**Tabla 3: Distribución de Altura y Dirección de Oleaje Peak-Largo Periodo Patillo Invierno.**

| Altura | Dirección (°) | | | | | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hs (m) | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Nº Datos | % Ocurrencia |
| 0.04-0.06 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 | 20 | 7.87% |
| 0.06-0.08 | 17 | 14 | 18 | 8 | 18 | 27 | 11 | 14 | 127 | 50.00% |
| 0.08-0.1 | 8 | 10 | 8 | 2 | 9 | 11 | 16 | 9 | 73 | 28.74% |
| 0.1-0.12 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 4 | 24 | 9.45% |
| 0.12-0.14 | 1 | 2 | | | 5 | 1 | | | 9 | 3.54% |
| 0.14-0.16 | | | | 1 | | | | | 1 | 0.39% |
| Nº Datos | 27 | 30 | 33 | 15 | 38 | 47 | 32 | 32 | **254** | |
| % Ocurrencia | 10.63% | 11.81% | 12.99% | 5.91% | 14.96% | 18.50% | 12.60% | 12.60% | | **100.00%** |
| | | | | | | | | | **254** | **100.00%** |

| Estadística | Dirección (°) | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Básica | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | (m) |
| Hs. Max | 0.12 | 0.13 | 0.10 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | **0.14** |
| Hs. Med | 0.07 | 0.08 | 0.10 | 0.14 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | **0.07** |
| Desvt St | 0.01 | 0.02 | 0.10 | 0.14 | 0.13 | 0.02 | 0.01 | 57.94 | **0.02** |

**Tabla 4: Distribución de Periodo y Dirección de Oleaje Peak-Largo Periodo Patillo Invierno.**

| Período | Dirección (°) | | | | | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [s] | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Nº Datos | % Ocurrencia |
| 30-40 | 3 | 4 | 7 | 2 | 8 | 11 | 5 | 6 | 46 | 18.11% |
| 40-50 | 4 | 6 | 6 | 5 | 9 | 13 | 7 | 3 | 53 | 20.87% |
| 50-60 | 2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 6 | 3 | 4 | 29 | 11.42% |
| 60-70 | 2 | | | 2 | 2 | 2 | | 1 | 9 | 3.54% |
| 70-80 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 | 2 | 3 | 12 | 4.72% |
| 80-90 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 19 | 7.48% |
| 100-110 | 3 | 5 | 4 | | 4 | 4 | 6 | 1 | 27 | 10.63% |
| 130-140 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 20 | 7.87% |
| 180-190 | 6 | 6 | 8 | 2 | 4 | 3 | 3 | 7 | 39 | 15.35% |
| Nº Datos | 27 | 30 | 33 | 15 | 38 | 47 | 32 | 32 | **254** | |
| % Ocurrencia | 10.63% | 11.81% | 12.99% | 5.91% | 14.96% | 18.50% | 12.60% | 12.60% | | **100.00%** |
| | | | | | | | | | **254** | **100.00%** |

| Estadística | Dirección (°) | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Básica | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | (s) |
| Tp. Max | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | **186.20** |
| Tp. Med | 98.69 | 93.82 | 96.13 | 74.49 | 75.19 | 68.69 | 83.36 | 95.96 | **85.01** |
| Desvt St | 55.67 | 55.73 | 60.72 | 52.53 | 48.23 | 42.91 | 47.52 | 57.94 | **52.80** |

