercialización.

1.5.1. Los consumidores

El mercado y/o demanda se establecerá en relación con los terminales marítimos activos, a los cuales se les presta servicio de Balizamiento, para ello se presenta la Tabla 1-5, basada en el resumen temático del "Anexo A. Fluctuación de terminales marítimos desde el año 2011 al 2017".

Dicha Tabla representa el total de terminales marítimos presentes en Chile desde el año 2011 al 2016, con el fin de demostrar la tendencia de los mismos en base a la frecuencia de la habilitación y desafiliación del total de terminales marítimos por año, en conjunto con el crecimiento anual de la cantidad de balizas activas.

Tabla 1-5. Terminales marítimos por sector

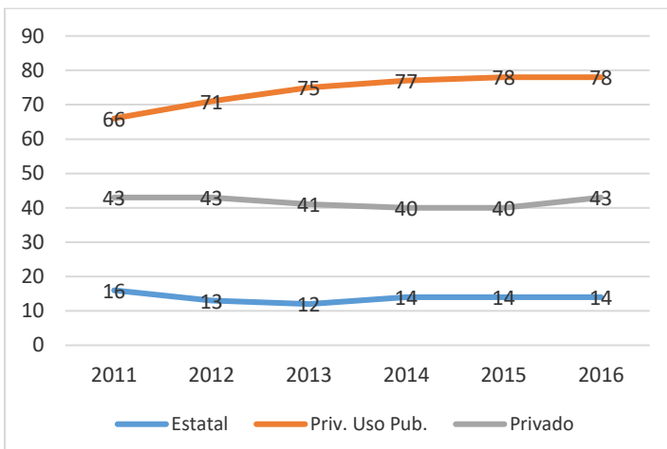
Año	Total terminales			Total balizas
	Publico de uso Publico	Privados de uso Publico	Privados de uso Privado	
2011	16	66	43	76
2012	13	71	43	98
2013	12	75	41	121
2014	14	77	40	154
2015	14	78	40	329
2016	14	78	43	332

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

La fuente de dichos datos fue recogida de los Boletines estadísticos de la Amada de Chile, disponibles en Directemar. Fueron estudiados desde el año 2012 al 2017, a fin de recoger datos estimativos acerca de los terminales marítimos. Es con dicha información

que se realizó el Anexo A. como un extracto necesario para el desarrollo de esta etapa del capítulo. Es con estos datos que se realizó el Gráfico 1-1, el cual muestra el desarrollo anual de los tres tipos de terminales marítimos, en él se pueden apreciar las líneas de tendencia relacionadas a la variación anual de la cantidad de terminales en el marco temporal.

El patrón de tendencia presente en los tres tipos es variable, pues los terminales tipo "privados de uso público" presentan un crecimiento exponencial, asociado a que anualmente solo aumenta la cantidad de terminales, no así los terminales tipo "privados de uso privado" los cuales presentan una tendencia de disminución y estabilidad promedio entre los años 2014 y 2016, lo mismo para los terminales tipo estatal.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Gráfico 1-1. Tendencia de crecimiento en los terminales marítimos

Para efectos de analizar la tenencia de crecimiento estable o variable en cada uno de los tres tipos de puertos, se han de considerar dos factores fundamentales, el primero, establecido en la Tabla 1-6, referente a la cantidad de autoridades marítimas presentes en cada tipo (Autoridad marítima refiere al término utilizado para denotar las ciudades donde se encuentran instalados y concesionados los terminales y/o puertos marítimos) y en paralelo, presente en la Tabla 1-8, se encuentran las transacciones nacionales que, a modo de referencia, ayudan a comprender la Tabla 1-7, la cual explica la distribución de carga según propiedad del puerto.

Pues con ello, y considerando los porcentajes de importación y exportaciones nacionales, se ha de comprender por qué los terminales públicos privado presentan un crecimiento exponencial y no así los privados u estatales.

Tabla 1-6. Autoridad marítima por sector

Terminales Tipo	Autoridades marítimas	Descripción.
Privado - Privado	18	Su rubro corresponde a empresas privadas con intereses propios que deben concesionar los territorios nacionales para poder realizar sus actividades portuarias.
Público - Privado	28	Trabajan de manera similar a las empresas portuarias del Estado, pero administran y explotan su infraestructura amparados también en una concesión marítima.
Estatal	14	Pertenecen a las 10 empresas portuarias del estado, las cuales cuentan con patrimonio propio y son de duración indefinida, siendo empresas jurídicas de derecho público del Estado. Están orientados principalmente a facilitar el transporte internacional de carga, pasajeros o correo, y/o cuyo movimiento comercial esté orientado principalmente al turismo y comercio exterior.
Significado de concesión.		Acción de otorgar una administración a particulares o empresas el derecho para explotar alguno de sus bienes nacionales durante un tiempo determinado.

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Es claro estimar que de las 29 autoridades marítimas existentes al año 2016, los terminales públicos privados se encuentran en un 96% de ellas, seguidos por los terminales privados, localizados en un 69%, y por consiguiente los puertos estatales se encuentran en un 48% de dichas localidades. Las localidades con mayor actividad portuaria son Mejillones (con 10 puertos publico privados y 7 privados privados), Quintero (con 9 puertos publico privados y 11 privados privados), Coronel (con 6 puertos publico privados) y Punta Arenas (con 4 puertos estatales).

Para analizar la distribución de carga según propiedad del puerto, se establecerán datos recogidos del Servicio Nacional de Aduanas, en sus anuarios estadísticos del comercio exterior, estadísticas del 2016, de los cuales se establecerán, en primera instancia, las tendencias del comercio exterior chileno, a modo de sintetizar, como se

muestra en la Tabla 1-7, que el comercio se encuentra fortalecido principalmente en la exportación de gráneles sólidos y cargas generales asociadas a frutos, salmón y vinos, y en segundo lugar, a las importaciones principalmente de gráneles generales asociados a bienes capitales y combustibles derivados del petróleo.

Tabla 1-7. Comercio exterior chileno (en millones de US$)

Transacción		**Año**		
		2014	**2015**	**2016**
Exportación	Minería del cobre	35.313	28.390	25.903
	Otros productos mineros	5.027	3.649	4.009
	Demás productos (salmón, fruta, vino, etc.)	33.543	28.3	30.009
	Total	**73.883**	**60. 696**	**59.928**
Importación	Combustible derivado del petróleo	12. 664	7.287	6.133
	Otros combustibles	1.057	890	931
	Los demás productos	51.971	49.143	4.741
	Total	**65. 693**	**57.321**	**53.805**

Fuente: www.aduana.cl/anuarios-compendios-y-reportes-estadisticos/aduana/ 2016-09-20/165452.html

Es por ello por lo que la Tabla 1-7 indica los valores entregados para exportación e importación desde el año 2014 al 2016. La tendencia no varía pues siguen siendo, en los tres años, más grande la cantidad en millones de exportaciones que importaciones. Sin embargo, si existe una baja importante en el total de las cantidades de millones US$ exportadas e importadas dese el año 2014 al 2016.

Una vez reconocida dicha información, se realiza la Tabla 1-8, la cual representa la distribución de carga según propiedad de puerto para el año 2014, siendo estos la última actualización entregada por la Armada en sus boletines estadísticos, de dichos datos.

Tabla 1-8. Participación infraestructura portuaria privada-estatal 2014

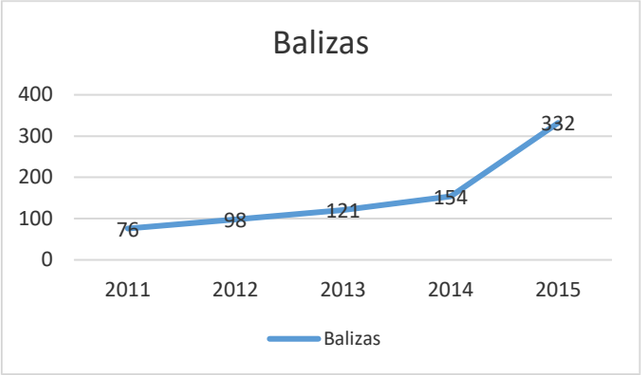
Toneladas			
Tipo de puerto	Carga general	Gráneles solidos	Gráneles Líquidos
Privados-privado	3	18.114	11.895
Privados-publico	6.497	19.199	6.490
Estatales	23.631	8.239	4.971
Porcentajes			
Tipo de puerto	Carga general	Gráneles solidos	Gráneles Líquidos
Privados-privado	0,009%	60%	40%
Privados-publico	17%	50%	17%
Estatales	60%	20%	12%

Fuente: www.camport.cl/sitio/wp-content/uploads/2017/05/Memoria-2016.pdf

Como conclusión, toda la información expuesta en este punto fue con el fin de comprender por qué hay mayor cantidad de puertos publico privados, y las razones son lógicas, pues son aquellos los que realizan gran parte de las transacciones nacionales, encontrándose en mayor cantidad de autoridades marítimas y representando una participación importante en el margen de exportaciones de gráneles sólidos, luego y en equidad se destinan a la importación de gráneles líquidos y cargas generales asociadas a bienes de consumo nacional. Seguidos de ellos y como demuestra la Tabla 1-5, vendrían en cantidad, los terminales privados de uso privado, pues representan el mayor número terminales chilenos mineros y petroleros, lo que da sentido, ya que se caracterizan por sus actividades de exportación ligadas con gran porcentaje a gráneles sólidos y, en segundo lugar, gráneles liquidas. En último lugar, se encontrarían los terminales estatales, relacionados directamente a exportación e importación de cargas generales delimitadas por valores de funcionamiento estatales.

Para efectos de la información sobre balizas presente en la Tabla 1-6. Se realizó el Gráfico 1-2, el cual refleja un crecimiento exponencial de las mismas a modo de respuesta al desarrollo nacional presente en las transacciones marítimas asociadas a los tratados de libre comercio y la internacionalización con las principales economías del mundo, considerando que el 96% del comercio exterior chileno es movilizado a través de los puertos marítimos, según afirma la Dirección de Obras Portuarias en el marco de la

“Visión Chile 2020”. Razón por la cual, el balizamiento nacional se ve, anualmente en aumento.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Gráfico 1-2. Tendencia de crecimiento balizas de fondeo

Con el propósito de reconocer las balizas inscritas en Directemar, se hizo un estudio de todas las autoridades marítimas pertenecientes a este organismo nacional de alto nivel de la armada, con propósito de estimar la cantidad de balizas inscritas y concesionadas a la fecha, y con ello realizar el “Anexo B. Balizamiento marítimo inscrito en Directemar, Chile.” y verificar si las estructuras cuentan o no con el cumplimiento de la norma antes mencionada y establecida para Chiles desde el año 2013. Estudio el cual se expone en la Tabla 1-9.

Tabla 1-9. Balizamiento nacional por sector

Balizamiento nacional al año 2015			
	Privados de uso Privado	Privados de uso Público	Publico de uso Público
Bajo norma	21%	34%	54%
Sin norma	79%	66%	46%

Fuente: www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/gobernaciones_maritimas.html

En cada segmento se aprecian datos que reflejan el rubro del terminal, representándose en la cantidad de balizamiento inscrito en Directemar. Evaluar el atractivo de cada segmento produce identificar que el proyecto se relacionará y

direccionará a aquellos terminales Privados de uso Privado y Privados de uso Público, debido a que son mayoría y, por lo tanto, denotan mayor frecuencia en el uso de la estructura estudiada. Como factor clave, se puntualiza que más del 70% de su balizamiento no está actualizado bajo las normas establecidas en el Circular Ordinario 0-63 Nº o-63/001 (específicamente en el cumplimiento del documento IALA.).

1.5.2. Variables que afectan la demanda

La demanda de un determinado producto es el volumen total, físico o monetario, que será adquirido por un grupo de compradores en un lugar y periodo de tiempo dado, bajo las condiciones del entorno y un determinado esfuerzo comercial.

Variable, en el contexto, refiere al significado inestable de aquellas decisiones y situaciones a las que se verá sujeto el consumidor.

Como antecedente es relevante considerar que fue determinante el progreso que se experimentó entre 1998 a la fecha, debido a que fue la política pública de modernización del sector portuario estatal que impulsó el modelo de concesión de terminales, permitiendo un importante ciclo de inversiones privadas en los puertos estatales, inversiones que apoyaron e influyeron en una ola de inversiones en la infraestructura vial del país.

Al hablar de Concesiones, refiere a un modelo de asociación público-privada que ha permitido adjudicar, desde que fue creado durante el gobierno del ex Presidente Patricio Aylwin, y madurado y desplegado en las administraciones siguientes, proyectos por una inversión cercana a los USD 19.000 millones, lo que ha contribuido más que significativamente al desarrollo de la economía, la productividad nacional y la generación de miles de puestos de trabajo.

1.5.2.1. Económicas

Luego de la reforma de 1997, el sistema portuario nacional se estructuró de modo que fuesen los privados los que incorporaran mayores inversiones y renovaran la infraestructura del sector, todo ello bajo un esquema de concesiones portuarias definidas en la Ley 19.542. Y ha sido dicho impulso, más las inversiones de los puertos instalados mediante las concesiones marítimas, lo que ha permitido el crecimiento del sector.

En este contexto, actualmente se mantienen falencias en la regulación de las concesiones marítimas que inhiben las inversiones en los puertos bajo ese régimen. La primera referida a la valorización de los rellenos efectuados por los puertos privados, con el objeto de extenderse ganándole terreno al mar. Actualmente la autoridad no interpreta los rellenos realizados por los concesionarios como mejoras. Lo anterior, ha implicado

que una vez que los nuevos terrenos son inscritos a nombre del Fisco, se exige la actualización del decreto de concesión con las nuevas dimensiones del terreno, resultando en un importante incremento en la renta de la concesión, derivado del aumento del área y del cambio de su naturaleza jurídica. Es decir, se obliga al concesionario a pagar una renta respecto de inversiones que él realizó y que no estaban dentro de la concesión original.

Lo anterior distorsiona y obstaculiza futuras inversiones en los puertos privados, ya que obliga a quien efectúa la inversión a retribuir al Estado como si ésta hubiese sido provista como parte de la concesión.

Los otros desincentivos se refieren al cálculo de la renta anual de la concesión, donde la normativa fija que dicha renta será al menos un 16% del valor de la tasación hecha por el SII (servicio de impuestos internos) de los terrenos concedidos, sin especificar un porcentaje máximo. A esto se suma, que mediante una resolución de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas de 2014 se establece un modelo cuestionable que calcula ese porcentaje, permitiendo que la renta anual pueda alcanzar el 100% de la tasación del terreno. Lo anterior, deriva en rentas concesionales económicamente desproporcionadas, ya que si se aplican los criterios que establece, se puede dar el escenario que el concesionario termine pagando varias veces el valor del terreno durante el período que dura la concesión. Es decir, tales falencias de la regulación sólo hacen más oneroso el desarrollo de la actividad portuaria, quebrando el equilibrio que el país necesita para desarrollar la industria portuaria.

1.5.2.2. Políticas

Se considera el año 2017 como un año de reflexión sobre aspectos institucionales asociados al escenario electoral, por tanto, es importante poner énfasis en dicho aspecto de cara a la preparación de los equipos del próximo gobierno. El desafío de Chile es volver a organizar el cambio estructural, para lo que se requiere de sólidas condiciones sociales y de un ambiente institucional de calidad. Es indispensable un sistema político comprometido con los objetivos del desarrollo y actores sociales que promuevan los acuerdos y la colaboración. Sin estas condiciones la acción del Estado en favor del cambio estructural es enteramente inútil.

La pregunta entonces es cómo recuperar confianza y la capacidad social e institucional para impulsar los cambios necesarios para volver a crecer. Eso requiere más gobernabilidad que entusiasmo. Considerado la elección de políticos preocupados en recuperar la gobernabilidad, que hoy está amenazada por la irrupción de los movimientos sociales y la parálisis del mundo político.

En cuanto a las expectativas políticas para el futuro del sector portuario, la Ley 20.249 más conocida como “Ley Lafkenche”, que dio paso en 2008 a la creación de los

Espacios Costeros Marinos de los Pueblos Originarios también ha entorpecido las expansiones portuarias o el desarrollo de nueva infraestructura, ya que toda solicitud o renovación de una concesión marítima o de acuicultura queda suspendida si se sobrepone con una solicitud de Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios (ECMPO). Lo que dado los largos períodos de tramitación de las ECMPO terminan por congelar los proyectos que desean efectuarse en el borde costero. Es por ello, que es imperiosa la necesidad de armonizar la Ley Lafkenche con el desarrollo portuario.

1.5.2.3. Sociales

Para efectos sociales de la demandan portuaria, se consideran dos datos fundamentales, uno de ellos proviene del crecimiento de la cantidad de los terminales marítimos en el tiempo, el volumen creciente del transporte, la creciente sofisticación de las infraestructuras y la magnitud de las inversiones de capital necesarias para el desarrollo de las actividades portuarias ha conducido a profundas reformas en el sector. Lo que en un tiempo fue un sector que requería sobre todo mano de obra ocasional y poco calificado, ahora necesita trabajadores mucho más capacitados para dichas operaciones, lo que significa más oportunidades de trabajo.

Por otro lado, la influencia social es determinante en las importaciones, pues es fundamental para el desarrollo de dichas transacciones, al ser las cargas gráneles generales las de más alto porcentaje reflejadas en los intereses de la sociedad. Estas transacciones están relacionadas principalmente por traer productos desde China y Estados Unidos principalmente, refriéndose a cargas de vehículos para trasporte de mercancías, medicamentos, instrumentos y aparatos de medicina, aparatos electrodomésticos, juguetes, así como los aparatos para pruebas visuales, son algunos de los cargamentos más importantes de las importaciones de chile. Por ende, la sociedad juega un papel fundamental en gran parte de las importaciones nacionales.

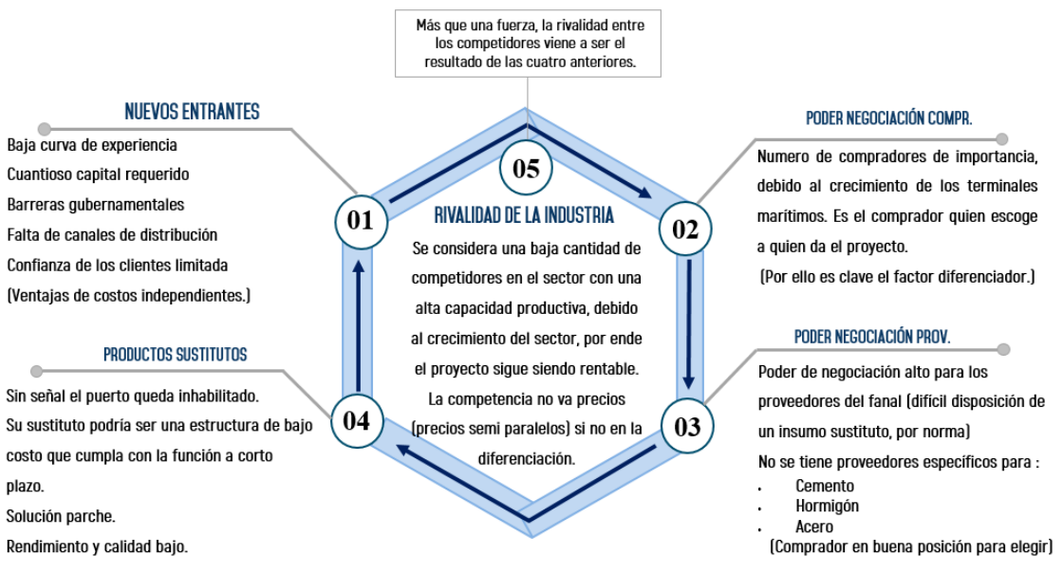
1.5.3. Comportamiento del mercado

Para reconocer el comportamiento del mercado, es clave estudiar diversos aspectos relacionados con el consumidor y las demandas de las mismas asociadas al proyecto; la competencia y su amplitud en el mercado; los proveedores y la disponibilidad de los servicios generados con el proyecto. A fin de entender la demanda actual y futura en el segmento el cual se quiere abarcar.

Comprender como funciona el mercado es, de forma paralela, una asociación con las variables estrategias del entorno, reconociendo el tipo de competencias existentes en el país. En Chile existe una alta capacidad productiva en el sector portuario nacional, y de

las empresas destinadas a este rubro se han reconocido aproximadamente seis de ellas, que han de realizar específicamente este tipo de proyectos (balizas de fondeo, ayudas a la navegación), asumiéndolas como tal, competencias directas. Se filtran de entre ellas aquellos servicios de maestranza que puedan existir en el país, que realicen de forma particular, independiente y sin especialización dicho proyecto, debido a que no cuentan con los requerimientos asociados a los documentos que deben presentarse a Capitanía de Puerto para la aprobación de los estudios (obsoletos en la aplicación de la norma), estimándose como una competencia escasa, casi nula.

Para realizar un análisis sobre el entorno empresarial relacionado al proyecto, se utilizará una herramienta estratégica reconocida como el análisis de las cinco fuerzas de Porter, representado en la Figura 1-4, modelo elaborado por el ingeniero y profesor Michael Porter de la Escuela de Negocios Harvard, en el año 1979. Este modelo establece un marco para analizar el nivel de competencia dentro de una industria, y poder desarrollar una estrategia de negocio. Estas 5 fuerzas son las que operan en el entorno inmediato de una organización, y afectan en la habilidad de esta para satisfacer a sus clientes, y obtener rentabilidad.



Fuente: www.gestiopolis.com/modelo-competitividad-cinco-fuerzas-porter/

Figura 1-4. Las cinco fuerzas de Portter

Según refleja el análisis Portter, el funcionamiento del proyecto se encuentra en gran medida determinado por su entorno, incidiendo directamente en las estrategias que se pretenden abordar. La diferenciación es la propuesta clave del desarrollo estratégico, distinción asociada a propuestas tecnológicas de mantención, accesibilidad, en conjunto con el cumplimiento de la norma son de forma global las estrategias a las que se tiende abordar. Portter permite comprender el funcionamiento de este entorno, así como la medida en que sus fuerzas se relacionan con el proyecto y afectan su forma de operar, comparando las estrategias y ventajas competitivas con las de otras empresas rivales.

El análisis de la amenaza de nuevos competidores permitió establecer barreras de entrada que impiden el ingreso de los mismo y los vuelven mínimos, siendo algunos de estos las barreras de entrada gubernamentales, el alto capital requerido por el proyecto y la lealtad del cliente, que se relacionan a largos periodos de tiempo y rentabilidad, que forman una gran barrera de entrada a los nuevos competidores.

La amenaza del ingreso de productos sustitutos es muy baja, ya que están asociadas a la falla del producto y a una solución momentánea no duradera, por ende para anular esta amenaza, la estrategia de diferenciación asociada a las propuestas de mantención y accesibilidad del producto está destinada a impedir la penetración de las empresas que vendan productos de solución parche.

El análisis del poder de negociación de los proveedores permite diseñar estrategias destinadas a lograr mejores acuerdos con los proveedores que permitan adquirirlos o tener un mayor control sobre ellos.

Por último, el análisis del poder de negociación de los clientes permite elaborar estrategias destinadas a captar un mayor número de ellos y obtener una mayor fidelidad o lealtad de los mismos ofreciendo mejores servicios y garantías.

En algunos artículos se propone completar el modelo con una sexta fuerza, el Gobierno, argumentando que las empresas también han de tener en cuenta las acciones y potenciales acciones de los Gobiernos. Para la propuesta, su capacidad reguladora vuelve fundamental al gobierno, debido a la aceptación de documentos legales que permiten el desarrollo del proyecto. Debido a las razones expuestas es que se debe explotar al máximo las cinco fuerzas con el objetivo de aumentar sus ventajas competitivas.

1.6. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA

Para realizar este análisis, se han de establecer tres factores fundamentales, siendo estos el mercado, los potenciales clientes y la segmentación de las actividades, como propósitos fundamentales para desarrollar un análisis FODA.

Para desarrollar dicho análisis se han de establecer datos iniciales que ayudaran a desenvolver el tema, partiendo con la segmentación de las actividades de negocio en las que el proyecto opera, siendo estas cuatro fundamentales

- La norma
- El proceso de mantención
- Las formas de acceso
- Los costos de mantención relacionados con la vida útil de la estructura

Siendo estas las actividades claves que definirán el éxito o fracaso del proyecto, basado en un diferencial de factores.

Para ello se entiende que en el mercado el proceso de mantención ha de ser demasiado periódico, las formas de acceso son deficientes y riesgosas y los costos de mantención, al ser igualmente periódicos, han de simula un alto costo.

Lo anterior se reconoce como oportunidades no satisfechas, asociadas a dificultades tecnológicas de diseño. Al identificar los ejes estratégicos, estos han de presentar mayores respuestas tecnológicas al producto, brindando mejoras sustentables tanto en las formas de acceso y mantención como así en los costos de mantención, en respuesta a las problemáticas presentes en las estructuras actuales. Al evaluar la solidez del proyecto y posición estratégica del mismo se consideran que existen posibilidades de desarrollo e innovación tecnológica.

Con la segmentación desarrollada, se realiza un análisis interno del proyecto y externo o de entorno a través de un modelo FODA, representado en la Tabla 1-10. Herramienta que permite reconocer aquellos factores que representan influencias del ámbito externo a la organización, que inciden sobre el quehacer interno del mismo.

Tabla 1-10. Matriz FODA

INTERNAS	
FORTALEZA	DEBILIDAD
• Habilidades tecnológicas; para la innovación en productos. • Alto nivel de know how en el desarrollo del proyecto, debido a la empresa SAIMIC y su participación tanto en el proyecto como en el sector marítimo en un período de tiempo prolongado. • Buen manejo del rubro. • Conocimientos y dominios tecnológicos de las distintas actividades de los procesos productivos.	• Al definir propuestas de mantención y accesibilidad con un nuevo diseño, se opta por considerarlo como una debilidad inicial, respecto a la confianza del nuevo producto en funcionamiento experimental. • Existe poca promoción y publicidad de los productos, lo cual hace que la propuesta se estanque. • Se carece de canales de distribución que hagan enlace con la venta del producto.
EXTERNAS	
AMENAZA	OPORTUNIDAD
• La situación actual del mercado está dada por la competencia entre empresas y la influencia de estas en la generación de beneficios. • Cambios legislativos en el gobierno • Diversidad de competidores, diferencia en cuanto a objetivos, costos y estrategias de las empresas.	• Nuevo nicho u oportunidad de diseño originado por la actualización de la norma de esquemas de enfilación. • Crecimiento potencial del tráfico marítimo, generando una necesidad del producto. • Crecimiento rápido del mercado.

Fuente: Proceso creativo del estudio

En base al análisis FODA, se vuelve clave que el proyecto potencie las amenazas, tales como la reinserción del producto en un mercado basado en la naturaleza del cliente, entregando fiabilidad en el producto, convirtiendo este tipo de amenazas en oportunidades, complementándolas, entendiendo que el mercado es competitivo, que la tendencia de la demanda es alta y que es necesario un factor diferenciador complementado con la norma vigente, de forma de obtener una estrategia que permita una gestión estable.

1.7. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Considerando que el país cuenta con una extensa gama de terminales marítimos activos, se proyecta fomentar, en base a las nuevas tendencias del transporte marítimo mundial, generar un impacto comercial positivo para un mayor desarrollo del país, para ello es necesario adaptar efectivamente las instalaciones portuarias.

1.7.1. Objetivo general

Rediseñar un nuevo modelo de balizamiento marítimo de enfilación (torre de ciega o luminosa). Para proyectar nuevas formas de conservación estructural.

1.7.2. Objetivos específicos

- Definir condiciones del terminal portuario asociado al estudio, con el fin de establecer los parámetros que requiere la norma.
- Codificar tipos de balizamiento (señales ciegas y/o luminosas)
- Clasificar la información integrada referente a los sub sistemas de la estructura.
- Clasificar las necesidades y requerimientos asociados al usuario (personal a cargo de la mantención).
- Reconocer problemáticas estructurales asociadas a las acciones de mantención.
- Determinar características técnicas de los componentes y materiales estructurales.
- Desglose de las metodologías del diseño conceptual preliminar (metodología TRIZ).
- Establecer todas aquellas contradicciones técnicas TRIZ basadas en la necesidad.
- Formular bosquejos de alternativas morfológicas que aúnen el proceso abordado en TRIZ - análisis conceptual.
- Desarrollo de procesos de diseño de ingeniería.
- Verificar resistencia y usabilidad del producto basado en la utilización de códigos y normas para toda modelación, análisis y cálculo estructural.
- Desarrollar análisis técnicos en base a software.
- Definir procesos de manufactura (fabricación).