CONFIDENCIAL

**Figura 9: Histograma de incidencia de Oleaje, Largo Periodo Patillo Invierno**

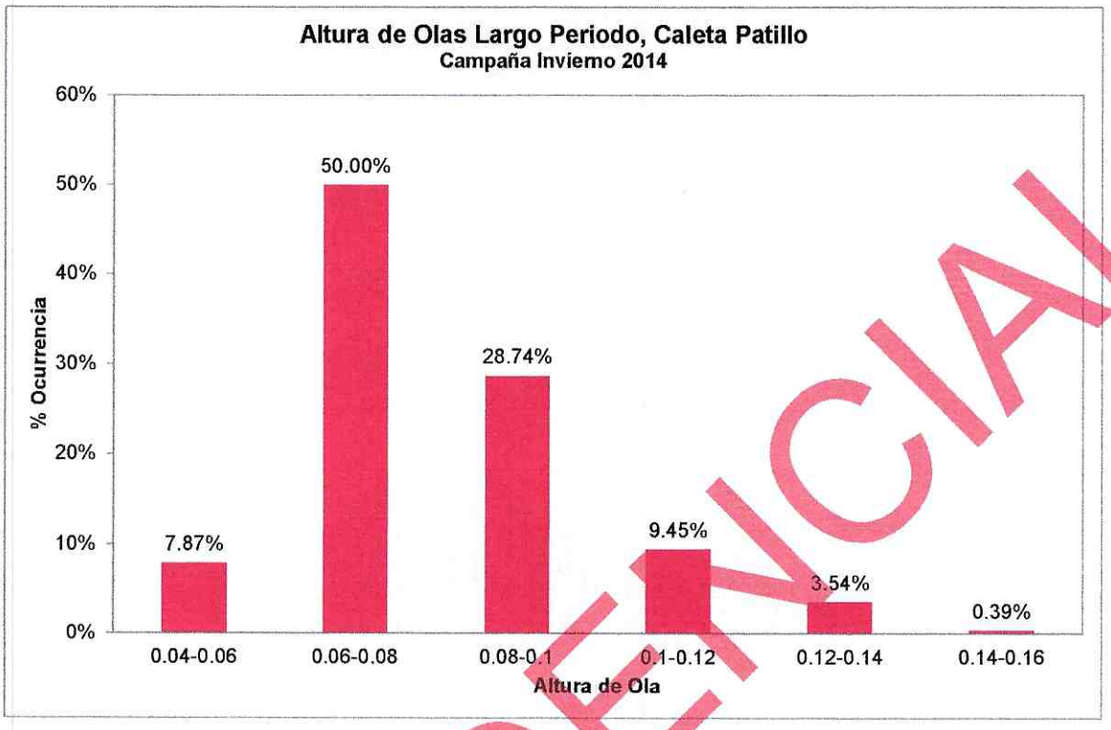
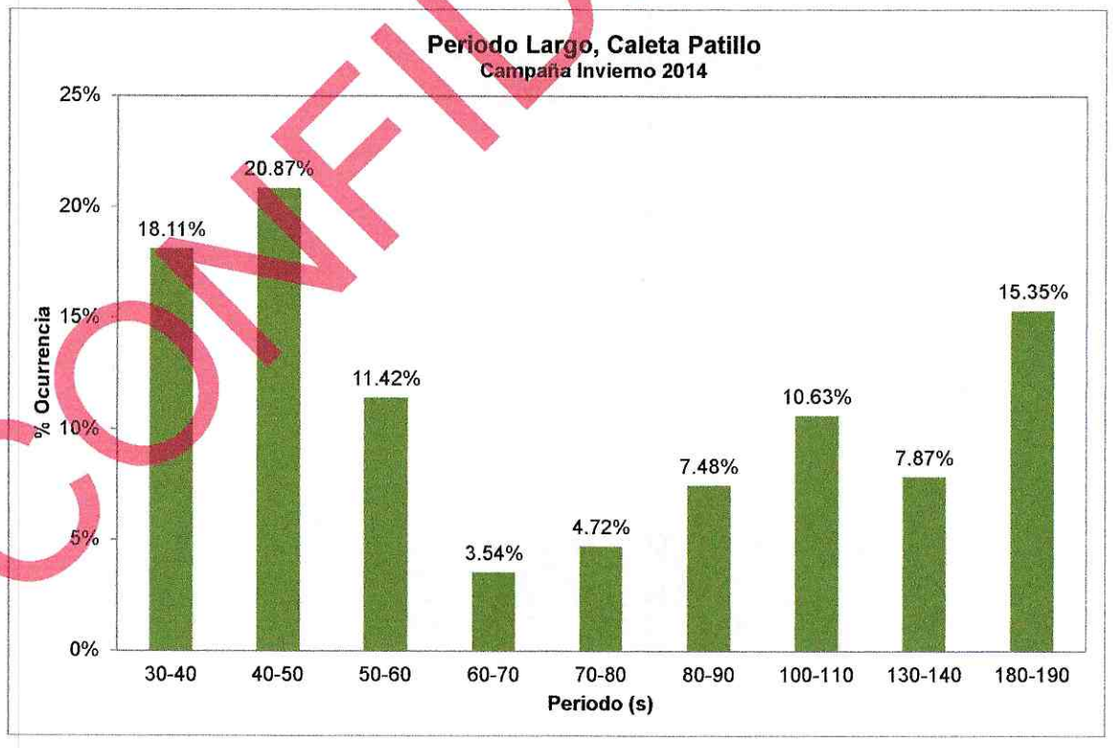
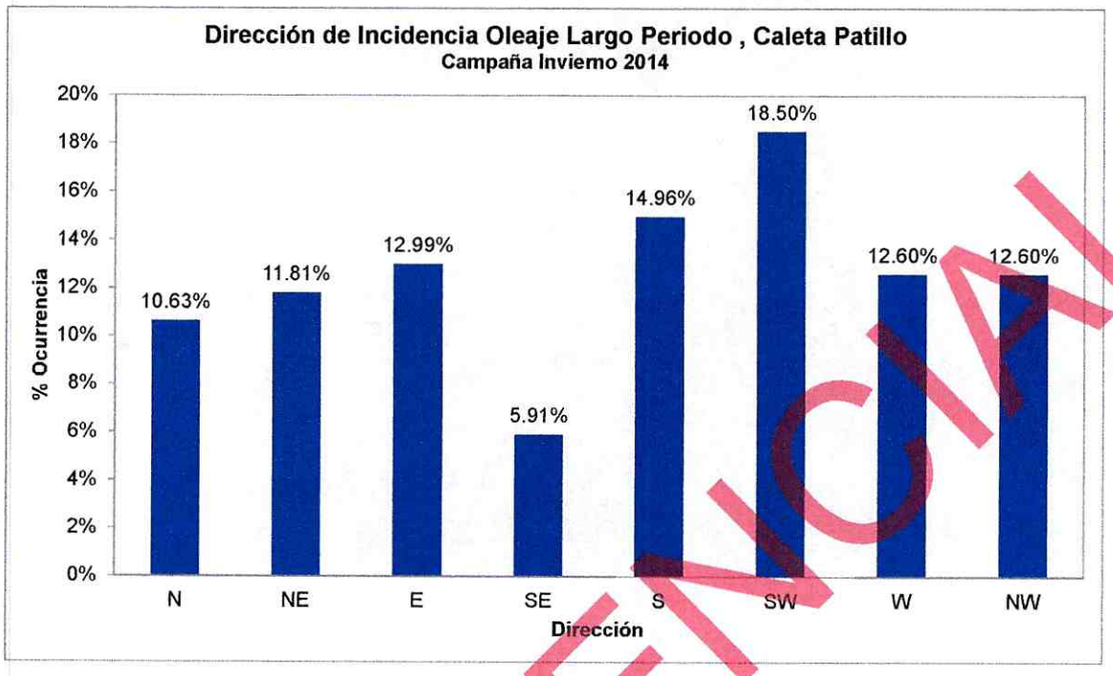



**Figura 10: Histograma de incidencia de Periodos, Largo Periodo Patillo Invierno**




CONFIDENCIAL

**Figura 11: Histograma de Dirección de incidencia de oleaje, Largo Periodo Patillo Invierno**




CONFIDENCIAL

## Olas Sector Caleta Patillo, Corto Periodo campaña de Verano

El proceso de estimación de oleaje acotado a periodos corto, muestra las mayores ocurrencias se registraron en el intervalo de 1 a 1.3 (m) con una ocurrencia de 44.38%, seguido de los intervalos entre 1.3 a 1.6 (m) con un total de 22.50% de la ocurrencias.

Las máximas alturas registradas por dirección se muestran en la **Tabla 5**, en esta se puede observar que existe una máxima de 2.80 (m) de incidencia SW, seguido de la dirección W con una altura de 1.60 (m), siendo la altura de ola promedio para el total de la estadística considerada de 1.22 (m).

Direccionalmente se observa que las olas incidentes en la zona de estudio se presentan desde el 3er cuadrante, destacando principalmente la dirección SW (95.63%).

En cuanto a los periodos estos se agruparon principalmente en los tramos de 12s a 14s (42.81%), seguido de los periodos de 10s a 12s (21.56%), siendo el promedio de 13.02 segundos.

CONFIDENCIAL

**Tabla 5: Distribución de Altura y Dirección de Oleaje Peak-Corto Periodo Caleta Patillo.**

| Altura Hs (m) | Dirección (°) | | | | | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Nº Datos | % Ocurrencia |
| 0.7-1 | | | | | 2 | 69 | | | 71 | 22.19% |
| 1-1.3 | | | | | 2 | 132 | 8 | | 142 | 44.38% |
| 1.3-1.6 | | | | | 1 | 71 | | | 72 | 22.50% |
| 1.6-1.9 | | | | | | 26 | 1 | | 27 | 8.44% |
| 1.9-2.2 | | | | | | 6 | | | 6 | 1.88% |
| 2.2-2.5 | | | | | | 1 | | | 1 | 0.31% |
| 2.5-2.8 | | | | | | 1 | | | 1 | 0.31% |
| Nº Datos | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 306 | 9 | 0 | 320 | |
| % Ocurrencia | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.56% | 95.63% | 2.81% | 0.00% | | 100.00% |
| | | | | | | | | | 320 | 100.00% |

| Estadística Básica | Dirección (°) | | | | | | | | Total (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | |
| Hs. Max | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.51 | 2.80 | 1.60 | 0.00 | **2.80** |
| Hs. Med | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.10 | 1.23 | 1.18 | 0.00 | **1.22** |
| Desvt St | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.51 | 0.30 | 0.17 | 0.00 | **0.29** |