CAPÍTULO 2: PROCESO DE DISEÑO

2. PROCESO DE DISEÑO

El proceso de diseño se define como el procedimiento que integra la investigación y desarrollo de métodos de diseño, con el propósito de exteriorizar el pensamiento de inventiva, realizar propuestas y crear ventajas competitivas en el desarrollo de un nuevo producto. Consideradas como actividades de carácter creativo se define este proceso como iterativo, en cierto sentido nunca se termina.

2.1. RESTRICCIONES Y OBLIGACIONES LEGALES

Las obligaciones legales están definidas por aquellas normas de carácter judicial, reglas que se imponen o adoptan para dirigir el correcto desarrollo de una actividad. En tanto que las restricciones refieren a limitar, ajustar o estrechar el proyecto, situándolo de forma contextual en el espacio situacional que este ha de ocupar.

2.1.1. Diseño de enfilación

En 2012 en Chile se aprueba el Circular ordinario n° o-63/001 que establece los procedimientos para requerir, instalar y modificar señales de ayuda a la navegación. Ley que en su anexado D – “Glosario de términos y diagramas de enfilación” y “Consideraciones en los proyectos de balizamiento”, delimita los parámetros que ha de tener todo diseño de enfilación, incluyendo la normativa IALA.

Dicha norma establece las características técnicas que debe tener toda señal marítima que se encuentre ubicada en zona litoral costera, independiente a la función destinada a cumplir. La misma funciona como un libro de trabajo en Microsoft Excel®, este formato permite que se introduzcan y modifiquen varios parámetros de enfilaciones en cualquier orden, mostrando el resultado inmediatamente. Si se cambia cualquiera de los parámetros de diseño se actualiza automáticamente el resultado del programa.

La información que entrega el programa se relaciona con la altura del panel de señalización, el color del mismo, la distancia entre ejes (distancia entre baliza anterior y posterior) y su intensidad lumínica (valores de iluminancia para señales diurnas).

2.1.2. Condiciones de terminal portuario

La estructura rige su diseño modular en base a dos características variables, siendo estas la altura del panel (Normada para cada buque particular decretado por la empresa solicitante), la posición geodésica de la misma (Determinada según las características territoriales del Terminal Marítimo) y la zapata (Condicionada según el terreno sobre el que se posicione la estructura).

2.1.3. Fanal de alumbrado

Se contempla la utilización de un fanal si la estructura cuenta con señalización para maniobras nocturnas. La luz (color) y ángulo de divergencia del Fanal será indicada a través del formato de trabajo IALA.

Sin embargo, el modelo de fanal a utilizar debe ser aprobado y visado por la Autoridad Marítima local, las cuales rigen estos modelos en base a datos establecidos por pruebas de laboratorio. Como características técnicas, suelen importarse modelos americanos normados que cuenten con una luz de enfilación autónoma, que incluya paneles solares, batería y controlador de carga.

2.2. DEFINICIÓN DEL MERCADO USUARIO Y/O CLIENTE

El mercado usuario y/o potencial comprador queda establecido en los antecedentes, considerando que dentro de los 124 terminales marítimos activos en Chile existen un total de 78 terminales público-privado y 40 terminales privado-privado, siendo estos los potenciales clientes, debido a que sus rubros presentan el mayor porcentaje de actividad portuaria nacional. Se ha de considerar que la participación del sector privado en obras de infraestructura en el sector portuario ha permitido la incorporación de nuevas tecnologías y de eficiencia operacional en el sector.

A lo largo de dichos terminales y por ende en la costa del país, existen, al año 2016 un total de 1567 tipos de “Ayudas a la navegación marítima”, dentro las cuales 265 señales son balizas de enfilación luminosas y 67 señales de balizas de enfilación ciegas, y de las mismas un gran porcentaje de estos dispositivos cuentan con más de 25 años de operación en terreno.

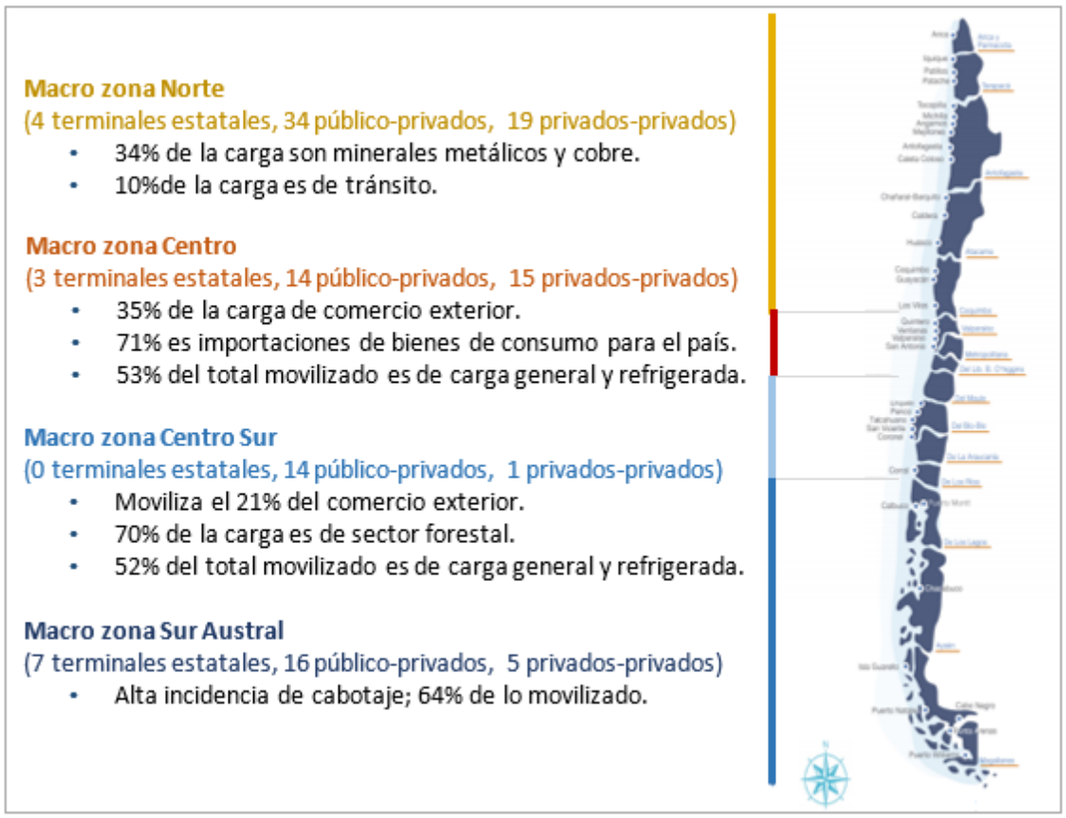
El mercado se asume como consumo duradero, ya que si bien, la norma rige desde 2013 para todo terminal marítimo, los productos deben ser actualizados y consiguiente a eso, son utilizados a lo largo de diferentes períodos de tiempo hasta que pierden parte de su utilidad, requiriendo de mantención o quedan, en su defecto, deshabilitados. De acuerdo con la naturaleza del producto, el mercado se clasifica en "Mercados de productos técnicos o industriales" y "Mercados de productos manufacturados".

El comprador posee un modelo de compra organizacional, en el cual, la compra industrial se realiza en base a que la compañía compradora evalúa calidad y desempeño, precios, costos de operación y servicios. Todo basado en ventas sistematizadas, en las cuales se vende el sistema de producción de balizamiento de fondeo complementado con una serie de estudios y servicios que permiten una operación fluida para el comprador. Dichos estudios están relacionados con cálculos de maniobra y estudios de fondeo, los cuales en su desarrollo evalúan las características del buque particular y las condiciones situacionales propias del terminal, respectivamente, en donde se amparará la estructura referente al proyecto. Sin estos estudios la estructura no puede desarrollarse.

2.3. CUANTIFICACIÓN DEL MERCADO

La cuantificación del mercado será analizada en base a la data de información definida en el "Capítulo 1.5. Comprensión del mercado". Dicha información fue recogida de entidades como la Armada de Chile y Directemar. Para efectos de los datos recopilados, la cuantificación del mercado para el 2016 corresponde a un total de 14 terminales estatales públicos de uso público ubicados a lo largo de Chile, 78 terminales privados de uso público ubicados principalmente en la zona norte y centro sur del país y 40 terminales gaseros y petroleros privados de uso privado ubicados principalmente en la zona norte y centro de Chile.

El mercado usuario y/o potencial cliente al cual se pretende abordar corresponde a un total de 108 terminales marítimos activos al año 2016, pertenecientes al rubro público-privado y privado-privado. Considerando que son aquellos de mayor actividad portuaria en el ámbito nacional. Todo debido a que realizan gran parte de las transacciones nacionales, terminales que se encuentran ubicados principalmente en la zona norte y centro sur del país, según demuestra la Figura 2-1, recogida de los informes y diagramas entregados por Camport para el año 2016.



Fuente: www.camport.cl/sitio/wp-content/uploads/2016/04/1_Jorge-Marshall_Nueva-vuelta-de-Tuerca_Planificar-y-coordinar.pdf

Figura 2-1. Chile y su sistema marítimo - portuario

De las ciudades con mayor balizamiento presente en el país, Aysén se considera como de mayor actividad, debido a ser una zona austral ligada al cabotaje, transporte de pasajeros, cargas y comercio a través de la vía fluvial, seguido por Puerto Montt, Cabo Negro, Tocopilla, Mejillones, Caldera, San Antonio y Coronel (Todos ubicados en la macro zona norte y centro) como las terminales marítimas con mayor balizamiento, presentando alrededor de 15 balizas y más por terminal marítimo. Debido a los movimientos presentes en los mismos y la alta fluencia de transacciones.

2.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PRODUCTO A DISEÑAR

En esta etapa se definen los objetivos relacionados con forma estructural, el cumplimiento de la funcionalidad y los requerimientos, enfocando cada parámetro y decisión en las metas cualitativas a lograr con el producto.

Es por ello que se dimensionan, en base al pensamiento de inventiva, varias formas de parametrización que permitan lograr los objetivos y el planteamiento de distintas propuestas conceptuales.

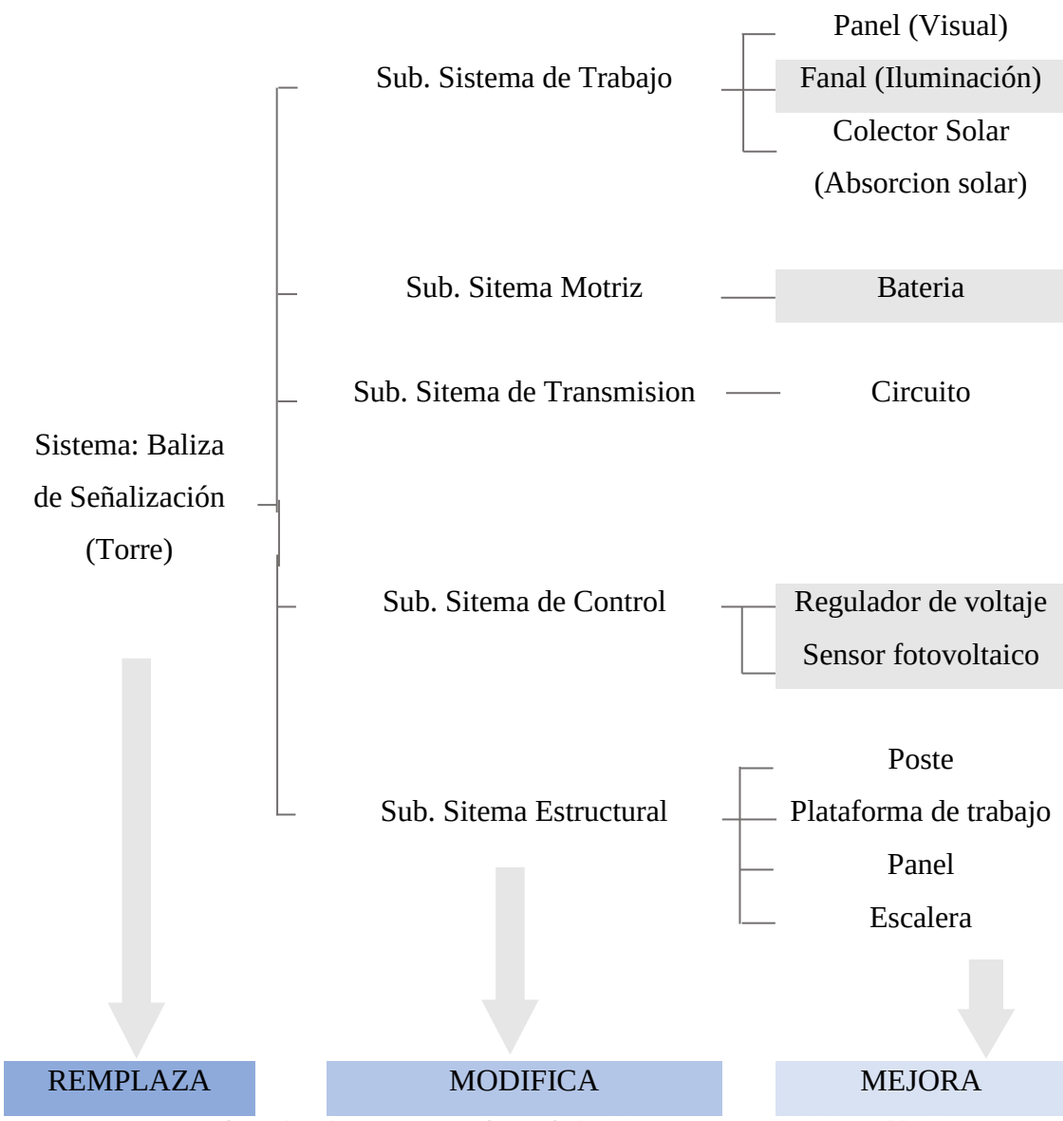
2.4.1. Vínculos en el proceso de innovación: dimensión sistémica de la innovación

La innovación de producto implica cambios significativos en sus características, mejorando las mismas en cuanto al uso al que se le destina. Esta definición incluye la mejora significativa de características técnicas de los componentes y materiales, de la información integrada, la facilidad de uso u otras características funcionales.

Los nuevos productos se pueden obtener a partir de cinco etapas distintas. Nuevo conocimiento (tecnología emergente); nueva tecnología (tecnología clave); nueva aplicación y/o nueva combinación (tecnología básica) y nuevo diseño (nuevo concepto).

Para reconocer cuál de estas etapas se ha de utilizar, se comienza examinando el súper sistema general, en base a un “Modelo de utilidad” representado en la Figura 2-2, definiendo este proceso como el reconocimiento de los instrumentos, partes, piezas y/o aparatos o dispositivos en los que la forma sea reinventable, tanto en su aspecto externo como en su funcionamiento, siempre que sea de utilidad o dicho de forma específica que aporte a la función a la que son destinadas un beneficio, ventaja o efecto técnico que antes no tenía.

Al segmentar, con el modelo de utilidad, el super sistema conocido como “Baliza de señalización”, se ha de entender que se sub divide en tres partes, el super sistena; los sub sistemas; y los componentes o piezas que confomar dichos sub sistema, por ello, es relevante denotar, que en el caso de intervenir el super sistema por completo, a este cambio se llama “remplazar” ya que el sistema general cambia en su totalidad, sin embargo, al intervenir alguno de los sub sistemas en su forma general, se le denomina “modificar”, refiriéndose a alterar algunas características pero sin cambiar su esencia, y al momento de alterar algún componente perteneciente a uno u otro sub sistema, se le denomina “mejorar”, lo cual refiere a perfeccionar algo, haciéndolo pasar de un estado bueno a otro mejor.



Fuente: Innovación acelerada. La innovación según la OCDE. IFDI UTFSM Reinaldo Espinoza

Figura 2-2. Modelo de utilidad

Así como un “Sistema” se define por su función (la macro función), también pasa con los “Sub sistemas”, los que poseen una sub función dentro del sistema y los componentes los cuales poseen una función menor o micro función dentro del subsistema. A modo de concepto, se entiende por “caja negra” todo tipo de sub sistema que no se puede modificar ni interferir, y toda “caja transparente” al tipo de sub sistema que si puede ser interferido.

La relación entre sistema, subsistema y componentes con la innovación tiene analogía con el espacio del acontecimiento en el que se desarrollen, para este caso, se han de intervenir el sub sistema estructural y del de trabajo, los cuales han de mejorar el súper sistema, y como consecuencia morfológica, han de remplazar al sistema general.

La intervención que se ha de realizar en los componentes de dichos sub sistemas será con el fin de aporta a la función de mantenimiento un efecto técnico que antes no tenía, cambios que se han de relacionar estrechamente con mejorar la modalidad de las mantenciones.

Todo cambio estructural estará amparado en el cumplimiento de la normativa IALA. Estas leyes reflejan las interacciones significativas, estables y repetibles entre los componentes de la estructura y entre el propio sistema y su entorno en el proceso de evolución.

2.4.2. Jerarquía física y área de innovación

El proceso de inventiva a integrar, con respecto a la innovación de producto, se presenta de acuerdo con la utilización de los métodos "Nueva aplicación y/o nueva combinación" (tecnología básica) y "Nuevo diseño" (nuevo concepto).

El "Sistema: Baliza de señalización marítima" está previsto para emitir un mensaje de enfilación de forma visual y lumínica. Dicha estructura es de gran altura y se emplaza en un ambiente agresivo (zona costera y/o zona de roquerio) el cual deteriora de forma periódica los componentes que la constituyen y dicha altura supone altos costos al dificultar la mantención de las mismas, lo que se convierte en algo clave para el desarrollo.

La modalidad "Tecnología básica" o "Nueva aplicación" ha de integrarse en el sub sistema de trabajo de tal forma de modificar la estructura para volverla más resistente a dichas condiciones externas relacionadas con el ambiente agresivo, y con ello disminuir la periodicidad de las mantenciones. Y la modalidad "Nuevo Concepto" o nuevo diseño ha de intervenir el sub sistema estructural con el fin de hacer más accesible la estructura para con los encargados de las mantenciones, y con ello disminuir los riegos y costes de las mismas. Ambos cambios en conjunto han de interactuar.

2.5. DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR

En el diseño de un producto existen multitud de etapas, pero claramente se pueden diferenciar dos principales, el diseño conceptual y el diseño industrial, muchas veces estos dos pasos se confunden. Cuando se piensa en desarrollar un producto una vez encontrada la necesidad y los requerimientos se empieza con un diseño conceptual del mismo. En los diseños conceptuales se sientan las bases de cómo va a ser este producto, en tanto a los conceptos de mecanismo, materiales, como se ha de utilizar, etc, siendo la parte más creativa del desarrollo, porque un problema se puede resolver de muchas

maneras y aquí es donde se desenvuelven distintas soluciones, planteando múltiples propuestas.

2.5.1. La teoría para resolver problemas de inventiva (TRIZ)

TRIZ reconocido como un acrónimo ruso para “Teoría para resolver problemas de inventiva” establece en sus parámetros las contradicciones técnicas que existen en todo sistema jerarquizado. Consistente en que cuando tratando de mejorar un atributo A del sistema, otro atributo B del mismo se deteriora. Es por ello que para resolver las contradicciones técnicas se emplean la matriz de Altshuller.

El desarrollo de dicha matriz está estrechamente relacionado con el planteamiento previo del problema, definiéndolo como una contradicción en el sistema tecnológico de estudio, siendo esta contradicción el enlace directo con los principios de inventiva.

La teoría, según Altshuller, de toda invención o descubrimiento es registrada en el mundo como una patente, tarea que el mismo se dio al estudiar más de 200 mil de ellas. Es con la última categorización del estudio que han de nacer los 39 principios fundamentales de inventiva, representadas como las características genéricas que pueden contener cualquier sistema tecnológico. Dicha matriz se encuentra anexada en el “Anexo C: Matriz Altshuller”

2.5.2. Metodología TRIZ Contradicciones técnicas

Para desarrollar las contradicciones técnicas, es necesario identificar en la página 13 del “Capítulo 1”, la Figura 1-2, la cual representa de forma visual los sub sistemas de estudio. Con el fin de hacer referencia a los componentes generales de la estructura.

Las contradicciones presentes en el producto de estudio surgen cuando el sub sistema estructural (poste, plataforma de trabajo, exo esqueleto panel y escalera) entra en conflicto, referente a la mantención, con el sub sistema de trabajo (panel visual, fanal de iluminación y colector solar). Debido a que la estructura es la que formaliza la acción mantención de los sub sistemas de trabajo, es la interacción de ambos la que representa el conflicto, ya que son los problemas tecnológicos asociados a la gran altura que presenta la estructura y el hecho de que el sub sistema de trabajo, por Ley, haya de estar al tope más alto de la misma, lo que ha de generar actividades de mantención riesgosas y de poca confiabilidad.

Para eliminar tales conflictos se han de emplear los 39 principios de inventiva, seleccionando aquellos parámetros que se espera mejorar y divergente a eso, han de

definirse los parámetros que han de empeorar, obteniendo así los principios de innovación sintetizados en la Tabal 2-1.

Tabla 2-1. Matriz de contradicciones

PARÁMETRO QUE MEJORA	INNOVACIÓN	PARÁMETRO QUE EMPEORA
12. Forma	3 – 10 – 15 - 26	2. Peso del objeto estacionario
	10 – 16 – 40	27. Confiabilidad
	1 – 17 – 28 – 32	32. Manufacturabilidad o facilidad de fabricación
14. Resistencia o Fortaleza	1 – 26 – 27 – 40	2. Peso del objeto estacionario
	10 – 27 – 29	26. Cantidad de sustancia.
18. Brillantez	1 – 19	26. Cantidad de sustancia.
	6 – 13 – 32	36. Complejidad de aparato
34. Facilidad de reparación	2 – 10 – 16 – 35	30. Factores dañinos actuando, desde el exterior sobre el objeto.
35. Adaptabilidad	11 – 31 – 32 – 35	

Fuente: Elaboración en base a procedimientos académicos TRIZ

El estudio arrojó 19 parámetros de inventiva, de los cuales, se reconocen 9 que han de ser de utilidad para con la solución de los problemas identificados en el sistema.

- **Parámetro 15** Incremento dinámico o dinamismo ("Dynamicity"): Dividir un objeto en varios elementos de tal forma que cambien de posición unos con otros **(**Si un objeto es rígido, hacerlo movible o intercambiable)

- **Parámetro 10** Acción anticipada: Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado.

- **Parámetro 13** Calidad local: Que partes de un objeto tengan varias funciones, colocar cada parte de un objeto bajo las condiciones más favorables para su operación.

- **Parámetro 40** Materiales compuestos ("Composites"): Usos de los nuevos materiales con características muy especiales

- **Parámetro 16** Acción parcial o excesiva: Si es imposible obtener un 100% del efecto deseado mediante un sistema tecnológico, tratar de obtener el rendimiento más alto simplificando el sistema.

- **Parámetro 27** Desechar: Remplazar un objeto costoso con otro que sea más económico y conveniente.

- **Parámetro 19** Acción periódica: Remplazar una acción continua con una periódica o con impulsos. Si una acción ya es periódica, cambiar su frecuencia.

- **Parámetro 32** Cambio de color: Cambiar el color de un objeto o el de su ambiente. Usar aditivos de algún color para resaltar alguna cualidad o proceso de visualizar.

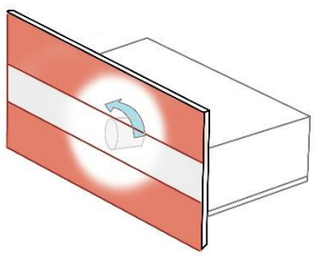
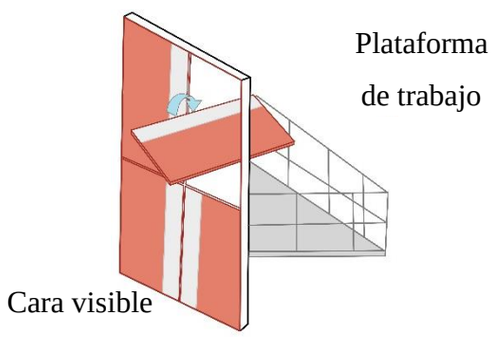
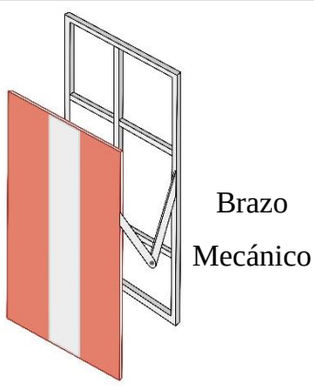
Para efectos del análisis concretado, se comenzará por aplicar los principios 15 Incremento dinámico; 10 Acción anticipada; 13 Calidad local. Considerados como los parámetros de inventiva con mayor potencial de aplicación en la solución de los problemas estudiados.

2.6. ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS

Al describir alternativas, hace referencia a diseños preliminares basadas en un análisis morfológico, considerado como un método analítico-combinatorio, su objetivo es resolver problemas mediante el análisis de las partes que componen un sistema. Se basa en entender que la concepción del producto está dada por la integración de sus componentes y el funcionamiento general está dado por dichas interacciones. Por lo tanto, la consideración de que los elementos tienen a su vez identidad propia y pueden ser aislados, genera las posibilidades de nuevos atributos para los mismos (reconocidos en el modelo de utilidad como los componentes del sub sistema).

2.6.1. Propuestas preliminares para balizas 4 a 10 m de altura

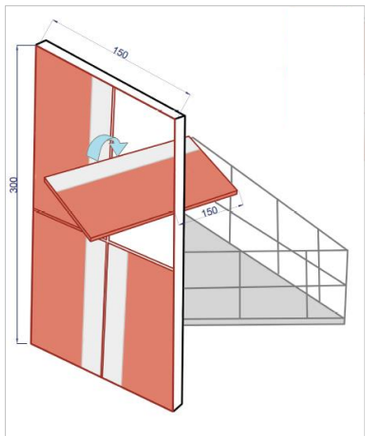
Es el incremento dinámico aquel principio que surge como base para el desarrollo de las propuestas presentes en la Figura 2-3, pues al modificar la forma, como el principio que ha de mejorar, se obtienen distintas propuestas basadas en un cambio morfológico desarrollado con el fin de atribuir más accesibilidad a la estructura.

	• Giro en 90° Desarrollo de la propuesta en la cual la interacción con el panel viene dado en que, al girar 90° el mismo, este no quede a una altura de 4m, sino de 2m. (Apto para balizas de altura max. 6m).
	• Giro de la cara visible. Propuesta la cual basa su desarrollo en girar la cara visible del panel hacia su lado opuesto, en donde se encuentra la plataforma de trabajo y en ella, la persona encargada de la mantención.
	• Brazo Mecánico. Desarrollado de la forma en la que el panel baje a través de un brazo mecánico el cual deje el mismo a una altura accesible en tierra para realizar la mantención

Fuente: Elaboración propia, panel baliza

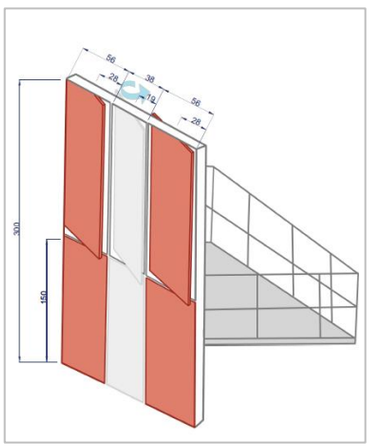
Figura 2-3. Propuestas balizamiento

Es con estas alternativas que se plantea el desarrollo particular de la propuesta “Giro de la cara visible”, considerándola apta para la aplicación del estudio. Esta idea preliminar, establecida en las Figuras 2-4 y 2-5, se ha de modifica de acuerdo a las medidas del panel y la forma en la que este ha de interactuar con la persona, ya que el mismo ha de medir 300 cm de alto x 150 cm de ancho. Lo que significa, que al momento de girar horizontalmente la sub división del panel, han de quedar 150 cm de distancia entre la persona, ubicada en la plataforma de trabajo y el panel, siendo demasiada distancia para la maniobra.



Fuente: Elaboración propia, panel baliza

Figura 2-4. Giro de la cara visible horizontal

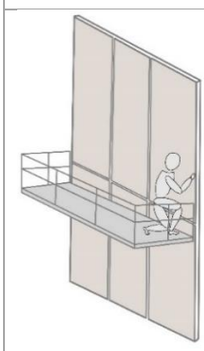
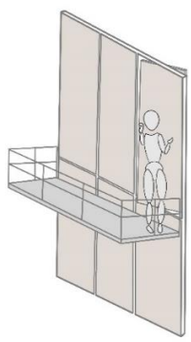
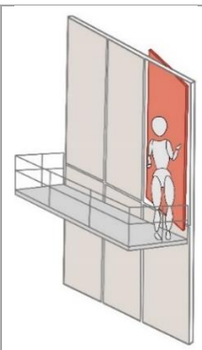
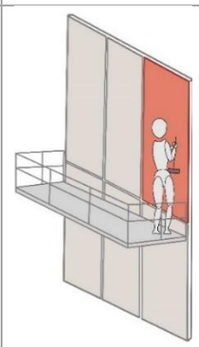


Fuente: Elaboración propia, panel baliza

Figura 2-5. Giro de la cara visible vertical

Es por ello que la propuesta evoluciona de tal forma que el panel se ha de sub dividir por color, ya que el mismo cuenta normalmente en su cara visible con dos (plomo y rojo) al cual se le realizaran tres subdivisiones del mismo, como se representa en la imagen. Dichas sub divisiones se girarán de forma vertical, dando menor distancia entre el operador de la mantención y el panel giratorio.

En la representación presente en la Figura 2-6, ha de reflejar la cara no visible (plataforma de trabajo) desde donde el operador, paso a paso, realizaría de forma segura, la mantención correspondiente.

Paso 1	**Paso 2**		**Paso 3**
			
Quitar seguro.	Girar el panel.		Realiza mantención.

Fuente: Elaboración propia, panel baliza

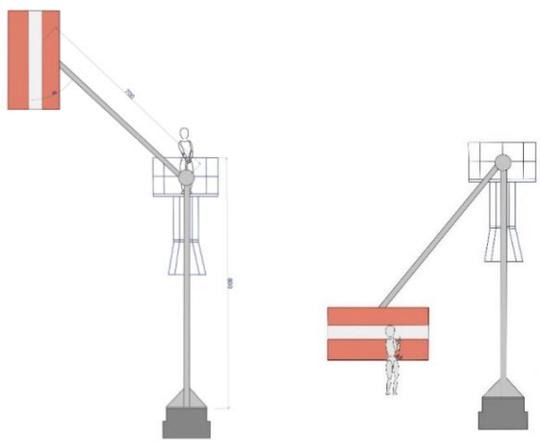
Figura 2-6. Representación propuesta “Giro cara visible”

2.6.2. Propuestas preliminares para balizas 10 a 20 m de altura

Las propuestas para esta problemática vienen definidas por el principio 15, el cual propone en uno de sus fundamentos que, si un objeto es rígido, volverlo movible o intercambiable, y el principio 13 (Calidad local) el cual propone que partes de un objeto tengan varias funciones, es decir, colocar cada parte de un objeto bajo las condiciones más favorables para su operación. Es con estas bases que se desarrollaron las propuestas.

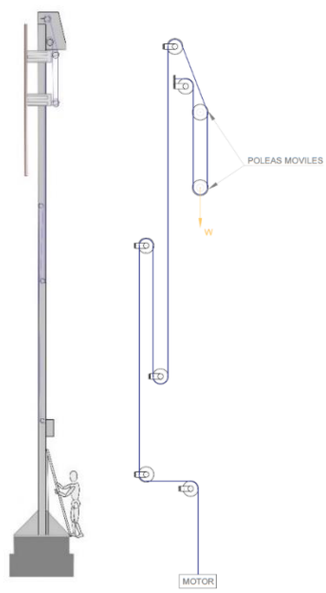
En base a ese planteamiento, se desarrolla la propuesta A y B, demostradas en la Figura 2-7 y Figura 2-8 respectivamente. La propuesta A se desenvuelve en la alternativa de hacer movible el eje central de la estructura (el poste), a través de un sistema el cual permita bajar la estructura de forma rotatoria. Por ejemplo, para una baliza de 15 m la persona debería subir a la plataforma de trabajo a unos 7 metros a activar el mecanismo el cual bajaría la estructura a suelo, lugar en el cual se deberá limpiar el panel y el fanal, una

vez realizada la actividad y consiguiente a eso, la persona vuelve a la plataforma de trabajo, acciona el mecanismo y vuelve a subir la estructura. Para la propuesta B. se desarrolla un polipasto, el cual funciona a través de un winshe eléctrico activado a una altura aproximada de 2 metros, funcionando como una altura de resguardo para que solo personal autorizado pueda ir al alcance de dicho motor y consiguiente a eso accionar el mecanismo y así bajar el panel. Dicho polipasto es el encargado de bajar el panel a través del eje central (poste).



Fuente: Elaboración propia, propuestas

Figura 2-7. Propuesta A. Balizas de 10 a 20 m



Fuente: Elaboración propia, propuestas

Figura 2-8. Propuesta B. Balizas de 10 a 20 m

Se considera la alternativa B, para balizas de 10 a 20 m como aquella alternativa que aplica y cumple con todos los requerimientos asociados a los objetivos del proyecto, razón por la cual se continúa con la misma su desarrollo en el Capítulo 3 - Diseño de ingeniería.

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE INGENIERÍA

3. DISEÑO DE INGENIERÍA

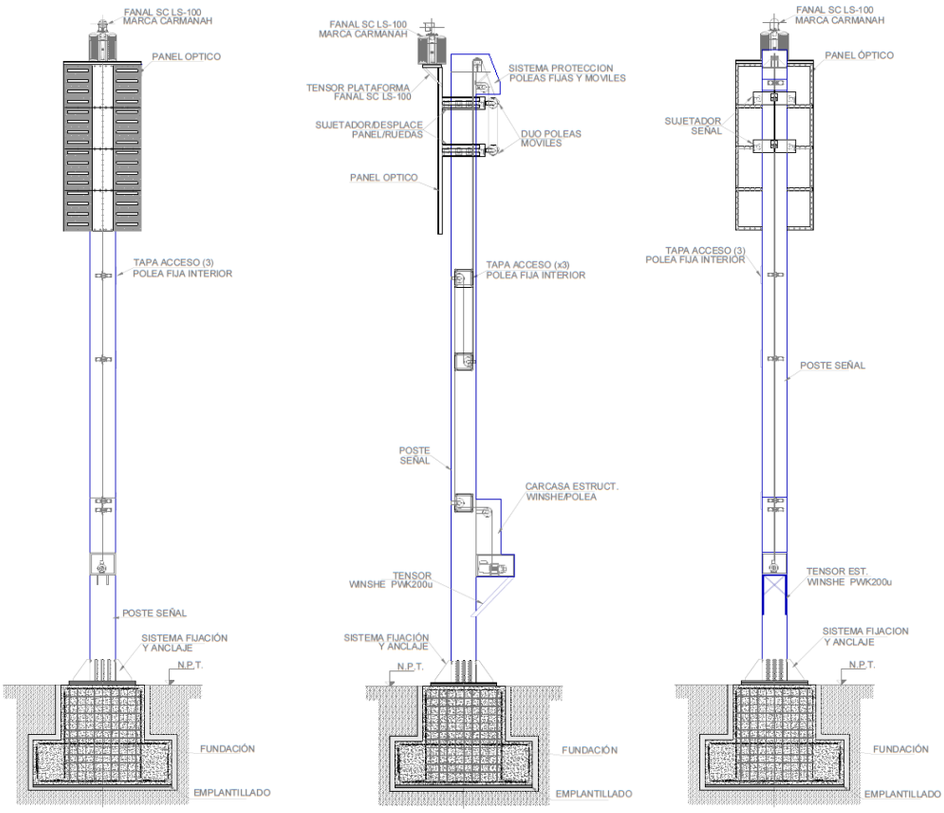
El diseño de ingeniería se ejecuta en base a la aplicación de métodos y principios científicos con objeto de definir en detalle partes, piezas y componentes que conforman el sistema. Relacionado generalmente con la creación de planos necesarios para que la estructura y los sistemas que la componen desarrollen las funciones deseadas. Figurando con esto un desglose en diversos ítems.

Los procesos desarrollados en el presente capítulo se ejecutan bajo el análisis de cada uno de los componentes que conforman la estructura, con el propósito de verificar la resistencia y usabilidad de los mismos, sustentando los resultados bajo códigos y normas propias del estudio. Es con modelación y cálculo estructural integrado en análisis técnico en base a software que se ha de justificar la ingeniería desarrollada.

3.1. ESTRUCTURA BALIZA

La estructura baliza está compuesta, de acuerdo con el “Plano 001- Estructura general, detalles sistema de fijación y anclaje”, por un cuerpo principal de pilar metálico formado por una tubería cuadrada de acero, unida a una base de hormigón mediante sistema de unión por franges. El pilar está dotado de un sistema de poleas en su parte interna, superior y trasera, el cual cumple la función de elevación y descenso para el panel óptico rectangular y el fanal de iluminación anclado en la parte superior del mismo, conjunto presente en la parte delantera visual de la estructura. (El sistema de poleas superior se encuentra protegido por una carcasa).

El panel óptico cuenta, en su parte superior, con una plancha de medidas estimadas para la posición estable del fanal de iluminación, batería y cableado correspondiente, y en su parte posterior, cuenta con un exoesqueleto que da forma al rectángulo. Dicho exoesqueleto se encuentra previsto de cuatro vigas transversales unidas a dos ejes pasadores a través del poste, los cuales dan sujeción y resistencia al mismo, ubicando el panel correctamente en su posición. Ejes que en su interior cuentan con 6 ruedas de goma alta resistencia, las cuales cumplen la función de guía a través del poste y con ello, el correcto funcionamiento del sistema de mantención y sus poleas. En la Figura 3-1. Se puede visualizar lo descrito anteriormente. De forma planimetría a fin de representar claramente la información objetada.



Fuente: Elaboración propia. Plano 001

Figura 3-1. Reestructuración baliza de señalización (Plano 001)

3.1.1. Poste

El poste de la baliza está compuesto por una tubería cuadrada de acero de 16” de diámetro y 8-10mm de espesor. La fundación del mismo a de unirse mediante flanges (atiesadores) a una zapata aislada de hormigón armado de dimensiones aproximadas de 2.5x2.5 m y 1.8 m de altura, en cuanto al refuerzo, éste será mediante barras de acero estructural. Para el diseño de los atiesadores se presentan de la forma triangulares con catetos de 32 y 50 cm aproximadamente y espesor de placa de 15mm. Todo esto anclado y unido a través de “Pernos Tipo” diámetro ½” L=800 A 36 Grado B.

De acuerdo con la Tabla 3-1, se han de exponer los componentes estructurales que conforman la zapata, con sus dimensiones y características correspondientes, de forma de explayar mejor la información referenciada anteriormente.

Tabla 3-1. Componentes estructurales de la zapata

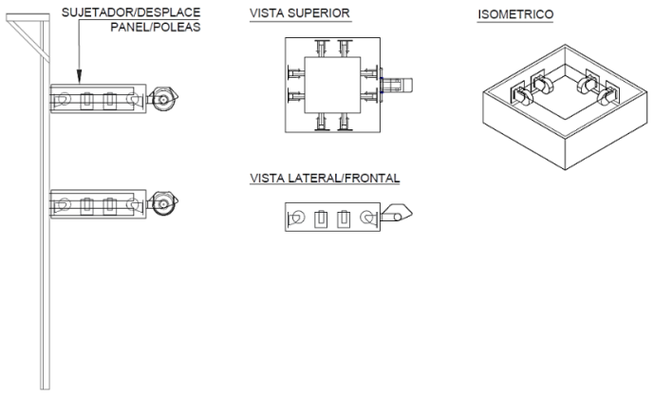
Partes	Materiales
Malla para zapata	A63 -42H
Hormigón	H 30
Sistema de fijación y anclaje	
Pernos de fijación	ASTM A 325
Plancha de fijación	ASTM A 36
Cartela	ASTM A 36
Sistema de unión de cañerías	
Golilla Presión ¾”	Acero
Tuercas ¾”	ASTM A 563
Pernos diámetro 3/4” x 3 ½”	ASTM A 325
Flange Tipo	Acero

Fuente: Saimic Ltda

3.1.2. Tablero óptico

El tablero panel óptico presenta su diseño, según el “Plano 002 - Detalles sistema de fijación, elevación y suspensión, tablero óptico a poste señal”, denotando dimensiones y color de señalización de forma normada y su materialidad corresponde a una plancha de aluminio anodizado 5mm resistente a la corrosión, el cromo que contiene posee gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora que evita la corrosión del hierro contenido en la aleación. Dicha plancha se encuentra anclada a un marco exoesqueleto de acero carbono. En la parte más alta del mismo se dispone de una base porta fanal y sobre esta el fanal luz de señalización, una batería gel de carga profunda y los elementos de cableado correspondiente. Desde esta base, descuelga el panel óptico rectangular.

En su parte posterior, como muestra la Figura 3-2, el panel se encuentra soldado a dos pasadores/sujetadores cuadrados de desplace para el panel, ubicados en lo alto de la tubería, los cuales, con un total de 8 ruedas interiores de goma alta resistencia rueda 5" horquilla y placa de masa en hierro fundido para cargas elevada, marca Ducasse. Cumplen la función de eje a través del tubo, logrando así que el panel se desplace verticalmente hacia arriba o abajo y se logre la mantención correspondiente.



Fuente: Elaboración propia. Plano 002

Figura 3-2. Parte posterior del tablero óptico

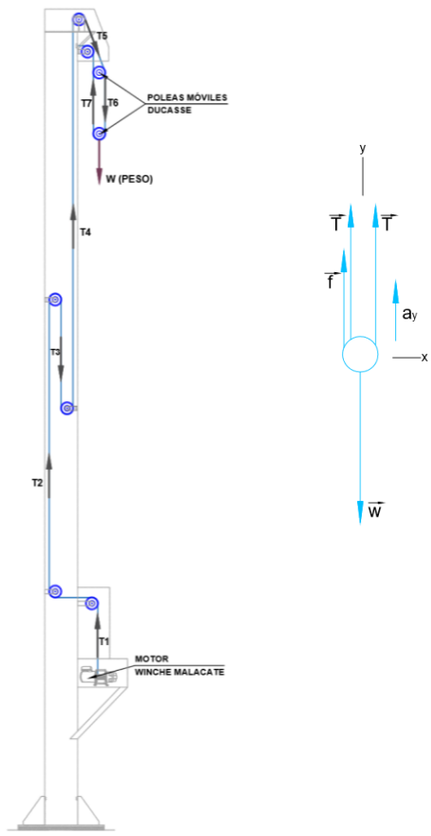
3.1.3. Sistema de poleas

El sistema de poleas se generó en forma de polipasto (serie de poleas conectadas por una cuerda) con el propósito de conseguir una ventaja mecánica al momento de elevar o descender la carga asociada al panel óptico, y hacer dicho proceso con facilidad. Su nombre proviene del griego “poli”, que significa mucho, y “pasto” que significa tirar, lo que identifica su función. El sistema cuenta con un total de 8 poleas, cuatro fijas a través el poste y una fija en la parte superior del mismo, las dos restantes están ubicadas en la parte trasera del sistema anclado al panel óptico y son móviles. La última polea se encuentra fija al poste en su parte superior - exterior y de marca el fin y punto fijo del cable tensor. El sistema será energizado externamente por un Winche Malacate 200 Kg Light Duty 110~120V 60HZ 1 Phase, el cual cuenta con un cable de acero de 6 mm de diámetro y de un largo de aproximadamente 30 m.

3.1.3.1. Determinación de fuerzas

Para el cálculo de las fuerzas, la determinación de estas será basada en un diagrama de cuerpo libre (DCL), el cual se representa como un esquema gráfico utilizado a menudo para analizar, determinar y condicionar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo elegido, “libre” de su entorno, con vectores que muestran las magnitudes y direcciones de todas las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo por todos los cuerpos que interactúan con él. El diagrama de cuerpo libre es, en esencial, un elemental caso particular de un diagrama de fuerzas. Para tal caso, se ha de disponer un esquema gráfico DCL representado en el Figura 3-3 que ha de demostrar las fuerzas presentes al momento de realizar el accionamiento del sistema, considerando la ejecución del motor y así efectuar el

funcionamiento del sistema de poleas. Se ha de considerar, para el estudio, las fuerzas presentes sobre la estructura estando esta de forma estacionaria y en movimiento, determinando cada sistema como un cuerpo elegido, libre de su entorno.



Fuente: Física universitaria Zemansky 12va edición. Vol. 1.

Figura 3-3. Diagrama de cuerpo libre

Donde,

$\vec{T}$ = Tensión en el sistema de poleas

$\vec{W}$ = Peso del sistema panel

$\vec{f}$ = Fricción con el sistema en movimiento

$\vec{a}_y$ = Aceleración con el sistema en movimiento

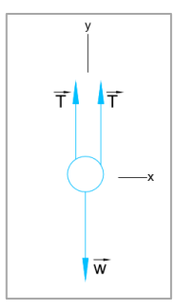
La Figura 3-3 representa un polipasto combinado de 8 poleas fijas y 2 móviles recorridas por una cuerda de acero que tiene uno de sus extremos conectado a un punto fijo y el otro conectado al tambor del eje motor. Cumple con la función principal de desplazar el panel desde su altura máxima a una más conveniente para su proceso de mantención.

Aquellas poleas fijas no representan ni un movimiento de traslación y por ende la tensión a ambos lados de la cuerda es igual, lo que significa que éstas no reducen la fuerza necesaria para levantar el peso del panel óptico, sino que solo permiten cambiar el ángulo en el que se aplique la fuerza y así transmitirla hacia el otro lado de la cuerda. En cuanto a desplazar la carga, aquellas poleas que sí experimenta un movimiento de translación se definen como móvil. En esta clase de poleas la fuerza para lograr el equilibrio se divide por dos ya que las cuerdas trabajan de forma paralela (sin formar un ángulo). En otras palabras, la ventaja mecánica de estas dos poleas móviles amplifica la fuerza aplicada para contrarrestar la carga de resistencia o el peso del objeto que se desea mover. Como consecuencia de esta ganancia, al reducir la fuerza ejercida, se multiplica por 2 la distancia del recorrido: para elevar una carga 10 m, se deberían pasar 20 m de cable por el sistema.

Para efectos de cálculo se hace uso del DSL (Diagrama de cuerpo libre) y los esfuerzos a los cuales está sometido el polipasto, considerando la masa y radio de las poleas ideal y depreciable, debido a que según catalogo resisten de forma eficiente el trabajo a realizar. Para ello se asumen que la tensión presente en el sistema es igual en cada tramo, considerando tramos útiles solo aquellos que soportan mejor el peso, no así los que cambian la dirección y sentido de la tensión. Los cálculos se realizaran en dos formas, una con el sistema en movimiento y otra con el sistema estático, a modo de asegurar el cálculo estableciendo el mismo en base a estos dos parámetros. Por ende la tensión se presenta de la forma:

1. Sistema estático:

Estimada de acuerdo al Figura 3-4, la cual representa un diagrama de cuerpo libre del sistema estacionario, es decir sin movimiento o funcionamiento de las poleas, con el panel estacionario en la parte superior, considerando, de esta forma, fricción y aceleración constante ($a = 0$ y $f = 0$).



Fuente: Física universitaria Zemansky

Figura 3-4. Diagrama de cuerpo libre – sistema estático

Las fuerzas que actúan sobre el sistema están únicamente sobre el eje y; por ende, por la primera ley de Newton, las condiciones de equilibrio son las siguientes:

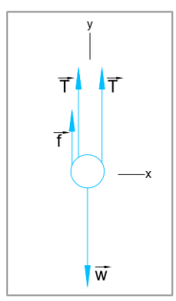
Sistema $\sum Fy = 2\vec{T} - \vec{w} = 0$ y $\vec{T} = \frac{\vec{w}}{2}$

Datos,	Desarrollo,
$\vec{T} = x$ $\vec{w} = 390kg\ x\ 9{,}8\frac{m}{s^2}$	$2\vec{T} - \vec{w} = 0$ $2\vec{T} = \vec{w}$ $2\vec{T} = 3822N$ $\vec{T} = \frac{3822N}{2}$ $\vec{T} = 1911N$

Al despejar la tensión, se obtiene como resultado un valor igual a 1911N. Al considerar la fricción constante, la tensión es la misma en todo el sistema.

2. Sistema en movimiento, calculo en base a la fricción:

La Figura 3-5 ilustra un DCL para el sistema en movimiento, considerando fricción presente en el mismo al momento del descenso del panel.



Fuente: Física universitaria Zemansky

Figura 3-5. Diagrama de cuerpo libre – sistema en movimiento

Las condiciones de equilibrio se presentan de la manera:

Sistema. $\sum Fy = 2\vec{T} + \vec{f} - \vec{w} = 0$ y $\vec{T} = \frac{-\vec{f}+\vec{w}}{2}$

Donde,

$\vec{f}$ = Fricción de rodamiento

μ = Coef. de roce estático

$\vec{n}$ = Fuerza normal

$\vec{w}$ = Peso del objeto

Para el desarrollo del cálculo, es necesario identificar el valor de la fuerza de fricción, por lo cual se hará uso de la Fórmula 3-1:

$$\vec{f_r} = \mu_r \; x \; n \qquad \text{Fórmula 3-1}$$

Datos,	Desarrollo,
$u_r = 0{,}12$ $n = 390 \; kg \; x \; 9{,}8 \frac{m}{s^2}$	$\vec{f_r} = \mu_r \; x \; m \cdot g$ $\vec{f_r} = 0{,}12 \; x \; 3822$ $\vec{f_r} = 458{,}64 \; N$

Para establecer el cálculo de la tensión, se hará uso de los parámetros establecidos en las condiciones de equilibrio, quedando de la forma:

$$2\vec{T} = -\vec{f} + \vec{w}$$

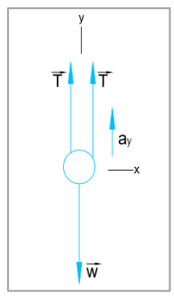
$$\vec{T} = \frac{-458{,}64N + 3822N}{2}$$

$$\vec{T} = 1681N$$

Con lo cual la tensión, en base a la fricción queda con un valor igual a 1681N.

3. Sistema en movimiento, calculo en base a la aceleración:

Para este caso se presenta la Figura 3-6, DCL del sistema en movimiento en base a la aceleración, considerando que el panel baje con rapidez decreciente.



Fuente: Física universitaria Zemansky

Figura 3-6. Diagrama de cuerpo libre – sistema en movimiento (2)

Las condiciones de equilibrio se presentan de la manera:

Sistema. $\sum Fy = 2\vec{T} - \vec{W} - m \cdot a_y = 0$ y $\vec{T} = \frac{w+ma}{2} = \frac{mg+ma}{2} = \frac{m(g+a)}{2}$

La carga presente en el sistema tiene una masa total de 391,19 kg (Plano 002) y originalmente está bajando a 0,29 m/s, dato acorde a las especificaciones del motor. Se define que el mismo se detiene con aceleración constante en una distancia de 6.0 m, distancia final a la cual bajara el panel o carga, para poder realizar la mantención.

Para el desarrollo del cálculo, es necesario identificar el valor de la aceleración, para determinar a_y se reacomodara la ecuación de aceleración constante, expuesta en la Fórmula 3-2, quedando de la forma Fórmula 3-3.

$$v^2 = {v_{oy}}^2 + 2a_y(y - y_o) \quad \text{Fórmula 3-2}$$

$$a_y = \frac{{v_y}^2 - {v_{oy}}^2}{2(y - y_o)} = \frac{0^2 - (-0{,}29\,\frac{m}{s})^2}{2(-6\,m)} = 0{,}0070\ \frac{m}{s^2} \quad \text{Fórmula 3-3}$$

La aceleración es hacia arriba (positiva) como debería ser en el caso de que el panel descendiera en un movimiento hacia abajo, con rapidez decreciente. Para cálculos de tensión, la condición de equilibrio queda de la siguiente forma.

$$T = \frac{m(g + a)}{2}$$

$$T = \frac{(390kg)\left(9{,}8\frac{m}{s^2} + 0{,}0070\frac{m}{s^2}\right)}{2}$$

$$T = 1912{,}3N$$

Por lo tanto, la tensión generada en este caso ha de ser 1912,3N, siendo un valor mayor que el peso. Esto es lógico: debe haber una fuerza neta hacia arriba que produzca la aceleración que detiene el panel.

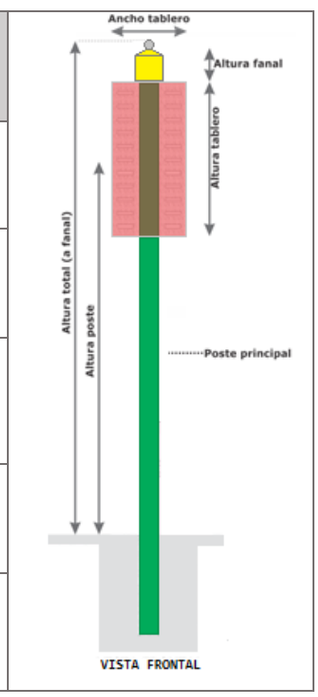
Para efectos de la tensión general a considerar, se estima una razón común en cada cálculo la cual determina un valor de tensión en el polipasto igual a 1800N aproximadamente.

3.2. ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTRUCTURAL

La presente información pretende dar a entender los tipos de esfuerzos y cargas a los que está sometida constantemente la estructura, considerando el ambiente agresivo donde se emplaza de la forma en la que aquellos factores externos delimitan la resistencia de la estructura y los esfuerzos propios estructurales correspondientes al sistema. En la Tabla 3-2 se muestra esquemáticamente la estructura y todos sus componentes expuestos.

Tabla 3-2. Dimensiones y esquemático de los principales componentes estructurales

Elemento	Descripción	Dimensión [cm]
Señal	Altura total (a fanal)	1200
Poste	Altura poste	1130
Tablero	Altura tablero	300
	Ancho tablero	150
Fanal	Altura fanal	61,5



Fuente: Académica. Saimic Ltda

3.2.1. Códigos y normas

Para todo análisis, modelación y cálculo estructural se hizo uso de las siguientes normas Chilenas, las cuales tienen por finalidad complementar y establecer los requisitos exigibles para todo diseño estructural, tanto refiriéndose a exigencias externas como los esfuerzos sísmicos o la acción del viento, aplicables a toda estructura expuesta a estos factores, metodología que permitirá determinar las bases con las que evaluar las cargas permanentes y cargas de uso normales que se deben considerar en el diseño de estructuras.

Es por ello que las siguientes normas fueron consideradas para efectos del desarrollo de la memoria de cálculo.

- NCh 1537 Of. 2009, Cargas permanentes y cargas de uso.
- NCh 432, Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones.
- NCh 2369 Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- ACI 318/2005, Diseño de hormigón armado.
- ANSI/AISC 360-10 Specification for structural steel buildings.

3.2.2. Materiales

Cada componente de la estructura está delimitado por su materialidad, por lo cual se han de presentar los materiales con los que la fabricación de la estructura se debe realizar, siendo estos los mismo paras los cuales se hace el cálculo de esfuerzos determinados según la data de especificaciones correspondientes para cada uno.