**Tabla 6: Distribución de Periodo y Dirección de Oleaje Peak-Corto Periodo Caleta Patillo.**

| Período [s] | Dirección (°) | | | | | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Nº Datos | % Ocurrencia |
| 6-8 | | | | | | 3 | | | 3 | 0.94% |
| 8-10 | | | | | | 18 | | | 18 | 5.63% |
| 10-12 | | | | | 1 | 68 | | | 69 | 21.56% |
| 12-14 | | | | | 3 | 133 | 1 | | 137 | 42.81% |
| 14-16 | | | | | 1 | 58 | 1 | | 60 | 18.75% |
| 16-18 | | | | | | 23 | 2 | | 25 | 7.81% |
| 18-20 | | | | | | 2 | 2 | | 4 | 1.25% |
| 20-22 | | | | | | 1 | 3 | | 4 | 1.25% |
| Nº Datos | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 306 | 9 | 0 | 320 | |
| % Ocurrencia | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.56% | 95.63% | 2.81% | 0.00% | | 100.00% |
| | | | | | | | | | 320 | 100.00% |

| Estadística Básica | Dirección (°) | | | | | | | | Total (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | |
| Tp. Max | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 14.30 | 20.70 | 21.60 | 0.00 | **21.60** |
| Tp. Med | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.84 | 12.87 | 18.03 | 0.00 | **13.02** |
| Desvt St | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.08 | 2.71 | 0.00 | **2.25** |

CONFIDENCIAL

**Figura 12: Histograma de incidencia de Oleaje, Corto Periodo Caleta Patillo Verano**

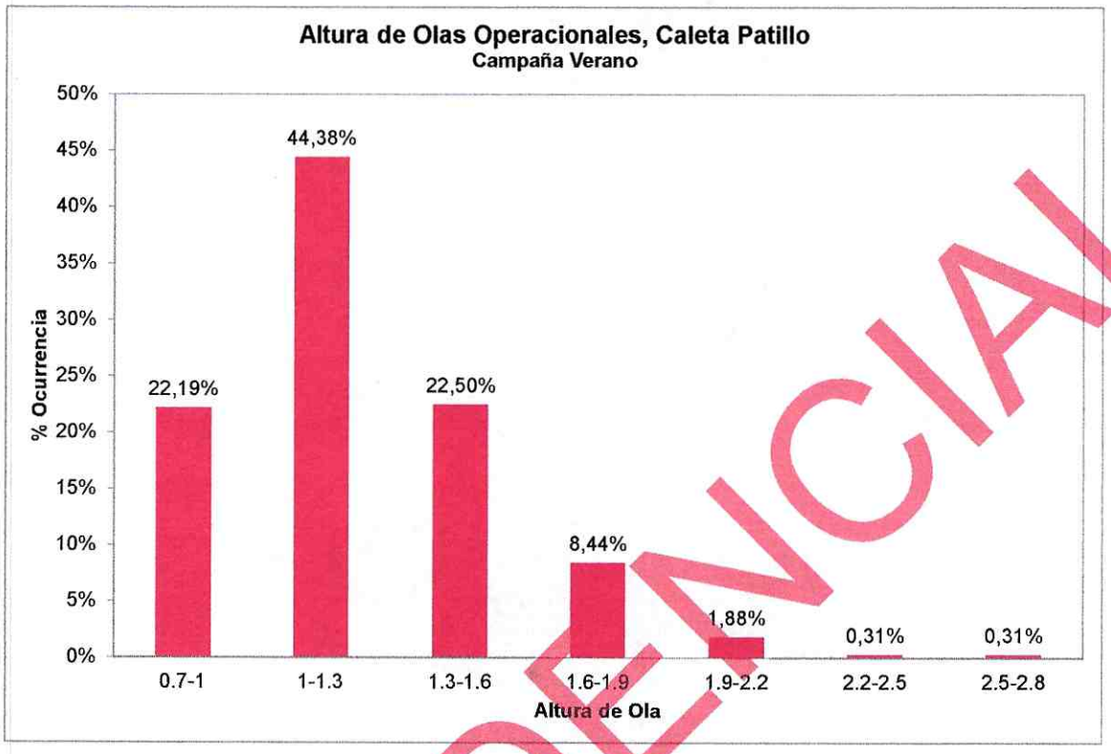
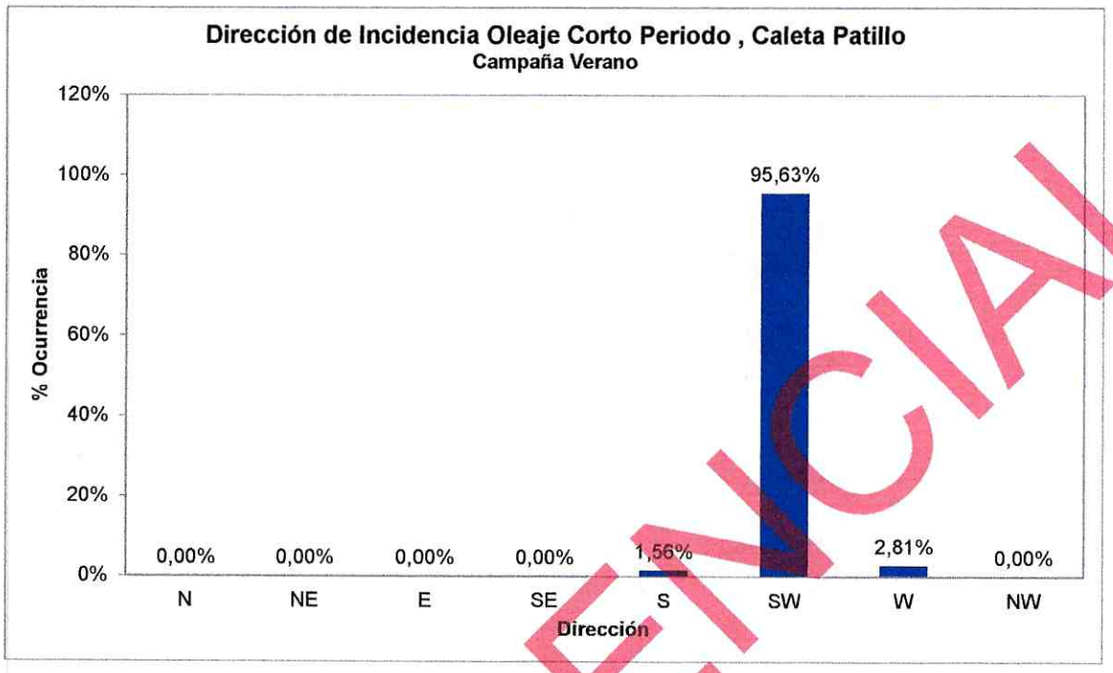



**Figura 13: Histograma de incidencia de Periodos, Corto Periodo Caleta Patillo Verano**




CONFIDENCIAL

**Figura 14: Histograma de Dirección de incidencia de oleaje, Corto Periodo Caleta Patillo Verano.**




CONFIDENCIAL

## Olas Caleta Patillo, Largo Periodo campaña de verano

El proceso de estimación de oleaje acotado a periodos largos, muestra que mayores ocurrencias se registraron en el intervalo de 0.02 a 0.04 (m) con una ocurrencia de 49.06% seguida de aquellas que oscilan entre los 0.04 y 0.06 (m) con una ocurrencia del 42.19%. Las máximas alturas registradas por dirección se muestran en la **Tabla 7**, en esta se puede observar que las máximas alturas oscilaron entre los 0.06 m y los 0.12 (m), se advierte además que la altura promedio considerando todos los datos registrados fue de 0.04 (m).

Direccionalmente (**Figura 17**) se observa que las olas incidentes en la zona de estudio se presentan con mayor ocurrencia desde la componente S (15.94%), seguido de la componente NE con una ocurrencia de 14.69%.

En cuanto a los periodos estos se agruparon principalmente entre los 40s y 50s **(Figura 16)**, con una ocurrencia 24.06%, seguido de los periodos 30s a 40s (20.63%) y una media de 81.12 segundos.

CONFIDENCIAL

**Tabla 7: Distribución de Altura y Dirección de Oleaje Peak-Largo Periodo Caleta Patillo Verano.**

| Altura Hs (m) | Dirección (°) | | | | | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Nº Datos | % Ocurrencia |
| 0.02-0.04 | 17 | 22 | 18 | 19 | 30 | 24 | 13 | 14 | 157 | 49.06% |
| 0.04-0.06 | 13 | 24 | 18 | 19 | 19 | 16 | 10 | 16 | 135 | 42.19% |
| 0.06-0.08 | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 3 | 5 | 1 | 19 | 5.94% |
| 0.08-0.1 | 5 | | | 1 | | 1 | 1 | | 8 | 2.50% |
| 0.12-0.14 | 1 | | | | | | | | 1 | 0.31% |
| Nº Datos | 37 | 47 | 37 | 44 | 51 | 44 | 29 | 31 | **320** | |
| % Ocurrencia | 11.56% | 14.69% | 11.56% | 13.75% | 15.94% | 13.75% | 9.06% | 9.69% | | **100.00%** |
| | | | | | | | | | **320** | **100.00%** |

| Estadística Básica | Dirección (°) | | | | | | | | Total (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | |
| Hs. Max | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | **0.12** |
| Hs. Med | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | **0.04** |
| Desvt St | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.01 | 0.02 | 50.70 | **0.01** |