- Se utilizará hormigón calidad H-30 para la zapata.
- Se utilizará acero A630-420H para la armadura de la zapata.
- El poste serán de acero ASTM A53
- Las placas y pernos serán de acero calidad A36
- El panel visual será de una plancha de aluminio AA1100 ASTM B209
- El exoesqueleto del panel será de ASTM A36

3.2.3. Definición de cargas

Toda carga considerada en el análisis será desarrollada en base a normas y datos de materialidad presentes en la estructura, los cuales son estimados de acuerdo con las condiciones de emplazamiento de la misma. Las cargas se expresan en unidades de peso, en unidades de peso por longitud o en unidades de peso por superficie unitaria, o sea, kg; kg/m y kg/m², según el Sistema Métrico Decimal. Estas cargas son aplicadas al conjunto

de miembros estructurales que conforman la estructura. Cada uno de estos miembros está constituido por un material con determinada forma volumétrica y sujeto a realizar uno o varios esfuerzos. Como los esfuerzos son consecuencias de las cargas, es necesario conocer o suponer las cargas a los que va a estar sometido cada uno de esos miembros.

Se consideró como carga estructural general un peso de 1852,21kg para los elementos de acero. Los elementos no estructurales como panel, fanal, sistema de elevación (poleas) y motor se consideran como cargas puntuales.

3.2.3.3. Cargas y presión básica del viento

Para efectos de todo cálculo sobre cargas de viento aplicables a la estructura se hizo uso de la norma NCh 432 of. 71 - Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones. Los valores de presión y secciones serán considerados proporcionales a una magnitud denominada "Presión básica del viento", valores que se determinan acorde a la Fórmula 3-4.

$$q = \frac{u^2}{16} \qquad \text{Fórmula 3-4}$$

Donde,

q = Presión básica, en kg/m^2

u = velocidad máxima instantánea del viento, en m/s

Pero para este caso particular, existe la Tabla 3-3, la cual referencia un valor "q" para alturas de 10 a 15m, siendo el valor relativo a 112 kg/m^2.

Tabla 3-3. Presión básica para diferentes alturas de suelo

Construcciones situadas en campo abierto, ante el mar o sitios asimilables a juicio de la autoridad revisoría.	
Altura sobre el suelo, m.	*Presión básica, q, en Kg/m²*
0	70
4	70
7	95
10	106
15	118

Fuente: Norma chilena oficial. NCh 432.Of71

Tabla 3-3. Presión básica para diferentes alturas de suelo (Continuación)

Construcciones situadas en campo abierto, ante el mar o sitios asimilables a juicio de la autoridad revisoría.	
Altura sobre el suelo, m.	*Presión básica, q, en Kg/m²*
20	126
30	137
40	145
50	151

Fuente: Norma chilena oficial. NCh 432.Of71

Según establece la norma, en su sección "9 - Factor de forma", se especifica que la fuerza del viento por unidad de superficie se obtendrá multiplicando la presión básica "q" por un factor de forma "C". Los valores de *C* que se utilizarán para el cálculo de construcción serán definidos según el inciso 9.2.3.2 establecido en la norma, el cual especifica que para el caso del efecto del viento sobre la estructura de estudio se considerará un factor de forma de *C=1,6* como una superficie plana perpendicular a la acción del viento. Por ende, la fuerza del viento para el caso será de acuerdo con la Fórmula 3-5.

$$V = q\ x\ C \qquad \text{Fórmula 3-5}$$

Por lo cual la fuerza del viento para el poste queda especificada por su altura:

$$V = (70\ \frac{kg}{m^2})\ x\ 1{,}6$$

$$V = \sim 1.098Pa$$

Para el caso del panel, la fuerza del viento quedara especificada por su altura:

$$V = \left(112\frac{kg}{m^2}\right) x\ 1{,}6$$

$$V = \sim 1.757Pa$$

3.2.3.4. <u>Cargas sísmicas</u>

Las cargas sísmicas se determinaron utilizando el método elástico estático de la norma NCh 2369 of. 2003 para lo cual se definieron distintos parámetros que determinan el corte basal de la estructura.

Estos parámetros fueron seleccionados según lo aplicables al sistema, para lo cual se presenta la Tabla 3-4 y sus valores aplicables correspondientes.

Tabla 3-4. Parámetros utilizados para el análisis sísmico de la señal n°2

Parámetros análisis sísmico		
Sección NCh 2369	Parámetro	Valor
4.3	**I**	1,2
5.2	**A_o**	0,40 g
5.3	**T'[s]; n**	0,62 ; 1,8
5.5	**ξ**	0,02
5.6	**R**	5
5.7	**C**	0,26

Fuente: Norma NCh 2369 of. 2003

Para establecer detalladamente cada uno de los puntos presentes en la Tabla 3-4, se especificarán en orden de acuerdo con la información brindada por la respectiva norma.

- **I** = Coeficiente relativo a la importancia, uso o riesgo de una estructura o equipo.

Para los efectos de la aplicación de la norma, en su inciso 4.3, indica que las estructuras y equipos se clasifican en categorías según su importancia, como consiguiente para este caso particular aplica; "Categoría C1 – obras críticas." Por consiguiente, a cada categoría le corresponde un coeficiente de importancia I, para este caso, aplica el valor $I = C1 = 1{,}2$.

- **Ao** = Aceleración activa máxima del suelo.

La norma, en su inciso 5.1, cuenta con una tabla de zonificación sísmica que indicada, por comunas para las regiones de la cuarta a la novena de Chile, el factor de aceleración máxima activa para cada zona en particular, presente en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5. Valor de la aceleración efectiva máxima Ao

Zona sísmica	A_o
1	0,20 g
2	0,30 g
3	0,40 g

Fuente: Norma NCh 2369 of. 2003

Para este caso particular, se ha de cubicar la estructura en la zona sísmica III, la cual comprende de la comuna de Coquimbo, en donde se está proyectando el emplazamiento de esta Baliza.

- **T'[s]**= Parámetro que depende del tipo de suelo.

  n = Numero de niveles.

Según la norma se presenta la Tabla 3-6, extraída del inciso 5.4 en el cual se representa una tabla con los tipos de suelos más comunes para fundación. Dentro de los cuales se seleccionó el número III, siendo este suelo del tipo arena o graba no saturada, de acuerdo con la zona de emplazamiento correspondiente a la Baliza a estructurar.

Tabla 3-6. Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo

Tipo de suelo	T' (s)	n
I	0,20	1,00
II	0,35	1,33
III	0,62	1,80
IV	1,35	1,80

Fuente: Norma NCh 2369 of. 2003

- **ξ** = Razón de amortiguamiento.

La razón de amortiguamiento viene dada acorde a la Fórmula 3-6.

$$\xi = \frac{2Ao}{3g} \qquad \text{Fórmula 3-6}$$

$$\xi = 0{,}027$$

El resultado dado y para con las tablas presentes en la norma, la razón de amortiguamiento se considera que **si aplica a sistemas resistentes**.

- **R** = Factor de modificación de la respuesta estructural.

En el apartado de valores máximos de la modificación de la respuesta, ubicado en el inciso 5.6 de la norma, un sistema resistente de la forma "Poste de acero excepto sus conexiones" presenta un valor establecido R = 5.

- **C** = Coeficiente sísmico para la acción sísmica horizontal.

La Tabla 3-7, recogida de la norma, expresa un valor "C" de acuerdo con los valores R y ξ mencionados anteriormente. Para los cuales C corresponde a; C = 0,26.

Tabla 3-7. Valores máximos del coeficiente sísmico

R	$\boldsymbol{C máx}$		
	$\boldsymbol{\xi = 0,02}$	$\boldsymbol{\xi = 0,03}$	$\boldsymbol{\xi = 0,05}$
1	0,79	0,68	0,55
2	0,60	0,49	0,42
3	0,40	0,34	0,28
4	0,32	0,27	0,22
5	0,26	0,23	0,18
Nota: Los valores indicados son válidos para la zona sísmica. Para las zonas sísmicas 2 y 1 los valores de esta tabla se deben multiplicar por 0,75 y 0,50 respectivamente			

Fuente: Norma NCh 2369 of. 2003

En el método de análisis, la acción sísmica se asimila a un sistema de fuerzas cuyos efectos sobre la estructura se calculan siguiendo los procedimientos de la estática. Este sistema de fuerzas aplicadas en el centro de masas de cada una de las partes se define como el esfuerzo de corte basal, el cual está dando por la Fórmula 3-7.

$$Qo = CIP \qquad \text{Fórmula 3-7}$$

Donde,

C = Coeficiente sísmico = 0,26

I = Coeficiente relativo a la importancia, uso o riesgo de una estructura = 1,2

P = Peso total de la estructura.

Para efectos de la Fórmula 3-7, esta se aplicará en dos partes, una para el poste y otra sobre el panel.

- $\boldsymbol{Qo}$ = Esfuerzo de corte basal sobre el poste

Considerando la aplicación de los datos anteriores, se tiene la siguiente relación acorde a la Fórmula 3-7.

$$Qo = 0{,}26\ x\ 1{,}2\ x\ P$$

Donde,

C = *0,26*

I = *1,2*

P = *x*

Para efectos generales se ha de necesitar calcular el peso total del poste, este cálculo se realizara utilizando la Fórmula 3-8.

$$P = V_T\ x\ \rho \quad \text{Fórmula 3-8}$$

Donde V_T viene dado de la forma expresada en la Fórmula 3-9.

$$V_T = V_I - V_E \quad \text{Fórmula 3-9}$$

$$V_T = (0{,}75 - 0{,}69)m^3$$

$$V_T = 0{,}06m^3$$

Dado que la densidad del acero es 7850 kg/m³, el peso del poste está dado según la Fórmula 3-8, expresada anteriormente.

$$P = 0{,}06\ x\ 7850$$

$$P = 471kg$$

A este peso ha de sumársele el peso del sistema de fijación y unión a la zapata (todo en material acero) siendo estos de los valores:

Peso sistema de fijación = 273,16 kg.

Peso del sistema de uniones= 150,24 kg.

$$P_T\ estructural = (273{,}16 + 150{,}24 + 471)kg$$

$$P_T\ estructural = 894{,}4\ kg$$

Para lo cual, el esfuerzo sísmico de corte basal para el poste, según la Fórmula 3-7 (página 82), toma el valor de:

$$Qo = 0{,}26\ x\ 1{,}2\ x\ 894{,}4kg$$

$$Qo = 279{,}05kg$$

- ***Qo*** = Esfuerzo de corte basal sobre el panel

De la misma forma y considerando la aplicación de las fórmulas anteriores, se tiene la siguiente relación.

$$Qo = 0{,}26\ x\ 1{,}2\ x\ P \quad \text{Fórmula 3-7}$$

Donde:

C = *0,26*

I = *1,2*

P = *x*

Para ello, se obtendrá el volumen de la placa de panel de acuerdo con la Fórmula 3-9 (página 83).

$$V_T = (0{,}75x\ 1{,}5)^2 x\ 3$$
$$V_T = 0{,}016m^3$$

Dado que la densidad del aluminio 2700 kg/m³, el peso de la placa de panel, según la Fórmula 3-8 (página 83).

$$P = 0{,}0168\ \ x\ 2700$$
$$P = 45{,}56kg$$

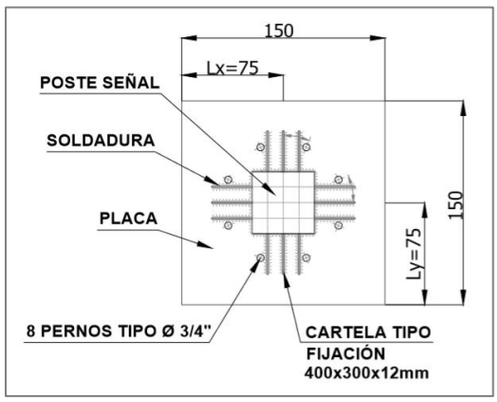
A ese peso ha de sumarse el peso el exoesqueleto ubicado en la parte posterior del panel de aluminio el cual corresponde, de acuerdo con el Plano 002, a un valor igual a $P = 202{,}45kg$. Por lo tanto, para el panel el esfuerzo de sismo de corte basal, según la Fórmula 3-7, tomando el valor de:

$$Qo = 0{,}26\ x\ 1{,}2\ x\ 248{,}01kg$$
$$Qo = 77{,}37kg$$

El cortante basal es una fuerza de reacción que se presenta en todos los marcos que compongan una estructura localizado en su base, esto es donde la columna de acero se concreta con el sub suelo dado de cimentación y sirve para el diseño de las anclas de acero para unir el poste a la sección de concreto en la base de la estructura. Es la reacción que se tiene cuando la estructura está sujeta principalmente a fuerzas horizontales, tales como viento o sismo. Para efectos del mismo, se ha de realizar el cálculo de la resistencia de la placa base y sus atizadores correspondientes.

3.2.3.5. Placa base

Para los cálculos a realizar, se consideraron las dimensiones de la placa base acorde a las especificaciones del “Plano 001”, en el mismo las dimensiones correspondientes para la placa base son de 150x150x1,6cm. Su verificación se muestra a continuación en la Figura 3-7.



Fuente: Académica. Plano 001

Figura 3-7. Esquematización placa base

Para realizar los cálculos correspondientes se hizo uso de los estudios realizados por los Drs. K. Stiglat y H. Wippel en su documento “Placas. Zona de placas. Placas sobre apoyos puntuales. Placas apoyadas elásticamente”. Los datos y fórmulas por considerar para el cálculo fueron extraídos de sus sección “3. Aclaraciones sobre los distintos tipos de placas” y “4. Ejemplos numéricos” y expuestos en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8. Valores numéricos para estudio de placas

Fluencia del acero	$F_x = 2530\ kgf/cm^2$
Factor m (tabla STIGLAT y WIPPEL)	$m\ = 14{,}3$
Dimensión de la placa considerada Según Figura 3-7.	$Lx = 0{,}75\ m$
	$Ly = 0{,}75\ m$
Carga axial sobre placa (Esfuerzo perpendicular al plano sobre el que se aplica la fuerza de compresión, distribuido de manera uniforme por toda su superficie.)	$P_a = 17{,}5\ tonf$

Fuente: Placas. K. Siglat y H. Wippel

Para realizar el estudio de placas y concretar el espesor de la misma, se determinará secuencialmente, en base a la aplicación del sección “3. Aclaraciones sobre los distintos tipos de placas” del documento Placas, los siguientes resultados.

Se comenzara con el desarrollo del cálculo de la carga por unidad de superficie expresado en la Fórmula 3-10.

$$P_a = \frac{P_a}{Lx\ x\ Ly} \qquad \text{Fórmula 3-10}$$

Para su aplicación se ha de considerar que la unidad de la carga axial por superficie es de Mp/m^2, por ende, se ha de convertir la unidad de P_a de tonf a Mp.

$$P_a = \frac{15{,}87}{0{,}75\ x\ 0{,}75}$$

$$P_a = 28{,}223\ \frac{Mp}{m^2}$$

Una vez obtenido el resultado de la carga axial por unidad de superficie, se continúa calculando el valor de la carga concentrada, dado por la Fórmula 3-11.

$$K = Lx\ x\ Ly\ x\ Pa \qquad \text{Fórmula 3-11}$$

$$K = 0{,}75\ x\ 0{,}75\ x\ 28{,}223$$

$$K = 15{,}875\ Mp$$

El resultado anterior permite realizar el cálculo del momento en la placa, el cual se realizó utilizando Fórmula 3-12.

$$M = \frac{K}{m} \qquad \text{Fórmula 3-12}$$

$$M = \frac{15{,}875}{14{,}3}$$

$$M = 1{,}1101119\ Mp$$

Una vez realizados dichos cálculos, se procede con el estudio del espesor correspondiente a la placa, concretado a través de la Fórmula 3-13.

$$e = \sqrt{\frac{4\ x\ M}{0{,}6\ x\ F_y}} \qquad \text{Fórmula 3-13}$$

Para su desarrollo, se ha de convertir la unidad del momento, debido a que la ecuación de espesor ha de trabajarse en kgf y no en Mp.

$$e = \sqrt{\frac{4\ x\ 1110{,}119}{0{,}6\ x\ 2530}}$$

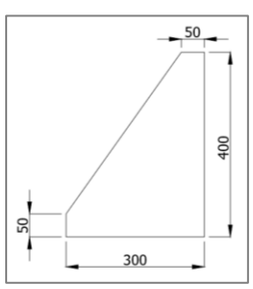
$$e = 1{,}71cm$$

$$e = 17{,}1mm$$

Los datos obtenidos del cálculo establecen los parámetros con los cuales se estima un espesor para la placa aproximadamente de 18 mm. De acuerdo con las relaciones establecidas en los parámetros anteriormente resueltos.

3.2.3.6. Atiesadores o cartelas de fijación

Para el diseño de los atizadores se presentan de la forma triangulares con catetos de 30 y 50 cm aproximadamente y espesor de placa de 15mm. Su verificación se muestra en la Figura 3-8.



Fuente: Academica. Plano 001

Figura 3-8. Esquematización cartela

Para realizar los cálculos correspondientes se hizo uso de datos y especificaciones presentes en el documento “Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero” en su apartado “J7. Resistencia de aplastamiento” y en la “Sección G3.2 Miembros con almas no atiesadas o atiesadas” y el “Reglamento de construcciones sismo resistentes NSR 98”, considerando en este último, su apartado “F.4.9.5. Elementos de construcción” y “F.4.10. Consideraciones especiales de diseño”. De ambos se extrajeron fórmulas y especificaciones para base de cálculos.

Puntualmente, los cálculos presentes fueron realizados con el fin de demostrar el cumplimiento de los requerimientos y limitaciones para el diseño de atiesadores presentes en la “Sección G3.2. Miembros con almas no atiesadas o atiesadas” y “J7. Resistencia de aplastamiento” de la norma AISC 360-10 para construcciones de acero.

(1) $$\left(\frac{b}{t}\right)_{st} \leq 0.56\sqrt{\frac{E}{F_{yst}}}$$

(2) $$R_n > f$$

(1) Para el primer caso “Relación Ancho – Espesor”, se hará uso de los siguientes datos.

b = Ancho del elemento atiesado en compresión = $30cm$

t = Espesor del elemento = $1{,}5cm$

Fy = Tensión mínima de fluencia para el tipo de acero empleado = $2530\frac{kgf}{cm^2}$

E = Módulo de elasticidad del acero = $2{,}04 \cdot 10^6\frac{kgf}{cm^2}$

Desarrollo,

$$\left(\frac{30cm}{1{,}5cm}\right) \leq 0.56\sqrt{\frac{2{,}04 \cdot 10^6\frac{kgf}{cm^2}}{2530\frac{kgf}{cm^2}}}$$

Resultado expresado en cm: $20 \leq 22{,}2$

∴ **¡Cumple!**

(2) Para el segundo caso “Relación resistencia al aplastamiento – tensión de fluencia”, se hará uso de los siguientes datos:

R_n = Resistencia al aplastamiento

f = Tensión de fluencia

Tabla 3-9. Valores para el caso (2)

$R_n > f$	
Valor 1. R_n	Valor 2. f
El primer valor “resistencia al aplastamiento” viene dado por la Fórmula 3-14, $R_n = 1.8\ x\ F_y$ Fórmula 3-14 Donde, Fy = Tensión mínima de fluencia para el tipo de acero empleado, $2530 kgf/cm_2$ Desarrollo, $R_n = 1.8\ x\ 2530 \frac{kgf}{cm^2}$ Resultado, $R_n = 4552 \frac{kgf}{cm^2}$	El segundo valor “tensión de fluencia” viene dado por la Fórmula 3-15; $f = \frac{P}{A} + \frac{M}{W_s}$ Fórmula 3-15 Donde, P = Carga axial máxima A = Área del atiesador M = Momento W_y = Modulo elástico de la sección Para identificar el valor de la tensión de fluencia es necesario desarrollar cada valor con los cuales se desarrolla la Fórmula 3-14.

Fuente. Sección G3.2. Miembros con almas no atiesadas o atiesadas

Para identificar el resultado de “Valor 2. Tensión de fluencia”, es necesario desarrollar cada valor con los cuales se ejecuta la Fórmula 3-14. Este desarrollo quedara expuesto en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10. Valores para la Fórmula 3-14

P = Viene dado por la Fórmula 3-16. $P = \frac{R_{np}}{\Omega}$ Fórmula 3-16 Donde, $R_{np} = 1.8\ x\ F_y\ x\ A_{pb}$	Donde, R_{np}= Resistencia permisible nominal kgf A_{pb}= Área de apoyo en proyección cm^2 Ω = Factor de minoración de resistencia $P = \frac{1.8\ x\ 2530\ x\ 5}{2}$ $P = 11389{,}5\ kgf$
A = Viene dado por la Fórmula 3-17. $A = W\ x\ t_s$ Fórmula 3-17	Donde, W = Ancho del atiesador cm t_s = Espesor del atiesador cm $A = 74{,}6\ x\ 1{,}2$ $A = 89{,}52 cm^2$
M = Viene dado por la Fórmula 3-18. $M = P\ x\ \left(\frac{W}{2}\right)$ Fórmula 3-18	Donde, P = Carga axial máxima kgf W = Ancho del atiesador cm $M = 11389{,}5\ x\ \left(\frac{74{,}6}{2}\right)$ $M = 424.660{,}5\ kgf \cdot cm$
$\boldsymbol{W_y}$ = Viene dado por la Fórmula 3-19. $W_s = \frac{t_s\ x\ W^2}{6}$ Fórmula 3-19	Donde, W = Ancho del atiesador cm t_s = Espesor del atiesador cm $W_s = \frac{1{,}2\ x\ (74{,}6)^2}{6}$ $W_s = 1113{,}03 cm^3$

Fuente. Sección G3.2. Miembros con almas no atiesadas o atiesadas

Desarrollo,

Con los cálculos previos desarrollados es posible identificar el valor para la "Relación resistencia al aplastamiento – tensión de fluencia". Relación mencionada en la página 82, en la cual se muestra de la forma $R_n > f$.

R_n = Resistencia al aplastamiento, $4552\,\frac{kgf}{cm^2}$

f = Tensión de fluencia, $505{,}7\,\frac{kgf}{cm^2}$

$$R_n > f$$

$$4552\,\frac{kgf}{cm^2} > 505{,}7\,\frac{kgf}{cm^2}$$

∴ **¡Cumple!**

Es con los resultados obtenidos de los cálculos realizados, que se obtienen los esfuerzos necesarios para aplicar a la estructura y con ello concretar el estudio bajo software. Todos ellos basados en las condiciones, tanto externas como internas a las que la estructura está sometida. Es la Figura 3-9, aquella que representa, de manera gráfica, la forma en la que se interactúan dichos esfuerzos con la estructura.

Donde se muestran, en la figura, las letras con los siguientes datos:

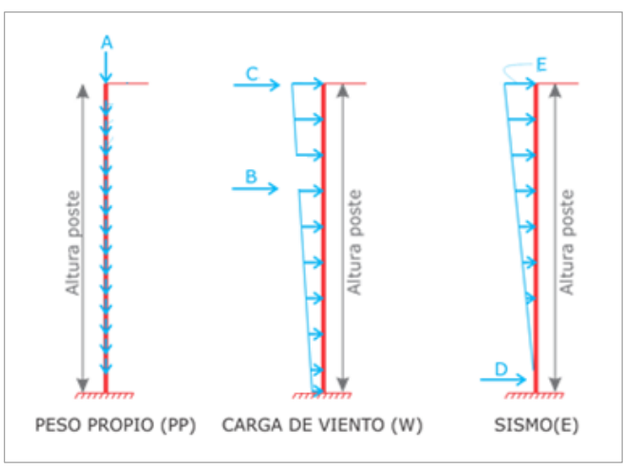
A. Peso perpendicular propio fanal más tablero óptico más un 10% de placas y pernos.

B. Carga del viento sobre área del poste libre.

C. Carga del viento sobre el panel.

D. Esfuerzo sísmico asociada al panel más fanal más exoesqueleto.

E. Esfuerzo sísmico asociada a poste.



Fuente: Memoria de calculo. Saimic Ltda.

Figura 3-9. Esquema de cargas

Los detalles numéricos de los esfuerzos demostrados en la Figura 3-9 y cálculos realizados anteriormente, son demostrados en la Tabla 3-11, con el propósito de ser utilizados en la fase de modelamiento y análisis bajo software.

Tabla 3-11. Valores de las cargas sobre baliza, según la Figura 3-9

$A[kgf]$	$C[Pa]$	$B[Pa]$	$D[kg]$	$E[kg]$
233,74	1.757	1.098	77,37	279,05

Fuente: Normativas utilizadas

3.3. MODELAMIENTO EN SOFTWARE

El modelamiento en base a software es un proceso de desarrollo matemática aplicado para la representación de cualquier objeto tridimensional virtual a través de un software especializado. La aplicación de dichos softwares dependerá de lo que se quiera estudiar, pues los mismos responden a distintas necesidades, pudiendo aplicar a representaciones estructurales, visualizaciones bidimensionales, conocidas como renderizados, a análisis estructurales asociados fenómenos físicos, entre otros.

Se comenzó por utilizar la herramienta AutoCAD, identificada como un programa de dibujo técnico desarrollado por Autodesk para el uso de ingenieros, técnicos y otros profesionales de carreras de diseño. AutoCAD es un programa en el que se puede realizar todo tipo de diseños técnicos. Por lo mismo, se hizo uso de este software en el desarrollo de la planimetría estructural y planos de fabricación.

Para el diseño estructural tridimensional se hizo uso del programa creo parametric. Creo está desarrollado por la empresa PTC y es un software de diseño que admite el diseño de productos a gran escala. El programa funciona en microsoft windows y proporciona aplicaciones para modelado sólido de características paramétrica CAD en 3D, modelado directo 3D, vistas ortográficas 2D, análisis y simulación de elementos finitos, diseño esquemático, ilustraciones técnicas y visualizaciones fotorrealistas.

Para el cálculo de esfuerzos se hizo uso del software simulation mechanical autodesk. Autodesk Simulation es un software de análisis de elemento finito de multi-física, desarrollado inicialmente por ALGOR Incorporated y adquirido por Autodesk en enero de 2009. El programa proporciona precisas y flexibles herramientas de simulación mecánica para ayudar a predecir el rendimiento, optimizar los diseños y validar el comportamiento del producto en base al método de elementos finitos.

3.3.1. Planimetría y detalles de fabricación

Los planos estructurales realizados son la representación gráfica de los elementos que conforman el diseño, los cuales han de seguir las normas DIN para su dibujo y su posterior interpretación. Dichas normas permitirán guiar la materialización del proyecto, por tal motivo, se consideró un orden secuencial del proceso constructivo, haciendo constar, en cada etapa los detalles de los elementos estructurales que la conforma o que se han de constituir conjuntamente. Los planos estructurales son reconocidos como dibujos de planos horizontales acotados, en los cuales se representan en forma general y en conjunto, los diferentes elementos que conforman la estructura en las diferentes etapas constructivas.

El contenido de los planos estructurales se encuentra representado en orden de acuerdo con la numeración y nombre de los mismos. Concretando dos planos, “Plano 001- Estructura general, detalles sistema de fijación y anclaje” y “Plano 002 - Detalles sistema de fijación, elevación y suspensión, tablero óptico a poste señal”.

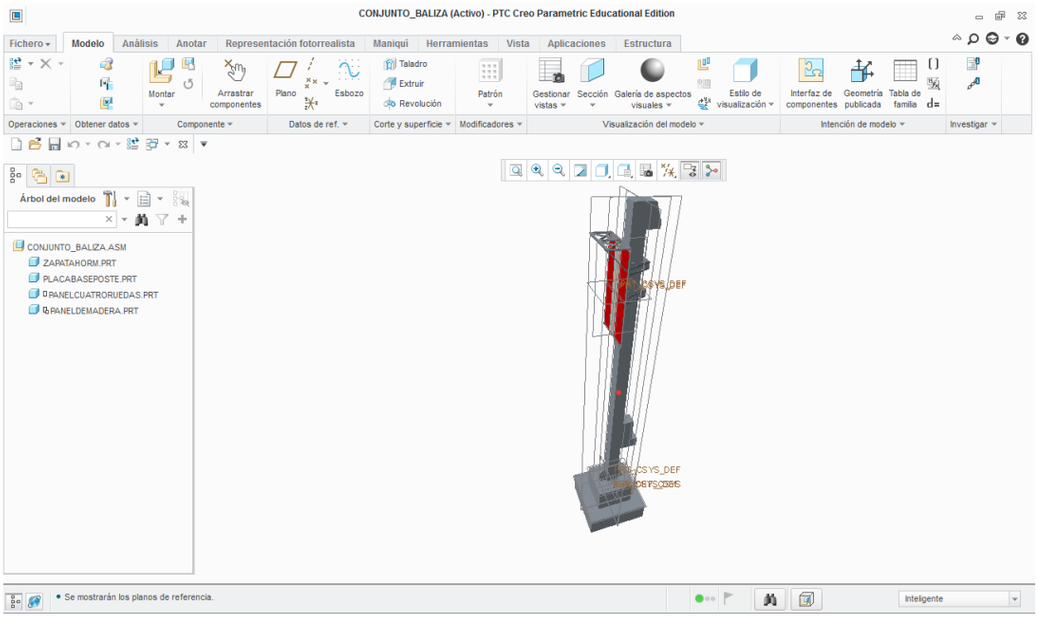
3.3.2. Diseño estructural 3D

La modelación 3D de se realizó acorde a los planos estructurales realizados y las dimensiones especificadas en ellos, a fin de poder tener una representación tridimensional de la misma, la cual, una vez finalizada, se ha de exportar al software de análisis estructural y así corroborar si los cálculos realizados previamente, a razón de validar el comportamiento de la materialidad aplicada a la estructura, entregando el rendimiento real bajo el análisis de esfuerzos.

Para lograr un modelado de sólidos 3D se creó una geometría estructural basada en los planos AutoCad desarrollados. Para ello, en Creo Parametric, se acota en los planos de esbozos la creación del modelado paramétrico, el cual se desarrollado a través de perfiles de sección delimitados por entidades de líneas generadas en el plano escogido (frontal, posterior, superior o los laterales). Esta entidad del plano representa una superficie o un plano de referencia en la pieza. Por ende, se busca la superficie o plano de referencia correspondiente en la pieza 3D que ha de utilizarse como plano de esbozo, solido el cual se ha de intervenir con las propiedades y/ comandos de profundidad y extracción entregados por el software, y en base a este plano de esbozo se comienza con la modelación de la estructura y su acotación correspondiente.

Los elementos de la función aplicadas al diseño pueden pre visualizarse o realzarse en el espacio del modelo 3D presente en la ventana inicial del programa, siendo esta una ventana de Creo Parametric que permite la movilidad del diseño en las direcciones que se desee. La Figura 3-10 representa visualmente el modelado

tridimensional realizado en el software. Este mismo fue desarrollado como un modelo conjunto de las piezas que conforman la estructura.



Fuente: Elaboración propia, Software Creo Parametric

Figura 3-10. Estructura tridimensional baliza

3.3.3. Cálculo de esfuerzos

Para realizar las simulaciones de esfuerzos, se hizo uso del programa simulation mechanical el cual permite al usuario la aplicación de parámetros y esfuerzos para la realización del proceso de simulación. El programa se presenta como una ventana dinámica del prototipo digital estructural el cual será sometido a las especificaciones requeridas por el programa.

Para este caso particular, se importó la representación tridimensional realizada en el programa Creo Parametric al programa de análisis de esfuerzo, el cual cuenta con un formato compatible con el modelamiento tridimensional realizado (formato aplicable reconocido en autodesk simulation mechanical como: Pro/ENGINEER and Creo Parametric Files (*.prt*;*.asm*)).

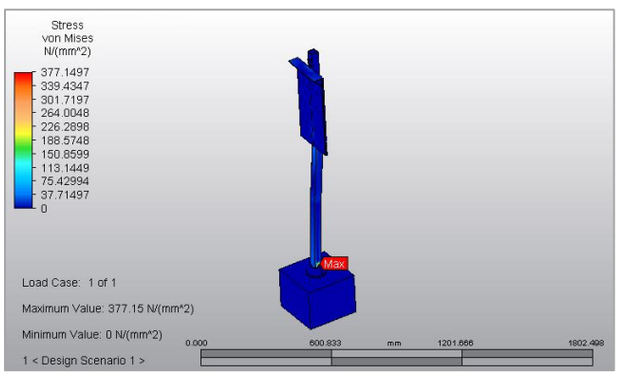
Una vez importado el modelado, se trabajan, por pieza, el tipo de elemento y la materialidad del mismo, luego la estructura se enmalla, se le aplican las restricciones correspondientes y las cargas descritas para cada uno de los tipos de análisis estudiados anteriormente.

El fin de este procedimiento es conocer como las herramientas de análisis en ingeniería ayudan a predecir de manera precisa del desempeño del producto usando un prototipo digital y con ello validar el comportamiento del mismo antes del proceso de manufacturar.

3.3.3.1. Esfuerzo de viento

La Figura 3-11 demuestra el comportamiento de la estructura bajo un esfuerzo de viento igual a 1.757 Pa sobre el área expuesta del poste. La tensión de Von Mises es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión.

En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles. Para efectos del resultado, considerando que la tensión admisible del acero es de 235,3596 N/mm^2 y la deformación máxima en la simulación dio un resultado 377,14 N/mm^2, por lo cual, se considera que la estructura resiste a las condiciones normales de viento, en contexto, las condiciones de fallo tendrían que ser extremas, y aun así que considera que lograría resistir de forma pertinente a los máximos esfuerzos expuestos.



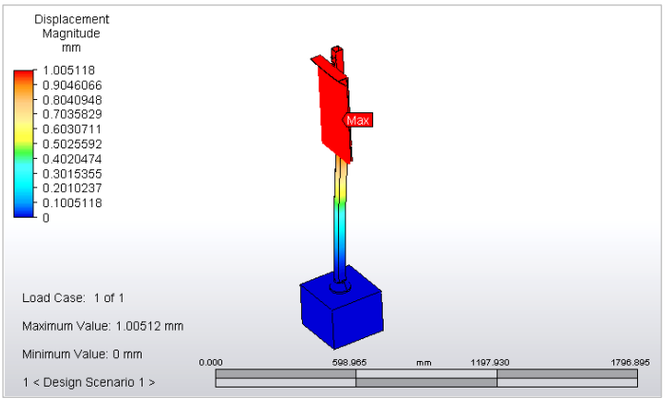
Fuente: Software Simulation Mechanical Autodesk

Figura 3-11. Análisis - Esfuerzo de Von Mises Viento

3.3.3.2. Desplazamiento máximo

Basando el cálculo en el método de elementos finitos representado en la Figura 3-12, se condiciono al panel a resistir un esfuerzo de viento igual a 1.098 Pa, y con ello se obtiene que el desplazamiento máximo al que se verá expuesto el panel, a razón de los esfuerzos de viento considerados, será de 1,005 mm, esto quiere decir que la magnitud del

desplazamiento es mínima y garantiza que el exoesqueleto presente en la parte trasera del panel ha de soporta el impacto de desplazamiento sobre el área expuesta.



Fuente: Software Simulation Mechanical Autodesk

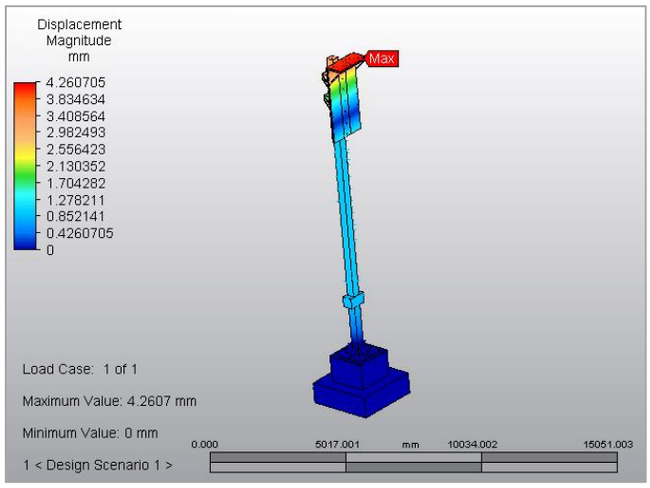
Figura 3-12. Esfuerzo de desplazamiento viento en el panel

3.3.3.3. <u>Esfuerzo de sismo</u>

Se considera un esfuerzo de sismo igual a 279,05 kg/m, correspondiente a la zona de emplazamiento y asociado a los cálculos previos realizados. Este esfuerzo fue aplicado a la base de la estructura.

Dicho procedimiento radica en obtener resultados asociados al desplazamiento existente al momento de simular un esfuerzo de este tipo. La finalidad del software es poder analizar mejor la estructura y su comportamiento frente al riesgo, dicha representación virtual se encuentra en la Figura 3-13, la cual representa el efecto que tendría la estructura en dirección y magnitud del desplazamiento observado, obtienen como resultado el punto máximo en el que se concentra el daño en la misma.

La deformación máxima ocurre en la parte superior del poste, registrando un valor máximo de 4 mm para la combinación estructural aplicable al poste y al sistema de señalización (panel óptico más exoesqueleto). Este valor es menor a 0,015*altura (9,6 mm). De este modo, las deformaciones calculadas son menores a las admisibles, según la normativa vigente asociada.



Fuente: Software Simulation Mechanical Autodesk

Figura 3-13. Análisis - esfuerzo de desplazamiento por sismo

3.3.3.4. Conclusiones

Las conclusiones referentes a los análisis descritos definen que el cumplimiento de las reglamentaciones debería de ser riguroso a la hora de construir la estructura para dicha zona de emplazamiento, considerando lo que las normas definidas anteriormente decretan. Se analizó que los esfuerzos a los que fue sometida la estructura aseguran que, aunque existan riesgos de falla estos se consideran mínimos. En la presente memoria de cálculo se verificó que tanto la estructura, como su fundación satisfacen la normativa actual.

Los registros de falla entregados por el software al momento de cada análisis ofrecen un panorama de lo que podría esperarse en situaciones extremas, donde la estructura se vea enfrentada a movimientos y almacenamiento de energías que no pueda resistir la intensidad con la que, esfuerzo de vientos o sismos, podrían azotarla.

3.4. DEFINICIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA

El proceso de fabricación está definido como el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas y con ello transformarlas el producto que se desea realizar. Estos cambios suelen realizarse en el ámbito de la industria.

Para manufacturar la estructura, se han de utilizar tecnologías mecánicas asociadas a dos fases de fabricación, inicialmente, el trabajo en taller, proceso el cual ha de involucrar compra y tratado del material, despiezado y trabajo por sub-sistema estructural, para luego pasar a la fase dos, la cual trata de la instalación en terreno de la súper estructura, el montaje completo del sistema y su correcto posicionamiento geodésico de emplazamiento.

3.4.1. Especificaciones técnicas especiales de soldaduras

Las siguientes especificaciones corresponden a las aristas soldadas de todas las intersecciones entre el tubo principal y sus anexados (carcasa motor, sistema de protección poleas superiores, tapas de acceso a poleas, tensores y sistema de fijación y anclaje). Las intersecciones y posturas deberán corresponder a los indicados en los planos de proyecto, y su colocación y unión deben regirse de acuerdo a las especificaciones del fabricante, o en su defecto, de los planos.

Se especificarán los requerimientos y procedimientos mínimos para el proceso de soldadura. La norma por utilizar corresponde a:

Standard API/Petro STD 1104 – Engl 1999 “Soldadura de oleoductos e instalaciones conexas”, el propósito de esta norma es presentar métodos para la producción de soldadura de alta calidad, a través del empleo de soldadores calificados que utilicen procedimientos de soldadura, materiales y equipos aprobados.

Z49.1 “Safety in Welding and Cutting”, esta norma incluye todos los aspectos de la seguridad y la salud en el ambiente de soldadura, y hace hincapié en los procesos de soldadura con oxígeno y por arco. Contiene información sobre la protección del personal y el área general, ventilación, prevención y protección contra incendios y espacios confinados.

Se debe considerar en el proceso que todos los datos de pruebas e informes deberán ser archivados y estar disponibles para revisiones de la ITO (Inspección Técnica de Obras). Para este caso, el jefe de operaciones a cargo de la obra deberá mantener un listado actualizado de estos registros. Todos los materiales serán nuevos, de primera calidad y libres de cualquier defecto que pueda hacerlo inadecuados para los propósitos propuestos y deberán ser almacenados en un área específicamente asignada para el proyecto, donde se evitarán contaminación, suciedad y exposición al calor.

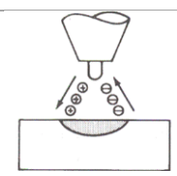
3.4.1.1. Características del proceso

Antes de comenzar todo proceso de soldadura, el área de trabajo deberá estar limpia, exenta de óxido, escorias, grasa, pinturas o cualquier otra sustancia extraña y,

además, deberá estar sana, sin fisuras ni desabolladuras u otros defectos que afecten la calidad de la soldadura. (Una vez comenzada la soldadura y después de cada pasada y antes de proceder a la siguiente, se limpiará de todo resto de escoria).

Para los elementos de acero presentes en la estructura, se utilizará solamente corriente continua inversa con el electrodo al positivo, como muestra la Tabla 3-12. El punto de cebado del arco se cebará siempre dentro del bisel y nunca sobre la plancha. La repartición de pasadas y diámetro de electrodos se realizará colocando dos cordones base, usando electrodos de 5/32" y tres cordones de relleno y término usando electrodos de 3/16" de diámetro, como mínimo. Los espesores de los cordones serán aproximadamente de 3mm cada uno. La soldadura terminada no deberá sobresalir de la superficie 1.5 mm ni menos de 0.8mm.

Tabla 3-12. Detalle soldadura corriente continua

Tipo de corriente	Corriente continua
Polaridad	Inversa
Flujo de electrones e iones **Aspecto de la penetración**	 Penetración ancha y menos profunda
Balance calórico (app)	30% en la pieza 70% en la punta del electrodo

Fuente: http://materialesyestructuras.com

La socavación en el metal base, a los lados de la soldadura, no podrá ser mayor de 0.8mm de profundidad. No se podrá comenzar dos cordones consecutivos en el mismo punto. Se hará, en general un ligero martilleo solamente para ayudar a limpiar los cordones de soldadura.

3.4.1.2. Montaje y preparación

. Todos los elementos de protección para el transporte de las piezas al terreno serán retirados sólo en el momento de su montaje. Las incrustaciones, arenas, polvos, trozos de soldadura, etc., se extraerán mediante métodos adecuados, tales como escobillas de acero, aire comprimido, herramientas rotatorias, etc.

Las soldaduras deberán efectuarse después de un cuidadoso alineamiento entre las piezas a unir. El ensamblaje estará constituido por estructuras de acero o fierro las que tendrán un carácter de provisorias y facilitarán la ejecución de las soldaduras. El metal de aportación a utilizar será de electrodos de revestimiento del tipo celulósico sódico de calidad AWS 6010 para el cordón de raíz y electrodo AWS 7018 para cordón de terminación.

No se realizará ningún tipo de precalentamiento. En estos casos se hará antes de comenzar a soldar ambientando la zona a soldar a una temperatura del orden de los 90ºC. Se realizara un proceso térmico de galvanizado, dicho proceso comienza con el proceso de recocido, consiste en calentar de forma controlada el acero para generar las propiedades mecánicas requeridas antes del galvanizado. Durante el proceso del calentamiento, se utiliza una mezcla de gases N2-H2 con el objetivo de evitar la oxidación del metal el cual será sometido al proceso de galvanizado. Durante el galvanizado, es importante controlar el espesor de la capa de Zinc que se depositará sobre el metal. Con el uso de Nitrógeno, es posible controlar el espesor de forma adecuada, la solidificación y por consiguiente, las propiedades mecánicas finales.

3.4.2. Especificaciones técnicas especiales zapata y pilar de señalización

La presente especificación se refiere a la fabricación y colocación del hormigón y moldaje de la zapata para la fabricación de la baliza en terreno. Para la construcción de la zapata, se empleará hormigón grado H-30, de alta calidad en cuanto a impermeabilidad y de la máxima compacidad para obtener un gran peso específico, cercano a 2,4 t/m3.

3.4.2.1. Movimiento de tierras

En primera instancia se comienza con el proceso de excavación necesarias para la obra consideradas en el presente proyecto. En la ejecución de las excavaciones se deberá cumplir las disposiciones de la Norma NCh 149 Of. 55 "Prescripciones de Seguridad en Excavaciones".

Las dimensiones que se adopten para las excavaciones serán aquellas que permitan dejar un espacio adecuado para la instalación de moldajes, el acceso de los equipos y materiales y lo que sea requerido por las facilidades de movimiento y seguridad del personal ocupado en las faenas.

Todo material inestable deberá ser removido del fondo de la excavación. Se retirarán los grandes escombros y suelos compresibles hasta una profundidad no inferior a 30 cm bajo el sello de fundación. El material proveniente de la excavación será colocado a suficiente distancia del borde de la excavación, de manera de no crear situaciones de

riesgo de derrumbes o socavaciones del terreno inmediato. En ningún caso se aceptará que se acumule material a menos distancia de 90 cm del borde de las excavaciones.

3.4.2.2. Fabricación – hormigones

Los materiales utilizados en la confección de los hormigones deberán cumplir las normas chilenas y otras señaladas que no se contradiga con lo especificado en la presente especificación.

Se podrá usar cemento de cualquier clase y grado, preferentemente cemento corriente portland o de alto horno de bajo calor de fraguado y de curado rápido, cuya composición química tenga menos de un 8 a 10% de aluminato tricálcico.

El cemento se almacenará en bodegas techadas construidas con un piso sobre envigado, que permita la circulación de aire, y muros que impidan el paso de humedad y den una adecuada aislación a los cambios bruscos de temperatura. Las pilas de sacos de cemento tendrán una altura máxima de 10 sacos, estarán separadas de las paredes por lo menos 15 cm y deberán permitir un fácil acceso para la inspección y el consumo ordenado del stock, para lo cual cada envío de cemento debe estar identificado y separado del resto. Cualquier cemento que acuse daño por humedad, envejecimiento, grumos u otro deterioro será rechazado y no podrá usarse en la obra.

3.4.2.3. Áridos

Los áridos deben estar constituidos por partículas duras, durables, de forma y tamaño estables y deben estar limpios o libres de partículas blandas o laminadas, arcillas, impurezas orgánicas, sales y otras substancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad de morteros y hormigones.

Los áridos pueden ser gravas, chancados o mezclas, sanos, duros, estables. No deben reaccionar física ni químicamente con el cemento. El tamaño máximo nominal del árido será igual o inferior a 1/5 de la menor distancia entre las paredes del moldaje y ¾ de la separación libre mínima entre barras.

3.4.2.4. Agua

El agua que se utilice en el amasado, el curado y para lavados de áridos debe ser potable, dulce y cumplir con NCh 1.498. Se deberá poner especial cuidado que esté libre de aceite, ácidos, álcalis o materiales orgánicas.

3.4.2.5. Aditivos y adiciones

La utilización de aditivos y adiciones deberá ser autorizada por la inspección técnica y se podrán usar aceleradores de fraguados en los hormigones de “retape”, de plastificantes y aceleradores en las mezclas para hormigonar, según las instrucciones del fabricante.

3.4.2.6. Ejecución

El hormigón se ejecutará de acuerdo con la NCh 170. La dosificación del mismo tiene por objetivo establecer las proporciones de los ingredientes de aquel, cumpliendo las siguientes condiciones:

- Conformidad con los requisitos de resistencia a la compresión y durabilidad.
- Trabajabilidad adecuada para que el hormigón pueda ser mezclado, transportado, colocado y compactado con facilidad, llenando completamente los moldajes y cubriendo las armaduras, en las condiciones reales de obra y con el mínimo de segregación.

Los contenidos mínimos de cemento serán los que se indican a continuación, en forma general, hormigón de zapata 240 kg/m³. La calidad del hormigón resistente a la acción salina está definida por que una las características que más influye en la durabilidad de los hormigones es su permeabilidad. Para obtener un hormigón de baja permeabilidad es necesario:

- Utilizar agregados pesados y duros.
- Emplear hormigón “seco “con una relación Agua/Cemento baja, pero que a su vez permita una buena “trabajabilidad”.
- Utilizar un buen sistema de curado, que asegure una hidratación completa del cemento.
- Los hormigones deben compactarse adecuadamente mediante vibradores de inmersión o de superficie de alta frecuencia, 6.000 r.p.m. o más, con el objeto de vibrar el mínimo de tiempo, sólo lo justo y necesario para obtener la máxima densidad, sin necesidad de “sobre vibrar”.

El curado, método y duración debe cuidarse especialmente aislando el hormigón fresco, manteniéndolo a una temperatura adecuada. Es aconsejable utilizar “armadura” de fibra de sintético para obtener una mejor resistencia a la tracción del hormigón asegurando así una mayor durabilidad de los hormigones simples.

3.4.2.7. Equipo

Los equipos de dosificación deberán contar con elementos para el control en peso de los materiales. Eventualmente, se podrá dosificar controlando el cemento a base de sacos enteros y a los áridos con romanas externas de 500 kg de capacidad máxima. En dicho caso se deberá contar, a lo menos con una romana para el pesaje de los áridos gruesos sobre la carretilla y otra para el peso de la arena.

Todos los dispositivos de los elementos del pesaje serán revisados por la Inspección Técnica.

3.4.2.8. Transporte

El hormigón será transportado desde la hormigonera hasta el lugar de colocación en condiciones tales que, en este trayecto se mantenga la calidad uniforme que se obtuvo en el mezclado, y no se produzcan disgregación o pérdidas de los materiales componentes, es decir, sedimentación de gravas gruesas, pérdida de lechada, evaporación de agua, etc.

El equipo de transporte deberá ser capaz de proveer en forma continua el hormigón en el lugar de colocación, sin separación de los ingredientes ni interrupciones que ocasionen pérdida de docilidad entre las entregas de hormigón. En el transporte a distancias largas el equipo cumplirá con las condiciones siguientes:

- No habrá filtraciones de lechada u otro material y las tolvas se limpiarán en la descarga.
- Las tolvas con la parte superior abierta serán protegidas de la lluvia, del viento y de la exposición al sol por más de 20 minutos, cuando la temperatura ambiente sea superior a 25º C.

3.4.2.9. Colocación del hormigón

La zapata se hormigonará en capas de no más de 30 cm de altura. Antes de iniciar la colocación del hormigón se deberá verificar que todo el equipo para dosificar, transportar, mezclar, colocar y compactar sea el adecuado. La colocación del hormigón se deberá efectuar con los equipos adecuados y mediante los procedimientos necesarios para:

- Mantener la calidad uniforme del hormigón.
- Mantener la geometría de los moldajes.
- Evitar desplazamientos y/o deformaciones de armaduras y otros elementos empotrados.
- Obtener la máxima densidad prevista.

- Rellenar completamente el moldaje sin producir nidos de piedras.
- Rodear en forma continua la armadura.

En forma previa a la colocación se deberá verificar que los moldajes cumplan con las condiciones geométricas de la zapata indicadas en los planos del proyecto y que sean estancos, estables, resistentes y tengan los accesos para asegurar un fácil vaciado y un completo llenado.

3.4.2.10.Compactación

Todos los hormigones deberán ser compactados con equipos adecuados ya sea vibradores de inmersión de superficie u otros de alta frecuencia, mayor a 6.000 r.p.m., de tal modo de obtener un hormigón de la máxima densidad prevista, que rellene completamente el moldaje, sin producir nidos de piedras, y que dé la textura superficial especificada. Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión, y en general, los tiempos de vibrado, deberán tener la justa duración e intensidad para compactar el hormigón y ser cuidadosamente controlados, con el fin de obtener las densidades máximas sin sobre vibrar. No debe nunca ser continua ya que se produce segregación, los vibradores deben enterrarse y sacarse suavemente.

No se permitirá interrupciones en el vaciado en un molde y si se interrumpiera el hormigonado y el hormigón se haya endurecido lo suficiente para conservar su forma, la Inspección podrá aceptar juntas de construcción siempre que se limpien perfectamente y eliminen cualquier lechada u otro material extraño en una profundidad suficiente hasta alcanzar el hormigón sano.

3.4.2.11.Protección y curado

La protección y curado del hormigón debe efectuarse durante el período de endurecimiento, con los procedimientos y materiales adecuados, de manera de mantener el hormigón en un ambiente saturado, impedir cambios en la temperatura de colocación del hormigón y preservarlo de acciones externas, como viento, lluvia, cargas, etc.

La protección y curado debe iniciarse inmediatamente después de efectuada la operación de terminación de las superficies externas. Los materiales y procedimientos para iniciar la protección y curado podrán ser entre otros:

- Compuestos de curado.
- Lloviznas tenues de agua.
- Telas o tejidos absorbentes que se, mantenga continuamente húmedos.

- Cualquier material, como láminas plásticas opacas, que retenga la humedad sin dañar la superficie del hormigón.

El período de protección y curado debe ser, como mínimo de 7 días para el hormigón con cemento de grado corriente. Durante el período señalado el hormigón se debe mantener a una temperatura superior a 10º C.

3.4.3. Moldaje

Este ítem de las especificaciones corresponde a la fabricación, colocación de los Moldajes utilizados en la fabricación de la zapata de la baliza. Para ello se hará uso de las siguientes normas:

- Nch 212 Of 79: Acero-Planchas delgadas laminadas en caliente para casos generales.
- Nch 698 Of 74: Acero-Barras y perfiles livianos.
- Nch 173 Of 73: Maderas-Terminología.
- Nch 174 Of 85: Maderas-Unidades empleadas, dimensiones nominales.

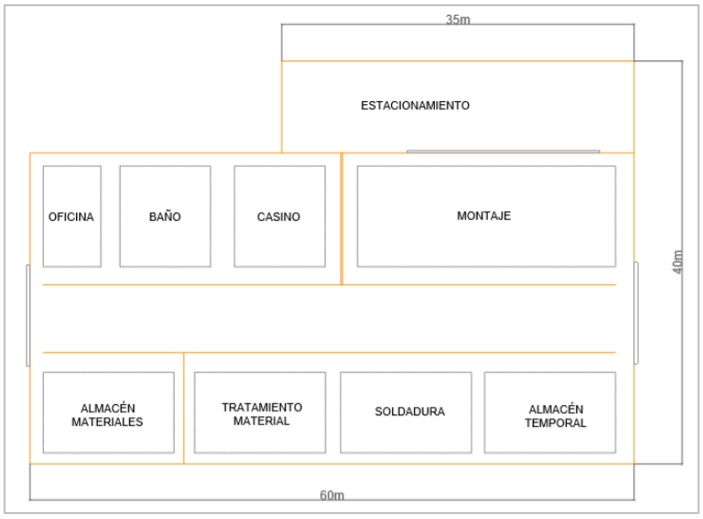
Los moldes de la zapata pueden ser metálicos de planchas de acero A37-24 o de grado comercial de un espesor mínimo de 2 mm o de madera estructural de 1,5“.

Deberán corresponder a las medidas, dimensiones y formas de la zapata a hormigonar señalado en el plano de fabricación y serán firmes, rígidos para soportar las presiones provenientes del vaciado del hormigón y su vibración sin sufrir deformaciones visibles, ni desplomes.

Las distintas secciones de los moldes se inter-unirán entre sí por medio de pernos, pasadores, cuñas, etc., y se afianzarán con viguetas u otro similar., de manera tal que no se deformen.

3.5. DEFINICIÓN DEL LAYOUT IDEAL

Se presenta una cuadricula imaginaria “Layout”, realizado para la esquematización de la distribución de los elementos de diseño presentes en el taller de fabricación, bosquejo el cual facilitara la comprensión de las faenas dentro de las actividades fundamentales de la estructural. Para este caso, layout esquematizado en la Figura 3-14 indicara de forma general, la estructura y los espacios de trabajos mínimos y necesarios.



Fuente: Proyección estructural - Académica

Figura 3-14. Layout empresarial

Para el "layout" en particular, las áreas de soldadura, pintura y montaje son clave, pues son las actividades fuertes por realizar en el taller. El área estacionamiento es fundamental, pues desde esa allí se haría el traspaso de los materiales estructurales hacia el camión que los llevaría a terreno.

3.6. COSTOS DE MANUFACTURA

Para las estimaciones de tiempos y costos se presenta la siguiente cotización realizada para la estructura "Baliza de señalización marítima", la cual tiene por fin, dar a entender la valoración que tienen tanto las faenas en taller como las de terreno, en tiempos y horas hombre, considerando a tres trabajadores, un maestro, un soldador y un ayudante, más la supervisión del ingeniero y el prevencionista.