**Tabla 8: Distribución de Periodo y Dirección de Oleaje Peak-Largo Periodo Caleta Patillo verano.**

| Período [s] | Dirección (°) | | | | | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Nº Datos | % Ocurrencia |
| 30-40 | 5 | 7 | 6 | 9 | 13 | 11 | 9 | 6 | 66 | 20.63% |
| 40-50 | 11 | 9 | 11 | 16 | 8 | 9 | 3 | 10 | 77 | 24.06% |
| 50-60 | 2 | 9 | 5 | 4 | 3 | 5 | 2 | 5 | 35 | 10.94% |
| 60-70 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 16 | 5.00% |
| 70-80 | 1 | 2 | 2 | | 1 | 2 | | | 8 | 2.50% |
| 80-90 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | | | 12 | 3.75% |
| 100-110 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | | 16 | 5.00% |
| 130-140 | 5 | 10 | 5 | 5 | 11 | 7 | 8 | 5 | 56 | 17.50% |
| 180-190 | 6 | 2 | 3 | 4 | 10 | 2 | 4 | 3 | 34 | 10.63% |
| Nº Datos | 37 | 47 | 37 | 44 | 51 | 44 | 29 | 31 | **320** | |
| % Ocurrencia | 11.56% | 14.69% | 11.56% | 13.75% | 15.94% | 13.75% | 9.06% | 9.69% | | **100.00%** |
| | | | | | | | | | **320** | **100.00%** |

| Estadística Básica | Dirección (°) | | | | | | | | Total (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | |
| Tp. Max | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | 186.20 | **186.20** |
| Tp. Med | 90.20 | 77.53 | 75.69 | 72.27 | 94.86 | 73.04 | 91.16 | 74.26 | **81.12** |
| Desvt St | 55.21 | 44.43 | 47.76 | 49.28 | 59.70 | 43.87 | 57.03 | 50.70 | **51.36** |