Para las empresas poder ser competitivas deben de asumir decisiones bajo ciertas incertidumbres, una de estas decisiones es de cuánto debe de producir la empresa para poder satisfacer una demanda futura, dependiente de esta es que se establecerá la capacidad de producción de la empresa para un determinado periodo de tiempo, para realizar esta estimación de cuánto debe la empresa de producir surge por el motivo de que la empresa debe de determinar la cantidad de empleados requeridos, la cantidad de materia prima utilizada en el proceso, la cantidad de recursos económicos necesarios para la producción y el margen de beneficio que obtendrá con la producción.

Tabla 3-13. Tabla de costos

CLIENTE	Terminal Marítimo
ATENCIÓN	Sr. Cristina Sandoval
COTIZACIÓN	N° 01/16 REV00
TRABAJO	Baliza enfilación marítima.

Item	Descripción	Cant.	Unid.	Valor unitario ($)	Valor total ($)	Valor UF
1	Cañería 16" ASTM A-106	1	tir	2.260.000	2.260.000	84,14
2	Perfil angulo Ac. C 50x5 mm	4	tir	11.600	46.400	1,73
3	Plancha Ac. C 5mm	7	pl	79.200	554.400	20,64
4	Perno Anclaje	4	c/u	2.000	8.000	0,3
5	Plancha alum. anodizado blanco	5	c/u	6.000	30.000	1,12
6	Plancha alum. anodizado rojo	10	c/u	12.000	120.000	4,47
7	Fanal normado IALA	1	c/u	3.500.000	3.500.000	130,3
8	Poleas	8	c/u	11.000	88.000	3,28
9	Winche malacate 450kg ligth duty 220V 50Hz	1	c/u	409.882	409.882	15,26
10	Insumos	10	%	35.308	353.080	13,14
11	Transportes internos	1	gl	200.000	200.000	7,45
12	Transporte de equipos	1	gl	620.000	620.000	23,08
13	Hospedaje	44	c/u	45.000	1.980.000	73,71
14	Alimentación	44	c/u	21.000	924.000	34,4
15	Equipo de hizaje, grua pluma	2	gl	65.000	130.000	4,84
16	Mano de obra fabricación	10	hd	50.000	500.000	18,61
17	Mano de obra montaje	1	hd	90.000	180.000	6,7
18	Zapata	1	gl	1.053.329	1.053.329	39,21
19	Mecánica de suelo	1	gl	3.100.000	3.100.000	115,41
21	Gastos generales	10	%	160.671	1.606.709	59,81
22	Utilidad	15		160.671	2.410.064	89,72
COSTO TOTAL					20.083.864	747,68

Fuente: Realiación en base a cotización real.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE PROYECTO

4. EVALUACIÓN DE PROYECTO

Para gestionar un proyecto, su evaluación consiste en determinar que tanta capacidad posee el mismo para el cumplimiento de los objetivos que lo anteceden. En una evaluación de proyectos siempre se produce información para la toma de decisiones, por lo cual también se le puede considerar como una actividad orientada a mejorar la eficacia del proyecto en relación con sus fines, además de promover mayor eficiencia en la asignación de recursos. En este sentido, cabe precisar que la evaluación no es un fin en sí mismo, más bien es un medio para optimizar la gestión del proyecto.

La evaluación económica constituye un balance de las ventajas y desventajas de asignar al proyecto analizado los recursos asignados para su realización.

4.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

La estimación de la demanda es el análisis estadístico del comportamiento futuro de la demanda y/o el consumo. Es la base para la planeación, la determinación de la cantidad de empleados requeridos, la cantidad de materia prima a cotizar en el proceso, la cantidad de recursos económicos necesarios para la producción y el margen de beneficio que se obtendrá con la producción, y con ello, el dimensionamiento de las operaciones.

Para ejecutarla, es relevante considerar mercado y la cuota del mismo a la que se aspira. Dicha planeación está orientada a alinear las operaciones de aprovisionamiento y distribución con las verdaderas necesidades de servicio de los clientes y usuarios finales de la organización.

4.1.1. Mercado relevante

Al definirse marcado como una zona geográfica a la que una industria destina su producción, se estima al mismo como al conjunto de compradores potenciales del proyecto. Es por ello por lo que basado en la información expuesta en el “Capítulo 1. - 1.5. Comprensión del mercado” y “Capítulo 2. - 2.2. Definición del mercado - 2.3. Cuantificación del mercado” que se logra establecer la sustentabilidad del mismo.

El conjunto de consumidores proyectados a ser capaces de comprar o adquirir la estructura está relacionado con los términos establecido en el “Capítulo 1. - 1.5. Comprensión del mercado” y “Anexo A”, siendo estos los terminales marítimos pertenecientes al rubro público-privado y privado-privado, debido a que realizan gran

parte de las transacciones nacionales, terminales que se encuentran ubicados principalmente en la zona norte y sur austral del país, correspondiendo a un total de 81 terminales marítimos, 54 privados públicos y 27 privados privados, según demuestra la Figura 2-1, presente en la página 47 del Capítulo 2. En su punto "2.2. Cuantificación del mercado", la cual representa, por zona geográfica, los terminales marítimos chilenos.

4.1.2. Cuota de mercado

El mercado al que se aspira está representado en la Tabla 4-1 que expone, basado en el "Anexo A" las zonas geográficas con mayor balizamiento en los terminales tipo a los cuales se establecieron como mercado. Siendo la zona norte y sur austral, las que han de contar aproximadamente con 168 balizas inscritas, zonas geográficas consideradas como los potenciales terminales consumidores.

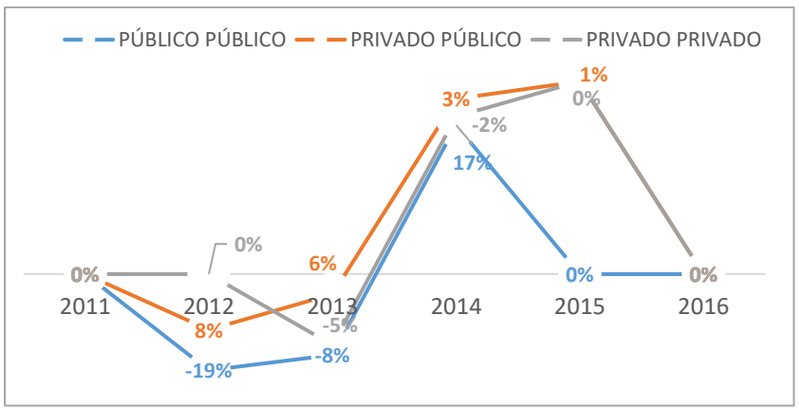
Tabla 4-1. Cuantificación geográfica de balizas

BALIZAS INSCRITAS EN DIRECTEMAR							
Zona Norte		**Zona Centro**		**Zona Sur**		**Zona Sur Austral**	
Privado Privado	Privado Público	Privado Privado	Privado Público	Privado Privado	Privado Público	Privado Privado	Privado Público
77	**12**	**0**	**12**	**12**	**11**	**37**	**42**
Total 89		Total 12		Total 23		Total 79	

Fuente: www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/gobernaciones_maritimas.html

4.2. CRECIMIENTO FUTURO DEL MERCADO

El porcentaje de crecimiento en el ámbito portuario queda establecido en el "Punto 1.5.1. Los consumidores" del Capítulo 1, más específicamente en la Tabla 1-5, la cual establece desde el año 2011 al 2016, el crecimiento conocido, en número, de los terminales marítimos por sector, datos con los cuales se realizó el Gráfico 4-1, el cual representa el comportamiento del sector. De este análisis surgirá el estudio la tendencia futura del comportamiento, del crecimiento o deficiencia de este en los dos sectores portuarios chilenos de interés.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Gráfico 4-1. Tendencia actual por sector portuario

El crecimiento del sector portuario nacional ha tenido un comportamiento irregular en los últimos 5 años, razón por la cual el proyectar la demanda y con ello lograr establecer la tendencia de crecimiento o déficit de este en el sector ha de originar estimaciones al futuro convenientes para entender el éxito o fracaso del proyecto.

Las proyecciones de tendencias pronostican un comportamiento futuro de acuerdo con la tendencia observada en el pasado. La técnica de predicción se denomina de series de tiempo. En las técnicas de predicción se considera válido confiar en que el comportamiento histórico de una variable que es fácil de proyectar (conocida como independiente), puede explicar el comportamiento de la variable por estimar (dependiente).

Los métodos de proyección de tendencias buscan determinar la forma que debe asumir la Fórmula 4-1 para que se ajuste de la mejor manera posible a la relación observada entre las variables dependientes e independientes.

$$Y = a + bx \quad \text{Fórmula 4-1}$$

Donde Y es la variable que se busca pronosticar, x la variable conocida (para este caso, los años proyectados) y a y b las constantes de la función. El cálculo de estas variables es entregado por el programa Excel, por lo cual se hizo uso de esta modalidad para establecerlos.

4.2.1. Tendencia proyectada para terminales marítimos

Es mediante análisis y cálculos realizado en el Excel, que se presentan los siguientes datos, basados en la Tabla 1-5, presente en la página 29 del Capítulo 1. Los datos se estudiaron individualmente por sector portuario desde el año 2011 al 2016, con proyecciones estimadas al año 2020 y 2025.

4.2.1.1. Proyecciones consideradas para el sector público de uso público

La Tabla 4-2 representa la tendencia, en porcentaje, del crecimiento de los terminales marítimos de rubro público-público y sus proyecciones correspondientes.

Tabla 4-2. Tendencia del sector público-público

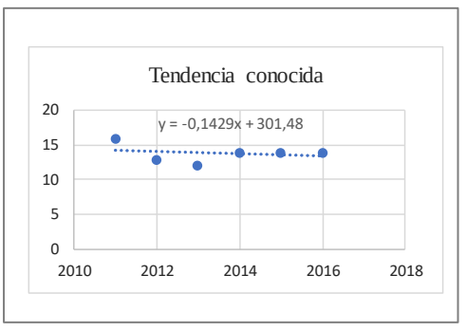
x	y	
Año	Terminales Público Público	Tendencia actual en %
2011	16	
2012	13	-19%
2013	12	-8%
2014	14	17%
2015	14	0%
2016	14	0%

Proyecciones	
2020	13
2025	12

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

En ella se puede apreciar que como ha demostrado el comportamiento de crecimiento ya conocido, su proyecciones son desfavorables, disminuyendo la cantidad de los mismos.

Para una especificación gráfica de disperción de los valores historicos reconocidos, se realizó el Gráfiico 4-2, el cual al realizarlo entrega la ecuación de tendencia para el sector, con dicha ecuación es posible, al remplazar x por el año que se desea estudiar, obtener el resultado de la cantidad de terminales proyectados para el mismo, en base a la tendencia historica conocida.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Gráfico 4-2. Tendencia y proyección en terminales público-público

Es con el Gráfico 4-2 que se puede apreciar la estabilidad presentada en los últimos dos años, precedida de bajas importantes entre el año 2011 y 2012, que determina una tendencia de crecimiento negativa, la cual simula una disminución proyectada para el año 2020 y 2025. Datos que, en conjunto con la información planteada en el "Capítulo 1. - 1.5. Comprensión del mercado" simulan que este sector no aplica como un potencial cliente.

4.2.1.2. Proyecciones consideradas para el sector privado de uso público

Este sector portuario ha de ser importante en el estudio, pues, como quedo establecido anteriormente, es el sector potencial de mayor importancia para el proyecto, ya que cuenta con la mayor cantidad de autoridades marítimas a lo largo de Chile y ha de ser uno de los sectores más activos nacionalmente.

Se realizó la Tabla 4-3 a modo de establecer el comportamiento que presenta el sector, al igual que el estudio previo a este, los años históricos fueron considerados del 2011 al 2016, 5 años con los cuales se pretende establecer la tendencia de crecimiento y con ello obtener la proyección para los años estimados.

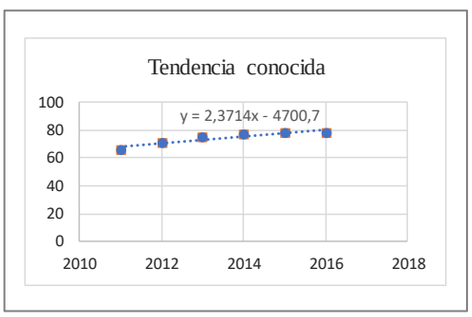
Tabla 4-3. Tendencia del sector público-privado

x	y	
Año	Terminales Privado Público	Tendencia actual en %
2011	66	
2012	71	8%
2013	75	6%
2014	77	3%
2015	78	1%
2016	78	0%

Proyecciones	
2020	90
2025	101

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

En ella, igual que el ejercicio anterior, se puede apreciar comportamiento de crecimiento ya conocido, su proyecciones son favorables, debido que hasta el año 2016 el sector solo habria experimentado crecimiento. La especificación gráfica de disperción de los valores historicos reconocidos, esta presente en el Gráfico 4-3 con su ecuación de tendencia correspondiente.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Gráfico 4-3. Tendencia y proyección en terminales privado-público

Es con dicho gráfico que, demostrativamente, se identifica el aumento numérico significativo de terminales marítimos que ha presentado a lo largo de los 5 años estudiados, razón por la cual proyecta un crecimiento importante para el año 2020 y 2025. Llegando a ser, de forma hipotéticamente proyectada, un crecimiento del 15%.

4.2.1.3. Proyecciones consideradas para el sector privado de uso privado

Para este sector se realizó la Tabla 4-4, la cual, al igual que los ejercicios anteriores, está basada en los datos históricos recogidos del año 2011 al 2016.

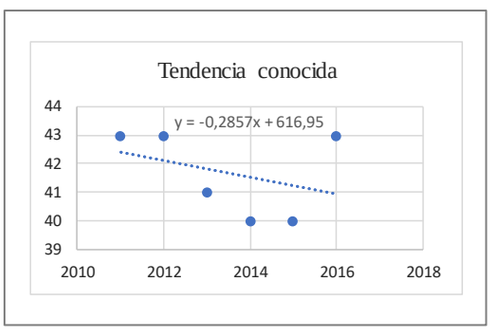
Tabla 4-4. Tendencia del sector privado-privado

x	y	
Año	Terminales Privado Privado	Tendencia actual en %
2011	43	
2012	43	0%
2013	41	-5%
2014	40	-2%
2015	40	0%
2016	43	8%

Proyecciones	
2020	40
2025	38

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

El comportamiento, según se aprecia en la tabla, es irregular, por lo cual, sus proyecciones estimativas van acorde con dicho comportamiento, en efecto, presentando proyecciones bajas, que van acorde al comportamiento gubernamental y a los problemas asociados al sector presente en los últimos años, especificado en el sección “1.5.2 Variables que afectan la demanda”, pertenecientes al Capítulo 1, más específicamente en la página 36. Situación que de no mejorar, determinaran en que dichas proyecciones sean lo más cercano a la realidad. Se realizó con dicha información, el gráfico correspondiente, demostrado en el Gráfico 4-4, el cual se expone la ecuación de tendencia correspondiente.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Gráfico 4-4. Tendencia y proyección en terminales privado-privado

Es con el Gráfico 4-4 que queda establecido una tendencia de crecimiento desfavorable, debido al comportamiento irregular demostrado en los 5 años que lo anteceden, que para el 2020 y 2025 este proyecta disminuciones, manteniendo un margen hipotético de inestabilidad. Por ende, ha de ser mercado potencial, pero no del todo sustentable.

4.2.2. Tendencia proyectada para el balizamiento nacional

Para el caso del balizamiento nacional especificado en el punto "1.5.1. Los consumidores" y respaldado por los Boletines estadísticos de la Amada de Chile, disponibles en Directemar. Denotan que el balizamiento nacional se ve, anualmente en aumento.

Como ha de ser objeto de estudio, se presenta la Tabla 4-5. La cual demuestra la tendencia de crecimiento, en cantidad, de las estructuras por año.

Tabla 4-5. Tendencia del crecimiento para balizas

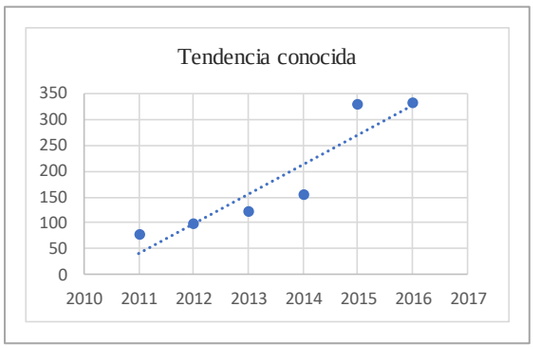
x	y
Año	Balizas
2011	76
2012	98
2013	121
2014	154
2015	329
2016	332

Proyecciones	
2020	558
2025	844

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

El comportamiento histórico de estudio fue ejecutado entre los años 2011 y 2016, años a los que alude el estudio general. Es con la presente tabla que se aprecia el aumento progresivo de balizas generado en los últimos 5 años, razón al ser consecuencia de que desde el año 2003 la economía se caracterizará por una profunda apertura comercial, como quedo definido en los antecedentes, proyectando al sector portuario como de gran trascendencia en el crecimiento y desarrollo nacional, razón por la cual la infraestructura portuaria ha de verse en aumento, tanto en cantidad como en incorporación de nuevas tecnologías para generar así eficiencia operacional en el sector.

Con dichos datos se generó el Gráfico 4-5, a modo de representar gráficamente el crecimiento histórico numérico de las estructuras de estudio.



Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Gráfico 4-5. Tendencia del balizamiento nacional

Las proyecciones estimadas demuestran un crecimiento favorable en la cantidad de balizas para el año 2020, siendo casi el doble de las existentes en 2016 para el año 2025. Al pronosticar un comportamiento futuro de acuerdo con la tendencia observada en el pasado, este mismo se muestra favorable, tanto para el proyecto como para la actividad portuaria nacional.

4.2.3. Tendencia de balizamiento por sector

Para el estudio, se establece una relación, entre los terminales proyectados, su crecimiento y la cantidad de balizas que se han de vender en dicho sector. Para la estimación, se estableció en base al “Anexo A. Fluctuación de terminales marítimos desde el año 2011 al 2017”.

La cantidad de balizas existentes desde el año 2011 al 2016, proyectando las mismas, como muestra la Tabla 4-6, desde el año 2016 al 2022, a fin de obtener un margen numérico del balizamiento marítimo por año proyectado, y con ello establecer, en base a una resta numérica, la cantidad de balizas nuevas que se han de fabricar por año.

Tabla 4-6. Cuantificación de balizas nuevas por año

Proyecciones	Cantidad de balizas neta	Cantidad de balizas nuevas por año
2016	332	
2017	386	54
2018	443	57
2019	500	57
2020	558	58
2021	615	57
2022	672	57

Fuente: www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/gobernaciones_maritimas.html

El margen de crecimiento proyectado en Ecxel se muestra estable, consideración que se efectúa en relación con el impacto en el crecimiento numérico de las mismas en el pasado año 2014, el cual marco este antes y después en el balizamiento nacional, el cual estima, por fórmula, un crecimiento que permanecerá estable desde el año 2017 en proyección por 5 años. Dichos datos son considerados para el margen general de terminales marítimos. Es por ello, que para establecer la taza de venta que ha de emerger en los terminales o sector de interés se han de presentar la Tabla 4-7, datos que ayudaran a comprender el nicho de venta estimada para el mercado.

Tabla 4-7. Proyección de terminales marítimos a 5 años

Crecimiento del mercado					
Año	Terminales Público-Públicos	Terminales Público-Privado	Terminales Privado-Privado	Suma total	Suma sector de interés
2016	14	78	43	135	121
2017	13	82	41	136	123
2018	13	85	40	138	125
2019	13	87	40	140	127
2020	13	90	40	143	130
2021	13	92	40	145	132
2022	13	94	39	146	133

Fuente: www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/gobernaciones_maritimas.html

Al considerar la cantidad de terminales proyectados que habrá en el sector de interés, se puede estimar, mediante la hoja de cálculo en Excel, la cantidad de balizas para ventas futuras el mercado de interés, expresado en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8. Cantidad de balizas proyectadas en venta

Año	Balizas nuevas proyectadas al sector de interés	Balizas nuevas repartidas en relación con 6 empresas competencia
2016		
2017	48	7
2018	52	7
2019	52	7
2020	53	8
2021	52	7
2022	52	7

Fuente: www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/gobernaciones_maritimas.html

A modo de ejemplo, se establece que para el año 2018 la proyección de balizas que se ha de vender en el sector portuario público-privado y privado-privado, en conjunto, corresponde a 48 balizas, pero considerando un total de 6 empresas como competencia directa en Chile, se ha de asumir que la venta proyectada para la productividad máxima del proyecto ha de ser de 7 balizas.

4.3. FIJACIÓN DE PRECIO DEL PRODUCTO

Los criterios de fijación del precio proyectado para la estructura de estudio fueron basados, tanto en los alcances especificados en los antecedentes como en las proyecciones estimada en la tendencia futura, tanto del mercado como del producto en su utilidad misma. Dichos criterios se fortalecen en entidades marítimas que afirman y definen al sector portuario como de gran trascendencia en el crecimiento y desarrollo nacional. Entidades como el DOP en el marco de la “Visión Chile 2020” y Jorge Marshall,presidente de Camport, en su estudio “Una nueva vuelta de tuerca planificar y coordinar”.

Dichos datos quedan demostrados en la sección 4.2 Crecimiento futuro del mercado, en el cual, en base a una tendencia de crecimiento observada en el pasado, se

logra proyectar, tanto para el mercado como en la producción de balizas, un futuro óptimo sobre el cual establecer el proyecto.

Es por ello, que la fijación de precios se realizó a raíz de estos datos y consideran un modelo de fijación de precios acorde a la productividad máxima. Para seguir este criterio, los datos se basan en la producción máxima del proyecto, fijando el precio de acuerdo con la capacidad real que tiene la empresa de atender a un número limitado de clientes con los cuales ya se ha trabajo. Para el proyecto, considerando el mercado establecido como los terminales marítimos pertenecientes al sector público-privado y privado-privado, se reconocen que el 68% de los trabajos realizados por la empresa SAIMIC LTDA es referente a este mercado.

El costo que tendrá la estructura queda establecido en el punto “3.6. Costo de la estructura” del “Capítulo 3. Diseño de ingeniería”.

4.4. PRONÓSTICO PARA LA SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO

Para la sustentabilidad del proyecto se ha de establecer y justificar la comercialización en el mercado en función a los activos que generaran que las ventas se mantengan en el tiempo. La sostenibilidad del proyecto constituye un criterio esencial para evaluar su calidad. Considerando que el mismo sea factible, viable y atractivo para el mercado, recursos con los cuales se proyectarán las ventas a simular en un flujo de caja.

Dichos pronósticos se establecen en función de cuatro términos, la innovación aplicada, la norma vigente, la vida útil del a estructura y el costo asociado que implica la inversión de obtener una de estas estructuras.

La sustentabilidad del proyecto dependerá de estos factores, ya que son los pilares fundamentales del proyecto. Es por ello por lo que se establecerán datos asociados a las publicaciones y actualizaciones de la norma a modo de proyectar cuanto tiempo se estima que el modelo diseñado cumpla con la normativa.

4.4.1. Sustentabilidad en base a la innovación

La innovación es un proceso iterativo, lo que implica que no tiene fin, sin embargo, la innovación aplicada es del tipo “Innovación incremental”, definida cuando se crea valor sobre un producto que ya existe, añadiéndole nuevas mejoras. El proceso de innovación comienza sobre una base conceptual. A partir de aquí se realizan una serie de procesos creativos enfocados a conseguir los fines determinados.

Para este marcado, este tipo de innovación contempla 5 a 10 años de vida útil. Sin quedar obsoleta, solo que se proyecta como un producto que puede seguir siendo modificado.

4.4.2. Sustentabilidad en base a la norma

La sustentabilidad de la norma se encuentra sujeta a la información entregada por la Armada de Chile, la cual en su página www.transparencia-armada.cl, expone el total de normas existentes para el sector, con datos y especificaciones correspondientes. Para este caso, se extrajo de la página la norma de interés, como muestra la Tabla 4-9, circular en cual se basa el proyecto.

Tabla 4-9. Resolución chilena - normativa IALA

Tipo de norma	N° de norma	Denominación norma	Fecha de Publicación en el DO	Fecha última modificación	Enlace última modificación
Resolución	12.600/680	Por resolución D.G.T.M. y M.M. Ord. Nº 12600/680 Vrs., del 03 de diciembre de 2012, se aprueba la circular DGTM y MM Ord. Nº O-63/001, del 03 de diciembre de 2012, que establece procedimiento para solicitar, instalar y modificar ayudas a la navegación.	22-01-2013	24-12-2007	Deroga Circular O-63/001, del 24.Dic.2007, aprobada por Resol. DGTM. Ord. N° 12600/958, del 24.Dic.2007.

Fuente: http://transparencia-armada.cl/transparencia_activa/publicaciones/diariooficial_dgtm.html

De dichos datos se reconoce que la norma se encuentra vigente desde el año 2012 y presenta una notificación en el año 2007, con lo cual se podría estimar que la norma se modifique aproximadamente cada 5-6 años. Sin embargo, se ha de considerar que dicha modificación no está definida, por ende, puede referir a cualquier dato puntual del circular, razón por la cual se considera como un tiempo de modificación estimativo, pero no del todo relevante.

Por otro lado, se ha de considerar el documento IALA-AISM como un aparte, ya que el mismo es una norma extranjera aplicada a Chile, por lo cual puede presentar variaciones acordes a la institución extranjera a la cual pertenece. La publicación de la IALA que aplica como norma en Chile esta denominada del a forma “IALA guideline No. 1023. Para el diseño de enfilaciones. Edición 1. diciembre 2001” siendo esta la primera y única edición existente, por ende, no se tienen datos de actualizaciones de ella.

4.4.3. Sustentabilidad en base a la vida útil

Se proyecta que la estructura tenga una vida útil de 10 años, acorde a la materialidad y considerando la realización de las mantenciones correspondientes, las cuales han de ser, para el fanal, entre 6 y10 meses, y para el panel, cada un año.

4.4.4. Conclusiones generales

Se pronostica una sustentabilidad del proyecto asociada a los 5 a 10 años, ya que se considera el alto valor económico de la misma, su utilidad y el cumplimiento de la normativa vigente para los años posteriores.

4.5. EVALUACIÓN FINANCIERA

El éxito o el fracaso del proyecto dependen, en gran medida, de su grado de evaluación, es decir, de la valoración de sus riesgos, gastos, beneficios, recursos y elementos, esta investigación se denomina evaluación financiera de proyectos.

Todo proceso de evaluación implica situarse en escenarios hipotéticos. El objetivo, es poner el proyecto en dichos escenarios y, a la vez, tratar de plantear los retos que ello implicaría, para el cumplimiento de las metas iniciales. De este modo, se pueden introducir los cambios que mejoren la ejecución del mismo. Una evaluación financiera de proyectos es una investigación profunda del flujo de fondos y de los riesgos, con el objeto de determinar un eventual rendimiento de la inversión realizada en el proyecto.

4.5.1. Consideraciones económicas

Las consideraciones económicas corresponden a la valorización de la tasa de descuento, definir la moneda a utilizar y los impuestos correspondientes al proyecto tienen por fin determinar el horizonte del mismo.

4.5.1.1. Tasa de descuento

Este valor representara el retorno mínimo exigido por el inversionista a la inversión inicial del proyecto, asumido con el riesgo de renunciar a un uso alternativo de recursos, los cuales pueden ser invertidos en una mejor opción de negocio.

Para calcular la tasa de descuento se usará el método CAPM (Capital Asset Pricing Model o Modelo de valoración de activos financieros), que relaciona linealmente el riesgo del mercado con el proyecto de estudio. La Fórmula 4-2, representa el desarrollo del método CAPM.

$$Tasa\ de\ descuento\ = R_f + \beta\ (R_m - R_f) \quad \text{Fórmula 4-2}$$

Donde,

- $\boldsymbol{R_f}$ = Es la tasa libre de riesgo. En el caso de Chile se suele utilizar los valores de bonos entregados por el "Banco central", en este proyecto se utilizará un valor correspondiente a 9,4.

- $\boldsymbol{R_m}$= Es el indicador de rentabilidad del índice del mercado. El parámetro más aproximado para la estimación de la rentabilidad esperada del mercado de un país específico está determinado por el rendimiento accionario de la bolsa (En el caso de Chile IPSA IGPA). Calculado acorde a la Fórmula 4-3.

$$R_m = IGPA - IPC_{anual} \quad \text{Fórmula 4-3}$$
$$R_m = 12{,}8 - 2{,}3$$
$$R_m = 10{,}5\ \%$$

- $\boldsymbol{\beta}$ = Es el beta de la inversión (Riesgo de la industria). Para el proyecto, el coeficiente a utilizar corresponde a "Engineering/Construction", el cual tiene un valor de β = 1,27.

Con los datos establecidos y ya reconocidos, se calcula la tasa de descuento acorde a la Fórmula 4-2.

$$Tasa\ de\ descuento\ = 9{,}4 + 1{,}27\ (10{,}5 - 9{,}4)$$
$$Tasa\ de\ descuento\ = 10{,}7\%$$

4.5.1.2. Moneda

Para la evaluación del proyecto se utilizará el peso chileno ($) y la UF valorizada en 26.861,42 pesos, equivalente al día 15 de febrero del 2018. Es con dichas valorizaciones que se trabajara el flujo de caja.

4.5.1.3. Impuesto

El impuesto a considerar será acorde a la legislación vigente, tributación que se aplicara a la retan de un ejercicio anual. El impuesto de primera categoría grava las rentas de bienes raíces, prestaciones de servicios, empresas comerciales, industriales, mineras, etc.

En los años proyectados para el proyecto, se indica, en la Tabla 4-10 que dicho tributo se ha de aplicar con las siguientes tasas.

Tabla 4-10. Impuesto a la renta de primera categoría

Año tributario	Año comercial	Tasa	Circula SII
2018	2017	25,5%	N° 52, 10.10.2014
2019 y sgtes.	2018 y sgtes.	27%	N° 52, 10.10.201

Fuente: http://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/impuestos/imp_directos.htm

4.5.1.4. Horizonte del proyecto

El tiempo inicialmente proyectado en ventas será de 5 años, dadas las características que presentan el estudio tanto a la normativa IALA como a las innovaciones correspondientes. Se considera a la norma como de alta durabilidad, ya que solo lleva cuatro años de vigencia nacional.

4.5.2. Estudio de costos

Parte del estudio donde se especificarán los tipos de costos y gastos necesarios para la ejecución del proyecto. Con ello se definirán egresos, los cuales refieren a la erogación o salida de recursos financieros.

Para el proyecto simula el desembolso o salida de dinero para efectos de la realización del mismo, asociado a los pagos de costos fijos, costos variables, las inversiones realizadas y los gastos pertenecientes al proyecto.

4.5.2.1. Costos fijos

La Tabla 4-11 representa los costos fijos asumidos por la empresa, valorizados en pesos y UF (ver sección 4.5.1.2). Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa.

Tabla 4-11. Costos fijos asumidos por la empresa

Item	Valor ($)	Valor UF	5% Asumido por el proyecto ($)
Arriendo	2.500.000	93	125.000
Sueldos	11.900.000	443	595.000
Celulares	150.000	6	7.500
Internet	54.347	2	2.717
Luz	37.858	1	1.893
Agua	12.612	0	631
Guard service	69.996	3	3.500
		Total mensual ($)	736.241
		Total anual ($)	8.834.888

Fuente: Datos entregados por la empresa Saimic Ltda

A dichos costos fijos asumidos por la empresa, el proyecto solo ha de cubrir el 5% de ellos, considerado como el porcentaje de participación que asume el proyecto en el total de los egresos realizados por la empresa.

4.5.2.2. Costos variables

La Tabla 4-12 supone los costos variables asociados a la fabricación de la estructural, los cuales varían en forma proporcional, de acuerdo con el nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender".

Tabla 4-12. Costos variables asumidos por la empresa

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor unitario ($)	Valor total ($)	Valor UF
1	Cañería 14", Ac.C ASTM A-106, sch-80	1	tir	2.260.000	2.260.000	84,14
2	Perfil angulo Ac. C 50x5 mm	4	tir	11.600	46.400	1,73
3	Plancha Ac. C 5mm	7	pl	79.200	554.400	20,64
4	Perno Anclaje PONER DETALLE	4	c/u	2.000	8.000	0,30
5	Plancha aluminio anodizado blanco 380x600 mm	5	c/u	6.000	30.000	1,12
6	Plancha aluminio anodizado rojo 520x600mm	10	c/u	12.000	120.000	4,47
7	Fanal normado IALA	1	c/u	3.500.000	3.500.000	130,30
8	Poleas	8	c/u	11.000	88.000	3,28
9	Winche malacate 200 kg ligth duty 110~120V Hz	1	c/u	409.882	409.882	15,26
10	Insumos	10	%	36.308	363.080	13,52
11	Transportes internos	1	gl	200.000	200.000	7,45
12	Transporte de equipos	1	gl	620.000	620.000	23,08
13	Hospedaje	44	c/u	45.000	1.980.000	73,71
14	Alimentación	44	c/u	21.000	924.000	34,40
15	Equipo de hizaje, grua pluma	2	gl	65.000	130.000	4,84
16	Mano de obra fabricación	10	hd	50.000	500.000	18,61
17	Mano de obra montaje	2	hd	90.000	180.000	6,70
18	Zapata	1	gl	1.053.329	1.053.329	39,21
19	Mecanica de suelo	1	gl	3.100.000	3.100.000	115,41
21	Gastos generales, imprevistos	10	%	$ 160.671	$ 1.606.709	59,81
22	Utilidad	15	%	$ 160.671	$ 2.410.064	89,72
				Precio de venta	$ 20.083.864	747,68

Fuente: Datos entregados por la empresa Saimic Ltda

El ítem 21, referente a gastos generales de imprevistos, simula un monto que se utiliza de forma preventiva en caso de suponer un riesgo por fabricación asumido al momento de establecer las condiciones de emplazamiento donde se fabricara la estructura, a los desperfectos técnicos, extensión de puesta en marcha, entre otros riesgos potenciales que puedan surgir al momento de fijar dichos parámetros.

En tanto el ítem 22, al asumiendo la validez de esta medida perteneciente a la utilidad (conocida como una medida de la satisfacción y beneficio), suele considerarse que la utilidad de un bien o servicio tiene un alto nivel de subjetividad, es por ello que se ha hecho uso de la utilidad asumida por la empresa para el proyecto.

4.5.2.3. Inversión en activos fijos

Inversión refiere a la asignación de recursos reales y financieros para la realización de obras físicas del proyecto, es por ello que la Tabla 4-13 representa la inversión inicial de activos necesarios para efectuar dichas obras físicas.

Tabla 4-13. Inversiones para el proyecto

Iversión incial					
Equipos	Descripción	Valor ($)	Cantidad	Total ($)	Total UF
Computador	AIO Lenovo C365 white	688.901	4	2.755.604	102,59
Camioneta	Ranger gas xl 2.5l (jda8)	14.387.100	1	14.387.100	535,60
Telefonos celulares	Celular lanix x500 claro negro	79.990	6	479.940	17,87
Maquinarias y equipos	General	500.000	x	500.000	18,61
			Total	18.122.644	674,67

Fuente: Valorizaciones del mercado

4.5.2.4. Depreciaciones

Las depreciaciones están asociadas a los bienes físicos en los que se invirtió en un en los inicio del proyecto, dichas depreciaciones serán acorde con nueva tabla de vida útil fijada por el Servicio de Impuestos Internos para bienes físicos del activo inmovilizado, según Resolución N°43, de 26-12-2002, con vigencia a partir del 01-01-2003.

El proyecto trabaja con depreciación acelerada, como muestra la Tabla 4-14, aplicada a los activos fijos que forman parte de la inversión.

Tabla 4-14. Depreciación activos

Depreciación lineal en UF								
Equipos	Total general ($)	Total general UF	Vida util	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Computador	2.755.604	102,18	2	51	51			
Camioneta	14.387.100	533,51	2	267	267			
Telefonos celulares	479.940	17,80	3	6	6	6		
Maquinarias y equipos	500.000	18,54	5	4	4	4	4	4
			Total ($)	327	327	10	4	4

Fuente: http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm

4.5.6.5. Gastos de puesta en marcha

Punto en el cual se determinan los gastos en los que incurrirá la promoción del producto en la gestión de propaganda. La Tabla 4-15 demuestra los gastos asociados a la publicidad que se efectuara para el proyecto, considerando el conjunto de medios, técnicas y actividades que se utilizan con este fin. La difusión o divulgación de la innovación es

fundamental para atraer nuevos consumidores, por lo cual esta se trabajó acorde a incrementar el consumo del producto y mejorar la imagen de comercialización.

Tabla 4-15. Gastos asociados al proyecto

Descripción	Valor ($)	Valor UF
Vendedor operacional	200.000	7
Gastos oficina	20.000	1
Peaje y estacionamiento	60.000	2
Total mensual	280.000	10
Por 3 veces al año	840.000	31

Fuente: Datos entregados por Saimic Ltda

4.5.2.5. Capital de trabajo

El capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios para la operación normal del proyecto durante su ciclo productivo. Se utilizará el método de déficit acumulado máximo representado en la Tabla 4-16, para calcular el valor del capital de trabajo y hacer frente a las obligaciones de corto plazo, ya que en ese tiempo se deberá cumplir con los compromisos adquiridos.

Se asume el comienzo del proyecto en el mes 0 con un total de gastos mensual asumidos por la empresa, gastos asociados a la suma general de cotos variables, costos fijos y gav, generando un promedio anual de $75.753.916 millones, que mensualmente concurre en $6.312.826 millones. Dejando un déficit acumulado inicial igual a aquel valor.

Es en el mes 1, que se simula el pago inicial (simulado en cuotas) que deberá realizar el comprador de la estructura. Se realizó de esta manera para así poder, a través de dicho pagos efectuados, lograr cubrir los gastos ejecutados por la empresa en la realización del proyecto y con ello tener un respaldo en la generación de dichos pagos para con los gastos generados. En un aproximado de tres meses, el comprador terminaría de pagar la estructura. Tres meses en los que la estructura concreta su fabricación.

Tabla 4-16. Capital de trabajo

Promedio venta mensual en UF							
	mes 0	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes5	mes6
Pagos	0,00	285,49	285,49	285,49	285,49	285,49	285,49
Total gastos	-201,20	-201,20	-201,20	-201,20	-201,20	-201,20	-201,20
Pagos (UF) - Gastos (UF)	-201,20	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29
Deficit acumulado	-201,20	-116,91	-32,62	51,68	135,97	220,26	304,55

Fuente: Datos estimativos empresa Saimic Ltda

Por ende el capital de trabajo asociado al proyecto asume un valor igual al máximo déficit acumulado igual a 201,20 UF, cuyo valor equivale a la liquidez mínima requerida para hacer efectiva la ejecución del proyecto.

4.5.3. Evaluación económica

Parte del estudio donde se considerará los flujos proyectados en el estudio de mercado y estudio técnico, como también los efectos adicionales de la depreciación y estructura de financiamiento. Los indicadores económicos que se utilizarán será el VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno). La moneda a utilizar será l peso chileno ($) y una tasa de descuento igual a 10%.

El flujo de caja se estudiar en un periodo de 5 años, tiempo estimado de ventas potenciales iniciales, donde se evaluaran dos escenarios, siendo estos un flujo de caja en proyecto puro y otro financiado al 50%. La depreciación de los activos será de forma acelerada, lineal, para todos los equipos de inversión, según dicte la tabla del Servicio de Impuestos Internos.

4.5.3.1. Flujo de caja puro

Esta alternativa de financiamiento para la realización del proyecto es la más cercana a la realidad de la empresa asociada al proyecto (SAIMIC LTDA.) Ya que simula el poseer la totalidad de las inversiones necesarias sin considerar un financiamiento externo, evaluando así la rentabilidad propia del proyecto. Dada esta estructura financiera, se logra obtener el flujo de caja representado en la Tabla 4-17.

Tabla 4-17. Flujo de caja puro

Precio por unidad		745	745	745	745	745
Cantidad anual proyectada		4	6	7	7	8
	0					

Impuesto		25%	27%	27%	27%	27%
Año	0	1	2	3	4	5
(+) Ingresos		2.979	4.469	5.213	5.213	5.958
(-) Egresos (costos variables)		-2.383	-3.575	-4.171	-4.171	-4.766
(=) Margen		596	894	1.043	1.043	1.192
COSTOS FIJOS		-328	-328	-328	-328	-328
GAV		-31	-31	-31	-31	-31
COSTOS TOTALES		-2.742	-3.934	-4.530	-4.530	-5.125
(-) Depreciación		-327	-327	-10	-4	-4
(+) Valor residual						364
(-) Valor libro						
(-) Intereses largo plazo						
(-) Intereses corto plazo						
perdida de ejercicio anterior			-91	0	0	0
(=) Utilidad ante impuesto		-91	117	674	680	1.193
(-) Impuesto		0	32	182	184	322
(=) Utilidad despues impuesto		-91	85	492	496	871
perdida de ejercicio anterior			91	0	0	0
(+) Depreciación		327	327	10	4	4
(-) Amortización de creditos largo plazo						
(-) Amortización de creditos corto plazo						
(+) Valor libro						
(-) Inversiones inciales	-675					
(+/-) Capital de trabajo incial	-201					201
(-) Gastos de puesta en marcha	-31					
(-) Gastos de improvistos incial	-60					
(-) Total anual	-967	237	503	502	500	1.076
(+) Creditos largo plazo						
(+) Creditos corto plazo						
(-) Flujo neto	-967	237	503	502	500	1.076
Flujo neto actualizado	-967	215	416	377	342	668
Flujo neto acumulado	-967	-751	-335	42	383	1.051

Tasa de descuento	10%
TIR	39%
VAN	1.051,06
PRI (Años)	3

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio económico

4.5.3.2. Flujo de caja financiado

En este caso, los costos de inversión serán financiados por entidades bancarias, más específicamente por Banco Estado, en donde se solicitó un crédito a 4 años plazo por un monto de 25%, 50% y 75% de la inversión realizada.

Los costos de financiamiento corresponderán a la tasa de interés bancaria que otorgara el banco en un determinado momento. El interés a considerar para este periodo fue del 2%, amortizaciones que se desarrollaran en la Tabla 4-18, Tabla 4-20 y Tabla 4-22 a fin de presentar los resultados finales en los flujos de caja expuestos en las Tabla 4-19, Tabla 4-21 y Tabla 4-23, respectivamente.

Tabla 4-18. Amortización de crédito para flujo financiado (25%)

Prestamo al 25% por una baliza	Valor UF
Total	596
25%	149

Detalle		Año	Amortización principal	Amortización	Interes	Pago
Deuda de largo plazo	149	0	149			
N° (Años)	5	1	121	28	30	58
Tasa de interes	2%	2	88	33	24	58
		3	48	40	18	58
		4	0	48	10	58

Fuente: http://www.bancoestado.cl/imagenes/_personas/productos/creditos/credito-personal.asp

La Tabla 4-18 muestra la amortización donde se indica el valor de la cuota anual igual a 58 UF, del monto solicitado. Con lo que el flujo de caja financiado al 25%, quedaría según Tabla 4-19, representado de la siguiente manera;

Tabla 4-19. Flujo de caja financiado al 25%

Precio por unidad		745	745	745	745	745
Cantidad anual proyectada		4	6	7	7	8
Impuesto		25%	27%	27%	27%	27%
Año	0	1	2	3	4	5
(+) Ingresos		2.979	4.469	5.213	5.213	5.958
(-) Egresos (costos variables)		-2.383	-3.575	-4.171	-4.171	-4.766
(=) Margen		596	894	1.043	1.043	1.192
COSTOS FIJOS		-328	-328	-328	-328	-328
GAV		-31	-31	-31	-31	-31
COSTOS TOTALES		-2.742	-3.934	-4.530	-4.530	-5.125
(-) Depreciación		-327	-327	-10	-4	-4
(+) Valor residual						364
(-) Valor libro						
(-) Intereses largo plazo		-30	-24	-18	-10	
(-) Intereses corto plazo						
perdida de ejercicio anterior			-120	0	0	0
(=) Utilidad ante impuesto		-120	63	657	670	1.193
(-) Impuesto		0	17	177	181	322
(=) Utilidad despues impuesto		-120	46	479	489	871
perdida de ejercicio anterior			120	0	0	0
(+) Depreciación		327	327	10	4	4
(-) Amortización de creditos largo plazo		-28	-33	-40	-48	
(-) Amortización de creditos corto plazo						
(+) Valor libro						
(-) Inversiones inciales	-675					
(+/-) Capital de trabajo incial	-229					229
(-) Gastos de puesta en marcha	-31					
(-) Gastos de improvistos incial	-60					
(-) Total anual	-994	179	460	449	445	1.103
(+) Creditos largo plazo	149					
(+) Creditos corto plazo						
(-) Flujo neto	-845	179	460	449	445	1.103
Flujo neto actualizado	-845	163	380	337	304	685
Flujo neto acumulado	-845	-682	-302	36	340	1.025

Tasa de descuento	10%
TIR	40%
VAN	1.024,56
PRI (Año)	2

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio económico

Tabla 4-20. Amortización de crédito para flujo financiado (50%)

Prestamo al 50% por una baliza	Valor UF
Total	596
50%	298

Detalle		Año	Amortización principal	Amortización	Interes	Pago
Deuda de largo plazo	298	0	298			
N° (Años)	5	1	242	55	60	115
Tasa de interes	2%	2	176	67	48	115
		3	96	80	35	115
		4	0	96	19	115

Fuente: http://www.bancoestado.cl/imagenes/_personas/productos/creditos/credito-personal.asp

La Tabla 4-20 indica un valor de cuota anual o pago igual a 115 UF, del monto solicitado. Obteniendo la segunda alternativa de flujo de caja financiado representado en la Tabla 4-21.

Tabla 4-21. Flujo de caja financiado al 50%

Precio por unidad		745	745	745	745	745
Cantidad anual proyectada		4	6	7	7	8
Impuesto		25%	27%	27%	27%	27%
Año	0	1	2	3	4	5
(+) Ingresos		2.979	4.469	5.213	5.213	5.958
(-) Egresos (costos variables)		-2.383	-3.575	-4.171	-4.171	-4.766
(=) Margen		596	894	1.043	1.043	1.192
COSTOS FIJOS		-328	-328	-328	-328	-328
GAV		-31	-31	-31	-31	-31
COSTOS TOTALES		-2.742	-3.934	-4.530	-4.530	-5.125
(-) Depreciación		-327	-327	-10	-4	-4
(+) Valor residual						364
(-) Valor libro						
(-) Intereses largo plazo		-60	-48	-35	-19	
(-) Intereses corto plazo						
perdida de ejercicio anterior			-150	0	0	0
(=) Utilidad ante impuesto		-150	9	639	661	1.193
(-) Impuesto		0	2	173	178	322
(=) Utilidad despues impuesto		-150	6	466	482	871
perdida de ejercicio anterior			150	0	0	0
(+) Depreciación		327	327	10	4	4
(-) Amortización de creditos largo plazo		-55	-67	-80	-96	
(-) Amortización de creditos corto plazo						
(+) Valor libro						
(-) Inversiones inciales	-675					
(+/-) Capital de trabajo incial	-229					229
(-) Gastos de puesta en marcha	-31					
(-) Gastos de improvistos incial	-60					
(-) Total anual	-994	122	417	396	390	1.103
(+) Creditos largo plazo	298					
(+) Creditos corto plazo						
(-) Flujo neto	-696	122	417	396	390	1.103
Flujo neto actualizado	-696	111	345	298	267	685
Flujo neto acumulado	-696	-586	-241	57	324	1.009

Tasa de descuento	10%
TIR	43%
VAN	1.008,51
PRI (Año)	2

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio económico

Tabla 4-22. Amortización de crédito para flujo financiado (75%)

Prestamo al 75% por una baliza	Valor UF
Total	596
75%	447

Detalle		Año	Amortización principal	Amortización	Interes	Pago
Deuda de largo plazo	447	0	447			
N° (Años)	5	1	364	83	89	173
Tasa de interes	2%	2	264	100	73	173
		3	144	120	53	173
		4	0	144	29	173

Fuente: http://www.bancoestado.cl/imagenes/_personas/productos/creditos/credito-personal.asp

La Tabla 4-22 ha de indicar un valor de cuota anual o pago igual a 173 UF, del monto solicitado. Obteniendo la última alternativa de flujo de caja financiado representado según Tabla 4-23.

Tabla 4-23. Flujo de caja financiado al 75%

Precio por unidad		745	745	745	745	745
Cantidad anual proyectada		4	6	7	7	8

Impuesto		25%	27%	27%	27%	27%
Año	0	1	2	3	4	5
(+) Ingresos		2.979	4.469	5.213	5.213	5.958
(-) Egresos (costos variables)		-2.383	-3.575	-4.171	-4.171	-4.766
(=) Margen		596	894	1.043	1.043	1.192
COSTOS FIJOS		-328	-328	-328	-328	-328
GAV		-31	-31	-31	-31	-31
COSTOS TOTALES		-2.742	-3.934	-4.530	-4.530	-5.125
(-) Depreciación		-327	-327	-10	-4	-4
(+) Valor residual						364
(-) Valor libro						
(-) Intereses largo plazo		-89	-73	-53	-29	
(-) Intereses corto plazo						
perdida de ejercicio anterior			-180	-45	0	0
(=) Utilidad ante impuesto		-180	-45	576	651	1.193
(-) Impuesto		0	0	156	176	322
(=) Utilidad despues impuesto		-180	-45	421	475	871
perdida de ejercicio anterior			180	45	0	0
(+) Depreciación		327	327	10	4	4
(-) Amortización de creditos largo plazo		-83	-100	-120	-144	
(-) Amortización de creditos corto plazo						
(+) Valor libro						
(-) Inversiones inciales	-675					
(+/-) Capital de trabajo incial	-229					229
(-) Gastos de puesta en marcha	-31					
(-) Gastos de improvistos incial	-60					
(-) Total anual	-994	64	362	356	335	1.103
(+) Creditos largo plazo	447					
(+) Creditos corto plazo						
(-) Flujo neto	-547	64	362	356	335	1.103
Flujo neto actualizado	-547	58	299	267	229	685
Flujo neto acumulado	-547	-489	-190	78	307	992

Tasa de descuento	10%
TIR	48%
VAN	991,54
PRI (Año)	2

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio económico

Todas las opciones de financiamiento arrojaran una buena rentabilidad, cumplimiento con las expectativas esperadas. Sobresaliendo la alternativa que correspondería al financiamiento de un 25%.

4.5.4. Analisis de los indicadores económicos

Todo proyecto empresarial debe analizarse de acuerdo a su viabilidad y rentabilidad. Dos herramientas útiles para evaluar la rentabilidad de un proyecto empresarial son el VAN y la TIR.

Para efectos de analizar la rentabilidad de los flujos de caja expuestos, se comenzara por identificar que significan dichos factores decisivos.

- Valor Actual Neto (VAN)

VAN identifica la rentabilidad real dentro de los años proyectados para el proyecto. Se considera que al ser mayor que 0, el proyecto es viable. Para ello se hace uso de la Fórmula 4-4.

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t} \qquad \text{Fórmula 4-4}$$

Dicha relación entre los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendra el proyecto, luego de descontar la inversión incial, dará como resultado si el proyecto genera algún tipo de ganancia. En el VAN hay tres componentes básicos;

- Inversión incial, I_o
- Flujos futuros, F_t
- Tasa de retorno o descuento, r

4.5.4.1. Indicadores economicos para el flujo de caja puro

VAN dependerá de la tasa de descuento calculada, la cual corresponde al 10%, y al flujo neto entregado por el proyecto, dichos valores corresponden a los expuestos en la Tabla 4-24.

Tabla 4-24. Flujo neto del efectivo proyectado – Flujo de caja puro

Flujo neto de efectivo proyectado	Año					
	0	1	2	3	4	5
	-967	237	503	502	500	1.076
	Inversion	Proyecciones				

Fuente: Elaboración propia, estudio flujo de caja

Con lo que la Fórmula 4-13 quedaría de la forma,

$$VAN = -967 + \sum\left(\left(\frac{237}{(1+0{,}1)^1}\right) + \left(\frac{503}{(1+0{,}1)^2}\right) + \left(\frac{502}{(1+0{,}1)^3}\right) + \left(\frac{500}{(1+0{,}1)^4}\right) + \left(\frac{1076}{(1+0{,}1)^5}\right)\right)$$

Entregando un valor de VAN igual a 1.051,06 UF, siendo este valor el de la rentabilidad dentro de los 5 años de estudio.

4.5.4.2. <u>Indicadores economicos para el flujo de caja financiado</u>

VAN, al igual que el ejercicio anterior, considera una tasa de descuento igual al 10%, y al flujo neto entregado por el proyecto, considerando las pérdidas iniciales del préstamo y dejando un flujo de caja neto igual a los valores expuestos en la Tabla 4-25.

Tabla 4-25. Flujo neto del efectivo proyectado – Flujo de caja financiado

Flujo neto de efectivo proyectado	Año					
	0	1	2	3	4	5
	-845	179	460	449	445	1.103
	Inversion	Proyecciones				

Fuente: Elaboración propia, estudio flujo de caja

Con lo que la Fórmula 4-13 quedaría de la forma,

$$VAN = -845 + \sum\left(\left(\frac{179}{(1+0{,}1)^1}\right) + \left(\frac{460}{(1+0{,}1)^2}\right) + \left(\frac{449}{(1+0{,}1)^3}\right) + \left(\frac{445}{(1+0{,}1)^4}\right) + \left(\frac{1103}{(1+0{,}1)^5}\right)\right)$$

Entregando un valor de VAN igual a 1.103,56 UF, siendo este valor el de la rentabilidad dentro de los 5 años de estudio.

4.5.4.3. Análisis de sensibilidad

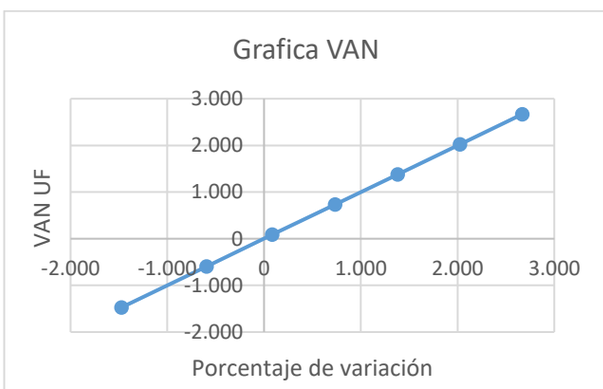
Un análisis de sensibilidad es aquel en el que se evalúa cómo el cambio en una variable genera un impacto sobre un punto específico de interés, variaciones de rentabilidad que se verán reflejadas en los valores VAN, siendo muy útil en la evaluación de alternativas para la toma de decisiones en el proyecto.

Es una forma para determinar claramente en qué medida los errores de estimación y/o variación de los parámetros críticos del proyecto afectará la rentabilidad final del mismo.

Para la sensibilidad serán consideradas dos variables, precio y costo más sensible, para este último se evalúa la variación del estudio "mecánica de suelo", ya que ha de ser uno de los costos más altos y con mayor variación presente en el proyecto, ya que, dicho estudio depende del emplazamiento del proyecto, vale decir, si la estructura se construye sobre terreno estable (dentro del terminal marítimo) al anclaje a suelo ha de ser muy distinto al caso de encontrarse el mismo en una zona de playa (arenilla) o tierra inestable.

- Precio

A continuación, se expone el Gráfico 4-6, la cual detalla las variaciones VAN al modificar porcentualmente el precio de venta para el proyecto puro. Las modificaciones porcentuales fueron consideradas de 5 en 5.



Fuente: Elaboración propia, estudio flujo de caja

Gráfico 4-6. Sensibilidad en precio

Los valores considerados se expresan en la Tabla 4-26, la cual se evaluó dentro del rango 15% y -15%, ya que en el valor -10% el VAN se volvería negativo, lo que simula que la variación expuesta entre el -5% y -10% el VAN se haría cero.

Tabla 4-26. Sensibilidad en precio

PRECIO	% De modificación	VAN
856	15%	2.670
819	10%	2.026
782	5%	1.382
745	0%	737
708	-5%	87
670	-10%	-593
633	-15%	-1.472

Fuente: Elaboración propia, estudio sensibilidad

Se considera que el VAN del proyecto varía proporcionalmente a los cambios generados, es decir, se vuelve sensible al precio.