CONFIDENCIAL

**Figura 15: Histograma de incidencia de Oleaje, Largo Periodo Caleta Patillo Verano**

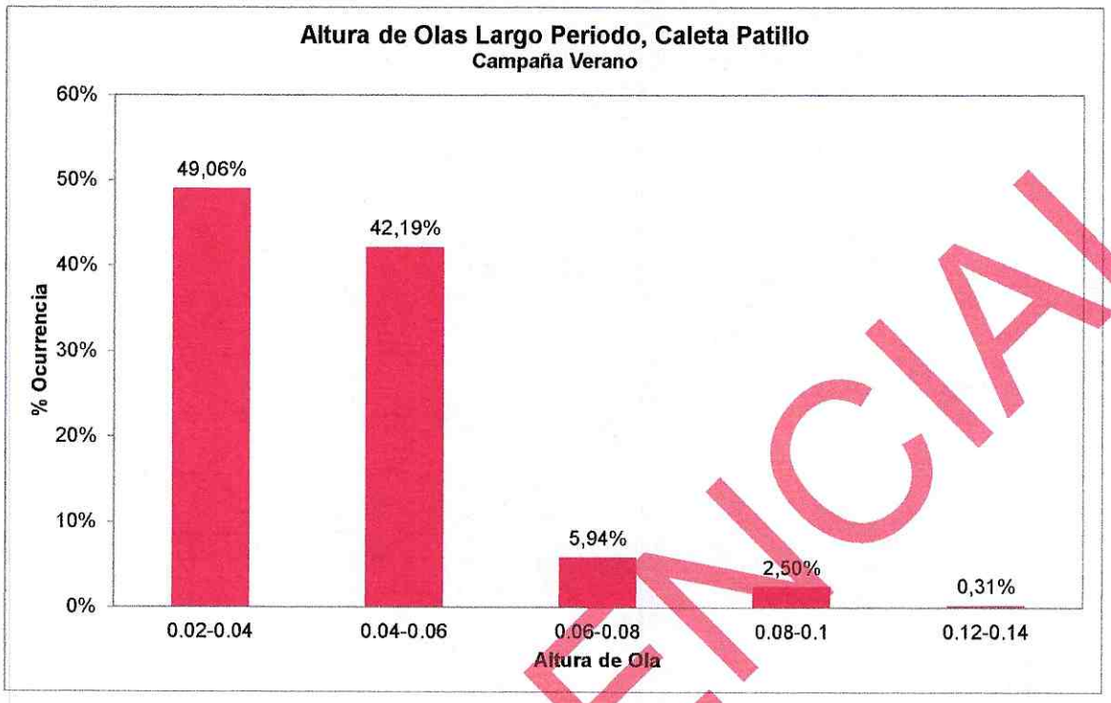
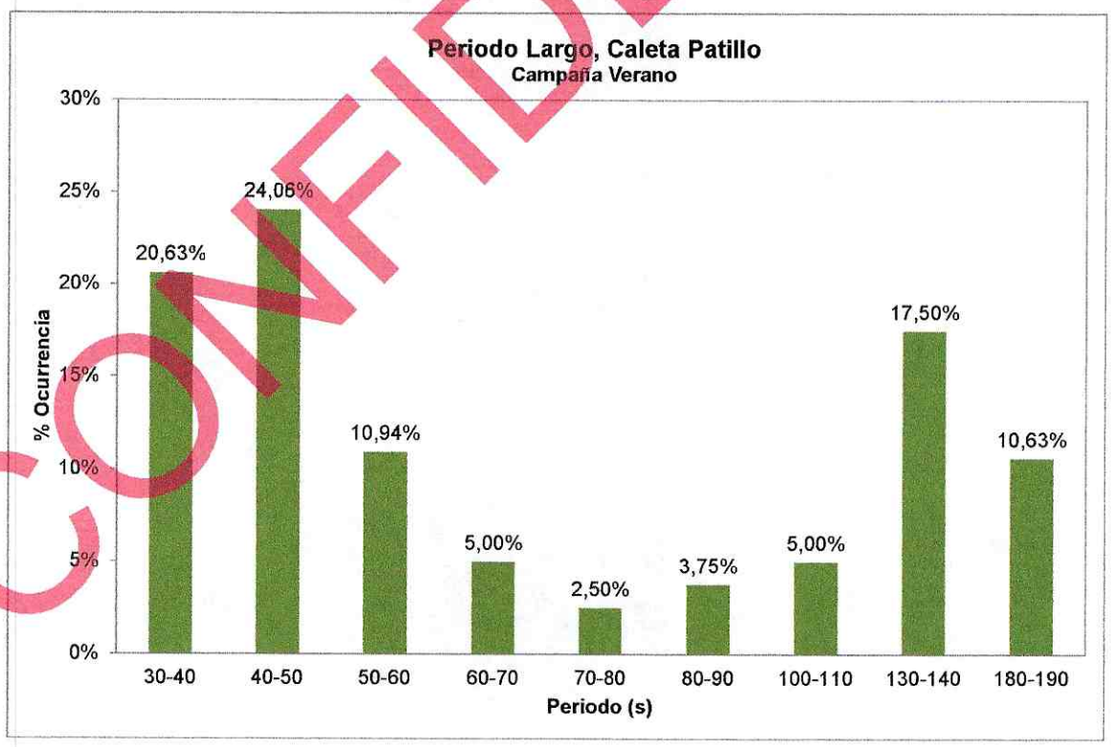
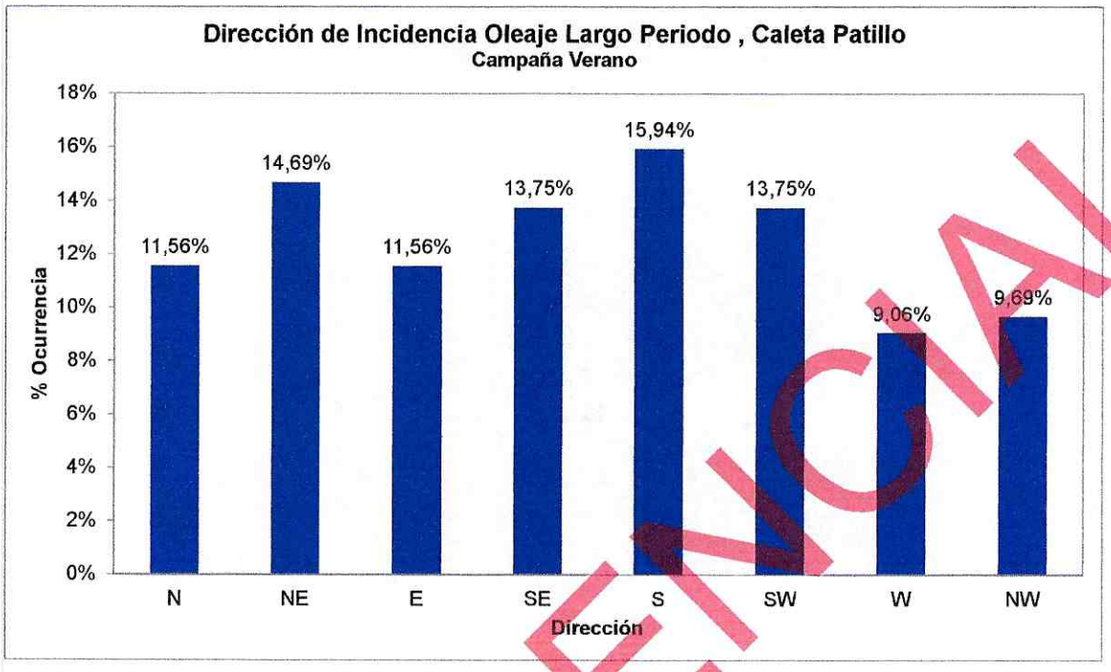