- Mecánica de suelo

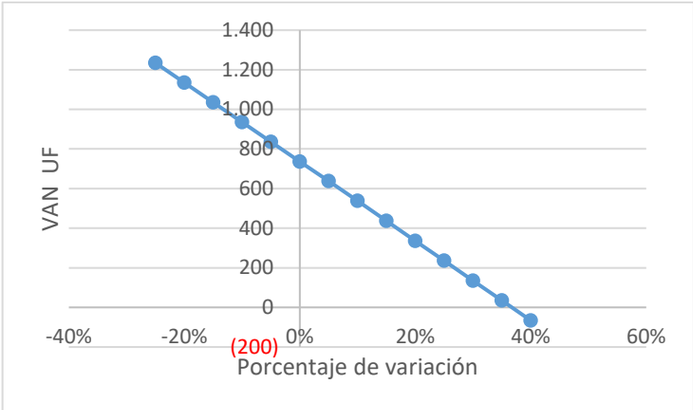
En la Tabla 4-27, se expone las variaciones VAN al modificar porcentualmente el costo que tendría la mecánica de suelo de venta para el proyecto puro. Las modificaciones porcentuales fueron consideradas de 5 en 5.

Tabla 4-27. Sensibilidad en costo

COSTO	% De variación	VAN
642	40%	-66
636	35%	34
630	30%	135
625	25%	236
619	20%	337
613	15%	437
607	10%	538
602	5%	638
596	0%	737
590	-5%	837
584	-10%	936
579	-15%	1.036
573	-20%	1.135
567	-25%	1.235

Fuente: Elaboración propia, estudio sensibilidad

Las variaciones VAN, se exponen en el Gráfico 4-7, el cual representa gráficamente lo desarrollado en la Tabla 4-27.



Fuente: Elaboración propia, estudio sensibilidad

Gráfico 4-7. Sensibilidad en costo

Para este caso, las variaciones en costo debieron ser más altas llegando a un 40%, para así poder identificar en qué punto el VAN se vuelve negativo y en qué punto se vuelve cero, estos valores simulan que al generarse el caso que la mecánica de suelo sea más económica, el VAN será mucho más atractivo, pero, al ser este mismo factor de más alto valor, simula valores VAN más bajos, pero en casos extremos, ya que hubo que aumentar el costos de la mecánica de suelo en un 40% para que este consiguiera generar un VAN negativo. Y así volver al proyecto no rentable.

Por ende se concluye que el VAN y la rentabilidad del proyecto es relativamente sensible a este factor.

4.5.2. Variables críticas del proyecto y posibilidades de optimización

La actividad operativa proyectada en el primer flujo de caja puro demuestra la realidad parcial de la empresa, aplicando la gestión utilizada por la misma en la generación de efectivo proveniente del ciclo de operación (compras, abastecimiento, producción, entregas, venta y cobranza), simula que la empresa trabaja de manera óptima y está obteniendo sus recursos de su misma operación, no basándose en deudas y apalancamientos. Sin embargo, la simulación en ventas, al ser tan alta, no presenta un flujo de caja muy atractivo, ya que las ganancias no son ampliamente altas, estos tiene dos causales, uno de ellas, la más importante, es que un proyecto de balizamiento es un sub proyecto de un proyecto general, vale decir, es parte de un proyecto más grande. Los cuales, en ingresos, abastecen gran parte del funcionamiento de la empresa. La otra causal deriva en la propuesta planteada, de modo de asumir la misma como de alto costo, por ende una posibilidad de optimización sería generar menores costes de fabricación, ya sean en disminuir costos estructurales como operacionales.

Una de las variables criticas de dicha propuesta es la de enfrentar las inversiones iniciales requeridas por el proyecto, pero es la misma la que al segundo año se recupera, sin obviar el hecho de que anualmente se generan ganancias limitadas o relativamente bajas, no se anula así el hecho de que se recupera dicha inversión. Se considera un VAN bajo pero positivo, razón de que la brecha entre egresos e ingresos es bastante pequeña, se asume que su valor podría mejorar de manejar con mayor eficiencia los gastos generados por el proyecto.

Se intenta de cierta manera, lograr mejores resultados en los indicadores económicos al simular flujos de caja financiados, pero, el más tentativo de ellos, siendo el de un 25%, es el que presenta un VAN y un TIR no mucho más atractivo que el flujo puro. Considerando que la deuda del préstamo en si es baja, genera, al igual que el flujo de caja puro, que las ganancias futuras se vean afectadas en los primeros dos años, generando un flujo de efectivo neto en el cual se recuperara la inversión generada al segundo año, y como el horizonte del proyecto es de cinco años, no logra, parcialmente ser una propuesta mucho más atractiva, sin embargo, se asume que de darle más horizonte al proyecto, esta alternativa lograría ser mucho más conveniente.

4.5.5. Análisis y conclusiones

Al definir, para el flujo de caja, un mercado constante en crecimiento para los próximos 5 años, se asume un futuro positivo, considerando que la información aplicada fue resuelta de la forma más real posible, sin embargo, sigue basada en supuestos.

El flujo de caja puro propone recuperar la inversión al segundo año aproximadamente, razón por la cual, al ser un proyecto de riesgo importante por la inversión realizada, ha de ser óptimo.

La tendencia de crecimiento asociada al comportamiento pasado, tanto de los terminales marítimos, como en el crecimiento de las balizas, proyecta un futuro sustentable para el proyecto. Por ende el flujo de caja financiado ha de ser, al considerar un horizonte más amplio para el proyecto, la alternativa más óptima de acoger al momento de realizar el proyecto.

CONCUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto, de forma global, está destinado a generar un impacto positivo en la infraestructura portuaria, terminales nacionales a los cuales el proyecto promueve generar dicho impacto en base a los requerimientos asociados a dicho mercado, siendo estos de mejoras sustanciales asociadas con los problemas de mantención y el cumplimiento de las normativas vigentes.

La gestión de mejoras se genera en primera instancia, con la aplicación de la norma IALA, la cual rige en Chile desde el año 2013, año en el cual se vio en aumento el porcentaje de balizas fabricadas, omitiendo que aun así el 80% del balizamiento nacional no contaba con norma a la fecha.

Por otra parte, la misma se generó en la innovación tecnológica aplicada a la estructura para la realización de las mantenciones correspondientes, actividad establecida como altamente riesgosa de realiza en las estructuras comercializadas a la fecha. Es por ello, que para reducir los riesgos se hizo uso de la metodología TRIZ, proponiendo un impacto positivo en la disminución de riesgos asociados a dichas mantenciones.

La principal ventaja estratégica propuesta residirá en que el proyecto brinda la capacidad de reproducir mantenciones seguras al no poner el riesgo la vida del personal a cargo de las mismas, de modo que se bajara el panel a una altura conveniente para realizar la mantención del mismo en una zona segura y no así izar a la persona a una altura de 12 metros a realizar dicho procedimiento.

Punto que va de la mano con la estrategia de comercialización, ya que el costo asociado a la venta de la estructura realizada en el proyecto no varía de forma significativa con respecto al costo que tiene el fabricar una baliza insegura (balizas comercializadas actualmente).

En términos económicos, el análisis de sensibilidad generado por los indicadores VAN y TIR, a pesar de requerir de una extensa recopilación de información, manejo y análisis de la misma, ofrece resultados simples y de fácil interpretación. Dichos valores entregados por estos indicadores financieros, dan por un lado, un VAN positivo, lo cual indica que el proyecto es viable y una TIR que es capaz de ofrecer una tasa de retorno lejana, dando un margen amplio entre la tasa de descuento utilizada y la tasa máxima de riesgo en la que el VAN se hace cero.

Con el proyecto puro, es decir sin financiamiento, se obtendrá un VAN de 1.051,06 UF y una TIR de 39%, lo cual arroja una rentabilidad positiva, utilidad que al rededor del inicio del segundo año genera ganancias que son capaces de recuperar la inversión inicial. Sin embargo, se debe considerar el comportamiento a largo plazo del flujo de caja financiado, ya que el mismo en los primeros años no presenta ganancias

atractivas, pero, es a partir del quinto año que las ganancias aumentan favorablemente en consideración con el flujo de caja puro.

Sin embargo, en ambos casos, se estima, tanto en la tendencia de crecimiento futuro del mercado como en la venta de balizas proyectas, que el proyecto es rentable y tiene un nicho en el cual establecerse. Invertir en el proyecto genera utilidades asociadas al rubro o sector sobre el cual se gesta el mismo, ya que, al ser la inversión tan alta se delimita a esta misma en un rubro de altos costos y altas ganancias.

BIBLIOGRAFÍA

- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. Infraestructura portuaria y costera chile 2020.(Consulta: marzo 2018) (En línea) Disponible en: < http://www.dop.cl/acercadeladireccion/>

- Cámara Marítima Portuaria CAMPORT. Disponible en: http://www.camport.cl/sitio/mapa-portuario-2/

- DIRECTEMAR. Boletín Estadístico Marítimo Armada de Chile. (Consulta: julio 2018) (Caducada) Disponible en: <http://web.directemar.cl/estadisticas/maritimo/2016/BEAM2016.pdf>

- SEP Chile. Sistema de empresas del Ministerio de Economía, Defensa y Turismo. (Consulta: julio 2018) (En línea) Disponible en: <http://www.sepchile.cl/empresas-sep/portuario/?no_cache=1>

- DIRECTEMAR. Reglamento general de orden, seguridad y disciplina en las naves y litoral de la república en su artículo Nº 5; los artículos Nº 7 y 8. (Consulta: julio 2018) (En línea) Disponible en: < https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/20170126/asocfile/20170126122607/tm_013__2012.pdf>

- ARMADA DE CHILE. Reglamento de practicaje y pilotaje. (Consulta: julio 2018) (En línea) Disponible en: <http://transparencia-armada.cl/transparencia_activa/publicaciones/pdf/actosdiariooficial/ResolucionFijaAreadeDesmbarcodePracticos.pdf>

- LEY CHILE. Ley orgánica de la dirección general del territorio marítimo y de marina mercante. (Consulta: julio 2018) (En línea) Disponible en: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5333&r=1>

ANEXOS

ANEXO A: FLUCTUACIÓN DE TERMINALES MARÍTIMOS Y BALIZAMIENTO DE ENFILACIÓN DEL AÑO 2011 AL 2016

Año 2011

Infraestructura e instalaciones portuarias por autoridad marítima 2011		
Autoridad Marítima	**Estatal**	**Privado**
Arica	1	1
Iquique	1	2
Patache		4
Antofagasta	1	2
Mejillones		10
Tocopilla		2
Caldera		3
Huasco		3
Coquimbo	2	2
Tongoy	1	
Los vilos		1
Valparaiso	1	
Quintero		8
San Antonio	1	
Algarrobo		
Talcahuano	1	
Lirquen		3
San vicente	1	4
Coronel		6
Corral		1
Puerto montt	1	3
Calbuco		2
Castro	1	
Chacabuco	1	1
Punta arenas	2	5
Punta delgada		1
Tierra del fuego		1
Puerto eden		1
Puerto Williams	1	
Total	16	66

Terminales marítimos, petroleros y gaseros por puerto 2011	
Autoridad Marítima	**Privado**
Arica	2
Iquique	2
Patache	1
Antofagasta	1
Mejillones	5
Tocopilla	1
Caldera	1
Huasco	2
Chañaral	2
Isla de Pascua	1
Coquimbo	1
Quintero	12
San Vicente	3
Coronel	1
Total	35

2011	Baliza enfilación luminoza	Baliza enfilación ciega
Arica	-	-
Iquique	-	-
Antofagasta	2	-
Caldera	-	-
Hanga Roa	2	-
Coquimbo	-	-
Valparaíso	10	-
San Antonio	2	-
Talcahuano	8	-
Valdivia	-	-
Pto. Montt	4	-
Castro	4	-
Aysén	6	-
Punta Arenas	6	23
Pto. Williams	4	5
Antártica	-	-
Total	48	28

Año 2012

Infraestructura e instalaciones portuarias por autoridad marítima 2012		
Autoridad Marítima	**Estatal**	**Privado**
Arica	1	2
Iquique	1	2
Patache		4
Antofagasta	1	2
mejillones		10
Tocopilla		2
Caldera		4
Huasco		3
Chañaral		2
Coquimbo	1	2
Los vilos		1
Valparaiso	1	
Quintero		8
Quintero		8
San Antonio	1	
Talcahuano	1	
Lirquen		2
San vicente	1	4
Coronel		7
Corral		1
Puerto montt	1	5
Calbuco		2
Castro	1	
Chacabuco	1	1
Punta arenas	2	4
Punta delgada		1
Tierra del fuego		1
Puerto eden		1
Total	13	71

Terminales marítimos, petroleros y gaseros por puerto 2012	
Autoridad Marítima	**Privado**
Arica	2
Patache	1
Iquique	2
Tocopilla	1
mejillones	5
Antofagasta	1
Chañaral	2
Caldera	1
Huasco	2
Isla de Pascua	1
Coquimbo	1
Quintero	12
San Vicente	5
Coronel	1
Calbuco	1
Chacabuco	1
Punta arenas	2
Total	41

2012	Baliza enfilación luminoza	Baliza enfilación ciega
Arica	-	-
Iquique	-	-
Antofagasta	17	-
Caldera	4	-
Hanga Roa	-	-
Coquimbo	2	-
Valparaíso	4	-
San Antonio	6	-
Talcahuano	14	-
Valdivia	-	-
Pto. Montt	4	-
Castro	4	-
Aysén	5	-
Punta Arenas	6	23
Pto. Williams	4	5
Antártica	-	-
Total	70	28

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Año 2013

Infraestructura e instalaciones portuarias por autoridad marítima 2013		
Autoridad Marítima	**Estatal**	**Privado**
Arica	1	2
Iquique	1	2
Patache		4
Antofagasta	1	2
mejillones		10
Tocopilla		2
Caldera		4
Huasco		3
Chañaral		2
Coquimbo	1	2
Los vilos		1
Valparaiso	1	
Quintero		9
San Antonio	1	
Talcahuano	1	
Lirquen		2
San vicente	1	4
Coronel		7
Corral		1
Puerto montt	1	5
Calbuco		2
Castro	1	
Quellon		2
Chacabuco	1	1
Punta arenas	1	5
Punta delgada		1
Tierra del fuego		1
Puerto eden		1
Total	12	75

Terminales marítimos, petroleros y gaseros por puerto 2013	
Autoridad Marítima	**Privado**
Arica	2
Patache	1
Iquique	2
Tocopilla	1
mejillones	7
Antofagasta	1
Chañaral	2
Caldera	1
Huasco	2
Isla de Pascua	1
Coquimbo	1
Quintero	11
San Vicente	3
Coronel	1
Calbuco	1
Chacabuco	1
Punta arenas	2
Punta delgada	1
Total	41

2013	Baliza enfilación luminoza	Baliza enfilación ciega
Arica	-	-
Iquique	-	-
Antofagasta	18	-
Caldera	15	-
Hanga Roa	2	-
Coquimbo	2	-
Valparaíso	4	-
San Antonio	10	-
Talcahuano	16	-
Valdivia	-	2
Pto. Montt	4	-
Castro	4	-
Aysén	6	-
Punta Arenas	6	23
Pto. Williams	4	5
Antártica	-	-
Total	91	30

Año 2014

Infraestructura e instalaciones portuarias por autoridad marítima 2014		
Autoridad Marítima	**Estatal**	**Privado**
Arica	1	2
Iquique	1	2
Patache		4
Antofagasta	1	2
mejillones		10
Tocopilla		2
Caldera		4
Huasco		3
Chañaral		2
Coquimbo	1	2
Los vilos		1
Valparaiso	1	
Quintero		9
Hanga roa		1
San Antonio	1	4
Talcahuano	1	
Lirquen		2
Penco		1
San vicente	1	4
Coronel		5
Valdivia		1
Corral		1
Puerto montt	1	7
Calbuco		2
Chacabuco	2	1
Punta arenas	1	2
Punta delgada		1
Tierra del fuego		1
Puerto eden		1
Total	12	77

Terminales marítimos, petroleros y gaseros por puerto 2014	
Autoridad Marítima	**Privado**
Arica	2
Iquique	2
Tocopilla	1
mejillones	7
Antofagasta	1
Chañaral	2
Caldera	1
Huasco	2
Isla de Pascua	1
Coquimbo	1
Quintero	11
San Vicente	3
Coronel	1
Calbuco	1
Chacabuco	1
Punta arenas	2
Punta delgada	1
Total	40

2014	Baliza enfilación luminoza	Baliza enfilación ciega
Arica	-	-
Iquique	2	-
Antofagasta	19	-
Caldera	13	-
Hanga Roa	2	-
Coquimbo	11	-
Valparaíso	15	-
San Antonio	10	-
Talcahuano	16	-
Valdivia	-	2
Pto. Montt	4	-
Castro	4	2
Aysén	6	-
Punta Arenas	10	25
Pto. Williams	4	5
Antártica	-	-
Total	116	34

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

Año 2015

Infraestructura e instalaciones portuarias por autoridad marítima 2015		
Autoridad Marítima	**Estatal**	**Privado**
Arica	1	2
Iquique	1	2
Patache		4
Antofagasta	1	2
mejillones		10
Tocopilla		2
Caldera		4
Huasco		3
Chañaral		2
Coquimbo	1	2
Los vilos		1
Valparaiso	1	
Quintero		9
Hanga roa		1
San Antonio	1	4
Talcahuano	1	
Lirquen		2
San vicente		4
Coronel		6
Valdivia		1
Corral		1
Puerto montt	1	7
Calbuco		2
Chacabuco	1	1
Punta arenas	4	3
Puerto natales	1	
Punta delgada		1
Tierra del fuego		1
Puerto eden		1
Total	14	78

Terminales marítimos, petroleros y gaseros por puerto 2015	
Autoridad Marítima	**Privado**
Arica	2
Iquique	2
Tocopilla	1
mejillones	7
Antofagasta	1
Chañaral	2
Caldera	1
Huasco	2
Isla de Pascua	1
Coquimbo	1
Quintero	11
San Vicente	3
Coronel	1
Calbuco	1
Chacabuco	1
Punta arenas	2
Punta delgada	1
Total	40

2015	Baliza enfilación luminoza	Baliza enfilación ciega
Arica	-	-
Iquique	10	-
Antofagasta	45	-
Caldera	24	-
Hanga Roa	2	6
Coquimbo	16	-
Valparaíso	32	-
San Antonio	10	-
Talcahuano	60	-
Valdivia	-	2
Pto. Montt	10	4
Castro	4	2
Aysén	15	-
Punta Arenas	34	26
Pto. Williams	4	6
Antártica	-	-
Total	266	46

Año 2016

Infraestructura e instalaciones portuarias por autoridad marítima 2016		
Autoridad Marítima	**Estatal**	**Privado**
Arica	1	2
Iquique	1	2
Patache		4
Antofagasta	1	2
mejillones		10
Tocopilla		2
Caldera		4
Huasco		3
Chañaral		2
Coquimbo	1	2
Los vilos		1
Valparaiso	1	
Quintero		9
Hanga roa		1
San Antonio	1	4
Talcahuano	1	
Lirquen		2
San vicente		4
Coronel		6
Valdivia		1
Corral		1
Puerto montt	1	7
Calbuco		2
Castro		4
Chacabuco	1	1
Punta arenas	4	3
Puerto natales	1	
Punta delgada		1
Tierra del fuego		1
Puerto eden		1
Total	14	78

Terminales marítimos, petroleros y gaseros por puerto 2016	
Autoridad Marítima	**Privado**
Arica	2
Iquique	2
Tocopilla	1
mejillones	7
Antofagasta	1
Chañaral	2
Caldera	1
Huasco	2
Isla de Pascua	1
Coquimbo	1
Quintero	11
San Vicente	3
Coronel	1
Calbuco	1
Chacabuco	2
Punta arenas	3
Punta delgada	1
Puerto Williams	
Cabo negro	1
Total	43

2016	Baliza enfilación luminoza	Baliza enfilación ciega
Arica	-	-
Iquique	10	11
Antofagasta	45	-
Caldera	24	6
Hanga Roa	16	-
Coquimbo	2	6
Valparaíso	32	-
San Antonio	10	2
Talcahuano	63	-
Valdivia	-	2
Pto. Montt	12	4
Castro	4	2
Aysén	11	-
Punta Arenas	32	26
Pto. Williams	4	8
Antártica	-	-
Total	265	67

Fuente: www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas

ANEXO B: BALIZAMIENTO MARÍTIMO INSCRITO EN DIRECTEMAR

AUTORIDAD MARÍTIMA	PRIVADO -PRIVADO		PRIVADOS -PÚBLICO		PUBLICO -PÚBLICO	
	Tipo	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**
ARICA	Off Shore Oil – Quiane Copec		Terminal Puerto De Arica S.A.	2 Balizas 2009	Empresa Portuaria Arica (Epa).	
	Off Shore Oil – Sica	4 Balizas 2012				
IQUIQUE	Off Shore Petrobras	5 Balizas 1969-74	Iquique Terminal Internacional S.A. Puerto Iquique		Empresa Portuaria Iquique (Epi)	
	Off Shore Copec					
	Terminal Tmp (Ex Endesa)					
PATILLOS	Caleta Patillos	6 Balizas 1999				
PATACHE	Terminal Collahuasi					
TOCOPILLA	Ellectroandina Ctt	4 Balizas 2007				
	Off Shore Anglo					
	Sit Terminal	13 Balizas 2007				
MICHILLA	Off Shore Terminal Michilla					
ANGAMOS			Puerto De Angamos	6 Balizas 2002		
MEJILLONES	Puerto Mejillones		Puerto Mejillones			
	Off Shore Oxiquim (Petroleo)	10 Balizas 2010				
	Off Shore Eanex (Petrolero)	2 Balizas 2013				
	Gnl Mejillones	1 Baliza				
	Off Shore Terminal Minera Esperanza					
	Off Shore Terminal Mejillones					
	Off Shore Terquim					
	Tgn Mejillones	2 Balizas 2010				

Fuente: Directemar, Camport .y Sep Chile

AUTORIDAD MARÍTIMA	PRIVADO -PRIVADO		PRIVADOS -PÚBLICO		PÚBLICO -PÚBLICO	
	Tipo	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**
ANTOFAGASTA	Off Shore Enex (Ex Comap)					
			Antofagasta Terminal Internacional S.A.		Empresa Portuaria Antofagasta	2 Balizas 2014
	Off Shore Enex (Ex Comap)					
					Empresa Portuaria Antofagasta	2 Balizas 2014
CALETA COSO	Terminal Coloso (Minera)	4 Balizas 2004				
CHAÑARAL BARQUITO	Puerto De Barquito Chañaral – Codelco Oil (Minero)	4 Balizas 2004				
	Caleta Barquito					
CALDERA	Terminal Candelaria "Punta Toralillo"	4 Balizas 2007	Puerto Caldera S.A. Muelle Punta Caleta	4 Balizas 2008		
	Punta Caleta					
	Caldera Muelle Comercial					
	Off Shore Terminal "Rocas Negras" Copec	4 Balizas 2006				
HUASCO	Las Losas (Minero)	2 Balizas 2009				
	Terminal Guacolda I (Puerto Huasco)	5 Balizas 2009				
	Terminal Guacolda Ll					
COQUIMBO			Terminal Puerto Coquimbo S.A. (Tpc, Subsidiaria De Ultramar)		Empresa Portuaria Puerto De Coquimbo (Epco)	
GUAYACÁN	Terminal Guayacán					
	Terminal Off Shore Copec	3 Balizas 2017				
LOS VILOS	Terminal Punta Chungo (Los Pelambres)	4 Balizas 1992				

Fuente: Directemar, Camport .y Sep Chile

AUTORIDAD MARÍTIMA	PRIVADO -PRIVADO		PRIVADOS -PÚBLICO		PÚBLICO -PÚBLICO	
	Tipo	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**
QUINTERO	Terminal Monobuoy		Terminal Oxiquim - Gasmar			
	Terminal L.P.G.					
	Terminal El Bato					
	Terminal Lng					
	Asimar					
	Terminal Multibuoy					
VENTANAS	Puerto De Ventanas		Puerto De Ventanas			
HANGA ROA			Puerto Hanga Roa	2 Balizas 1967		
VALPARAÍSO			Terminal Cerros De Valparaíso S.A.		Empresa Portuaria Valparaíso (Epv)	
			Terminal Pacífico Sur Valparaíso S.A.			
SAN ANTONIO	Qc Terminales Chile (Ex Vopak)		Puerto Central	10 Balizas 92-2004	Empresa Portuaria EPSA	
			San Antonio Terminal Internacional S.A.		Empresa Portuaria Juan Valdez	2 Balizas 2009
			Puerto Panul			
LIRQUÉN			Puerto Lirquén S.A.	2 Balizas 2010		
PENCO			Muelle De Penco			
TALCAHUANO	Off Shore Terminal – Petroquina		Talcahuano Terminal Portuario (Ttp) S.A.	2 Balizas 2015	Molo 500 Empresa Portuaria San Vicente	
SAN VICENTE	Multibuoy Terminal (Enap Refinerías Bío S.A.)	6 Balizas 2011	San Vicente Terminal Internacional			
	Terminal Abastible – Lenga	3 Balizas 2008	Muelle Cap			
CORONEL	Terminal Coronel – Muelle Chollín		Terminal Coronel - Muelle Jureles			
			Terminal Coronel - Muelle Puchoco			

Fuente: Directemar, Camport .y Sep Chile

AUTORIDAD MARÍTIMA	PRIVADO -PRIVADO		PRIVADOS -PÚBLICO		PÚBLICO -PÚBLICO	
	Tipo	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**	**Tipo**	**Balizas**
			Puerto Coronel	7 Balizas 2004		
	Off Shore Escuadrón – Oxiquim (Petrolero)	3 Balizas 2011				
CORRAL			Puerto De Corral			
PUERTO MONTT	Oxxean (Puerto Punta Caullahuapi S.A.)	7 Balizas 2013	Muelle Turístico	7 Balizas 2006	Empresa Portuaria Puerto Montt (Empormontt)	3 Balizas 2012
CALBUCO			Terminal Calbuco – Cabo Forward			
			Puerto Coronel	7 Balizas 2004		
CASTRO			P. Chonchi P. Achao P. Castro P.Quellon	1B 2000 2B 2007 2B 2015 4B 2008		
CHACABUCO	Off Shore Copec	7 Balizas 2006			Empresa Portuaria Chacabuco (Epcha)	
	Off Shore Comaco				Empresa Portuaria Chacabuco	5 Balizas 2006
	Off Shore Enap					
ISLA GUARELLO	Terminal Guarello					
AYSEN			Puerto Cisne (Term. Raul Balmaceda) P. Aguirre P. Baker Y Melinka	(11Balizas 2014-2016) (2Balizas) (6Balizas 2013)		
PUERTO NATALES			Terminal Puerto Natales Muelle Skorpios	1B 2015 3B 2012		
CABO NEGRO	Terminal Cabo Negro L Y Ll	17 Balizas 2009				
PUNTA ARENAS	Terminal Pecket Coal Terminal Otway	4 Balizas 2015	Terminal José De Los Santos Mardones	3 Balizas 2015	Terminal Asmar	
	Terminal Gregorio	2 Balizas 2015			Empresa Portuaria Austral (Epa)	
PUERTO WILLIAMS					Puerto Williams	3B 2012–2016

Fuente: Directemar, Camport .y Sep Chile

ANEXO C: MATRIZ DE CONTRADICCIONES TRIZ

Una de las primeras herramientas desarrolladas por G. Altshuller es la matriz de contradicciones. Esta matriz tiene 39 filas por 39 columnas. Filas y columnas se corresponden con una lista de 39 posibles características del sistema. En las filas se selecciona la primera característica del sistema que se quiere mejorar, mientras que en las columnas se selecciona la segunda característica del sistema que se deteriora en consecuencia, ya que existe una contradicción entre ambas. En la casilla correspondiente a la fila y la columna seleccionadas se encuentra una recomendación de cuáles son los principios inventivos que convendría utilizar para resolver la contradicción, entresacados de la lista de los llamados 40 principios inventivos.