**Figura 16: Histograma de incidencia de Periodos, Largo Periodo Caleta Patillo Verano**




CONFIDENCIAL

**Figura 17: Histograma de Dirección de incidencia de oleaje, Largo Periodo Caleta Patillo Verano**




CONFIDENCIAL

## 2.3 CONCLUSIONES OLAS

**Campaña de Invierno**

El proceso de estimación de oleaje acotado a periodos corto, muestra las mayores ocurrencias se registraron en el intervalo de 0.75 a 0.95 (m) con una ocurrencia de 16.54%.Las máximas alturas registradas por dirección indican que existe una máxima de 2.61 (m) de incidencia SW. La altura de ola promedio para el total de la estadística considerada fue de 1.42 (m).

Direccionalmente se observa que las olas incidentes en la zona de estudio se presentan desde el 3er cuadrante, destacando la dirección SW con ocurrencias de 98.43 %, En cuanto a los periodos estos se agruparon principalmente en los tramos de 12s a 14s (44.88%), con una media de 13.10s.

El proceso de estimación de oleaje acotado a periodos largos, muestra que las mayores ocurrencias se registraron en el intervalo de 0.06 a 0.08 (m) con un 50.00%. Las máximas alturas registradas por dirección indican que oscilaron entre los 0.10 m y los 0.14 (m).

Direccionalmente se observa que las olas incidentes en la zona de estudio se presentan con mayor ocurrencia desde la componente SW (18.50%), seguido de la dirección S (14.96%).

En cuanto a los periodos estos se agruparon principalmente entre los 40s y 50s, con una ocurrencia 20.87%, seguido de los periodos 30s a 40s (18.11%), con una media de 85.01 segundos.

**Campaña de Verano**

El proceso de estimación de oleaje acotado a periodos corto, muestra las mayores ocurrencias se registraron en el intervalo 1 a 1.3 (m) con una ocurrencia de 44.38%. Las máximas alturas registradas por dirección indican que existe una máxima de 2.80 (m) de incidencia SW, la altura de ola promedio para el total de la estadística considerada de 1.22 (m).

Direccionalmente se observa que las olas incidentes en la zona de estudio se presentan desde el 3er cuadrante, destacando principalmente la dirección SW (95.63%). En cuanto a los periodos las mayores ocurrencias se presentaron en los intervalos de 12 a 14 segundos con 42.81% seguido del intervalo de 10 a 12 segundos con 21.56%, siendo el promedio de 13.02 segundos.

El proceso de estimación de oleaje acotado a periodos largos, muestra que las mayores ocurrencias se registraron en el intervalo de 0.02 a 0.04 (m) con un 49.06%. Las máximas alturas registradas por dirección indican que oscilaron entre los 0.06 (m) y los 0.12 (m).

Direccionalmente las olas incidentes en la zona de estudio se presentan con mayor ocurrencia desde la componente S (15.94%), seguido de la componente NE con una ocurrencia de 14.69%.

CONFIDENCIAL

En cuanto a los periodos estos se agruparon principalmente entre los 40s y 50s, con una ocurrencia 24.06%, seguido de los periodos 30s a 40s (20.63%), con una media de 81.12 segundos

CONFIDENCIAL

**Datos persona responsable del estudio**

| Nombre | Cédula de identidad | Título profesional | Empresa |
|---|---|---|---|
| Roberto Salinas Naranjo | 15.338.619 - 6 | Ingeniero Civil | Baird & Associates S.A. |

Roberto Salinas Naranjo
Jefe de Proyecto
Baird & Associates S.A.

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

# Anexo D

## Batimetría Utilizada para Simulaciones Numéricas

Las simulaciones de oleaje realizadas en este estudio consideran el uso de información batimétrica tanto de cartas náuticas como de levantamientos batimétricos de detalle en la zona de Caleta Patillo.

Para la confección de esta batimetría se utilizaron las cartas náuticas SHOA Nº 1200, 1231, 1232 y 1233 de manera complementaria para representar las condiciones de fondo desde aguas profundas hasta aguas someras. Así mismo, se realizaron levantamientos batimétricos de detalle efectuados por la compañía SIRIUS en el año 2007 en el sitio de interés.

La Figura D.1 expone la información batimétrica disponible para la realización del proyecto, mientras que la Figura D.2 por su parte muestra los contornos batimétricos del modelo lineal STWAVE utilizado para el estudio.

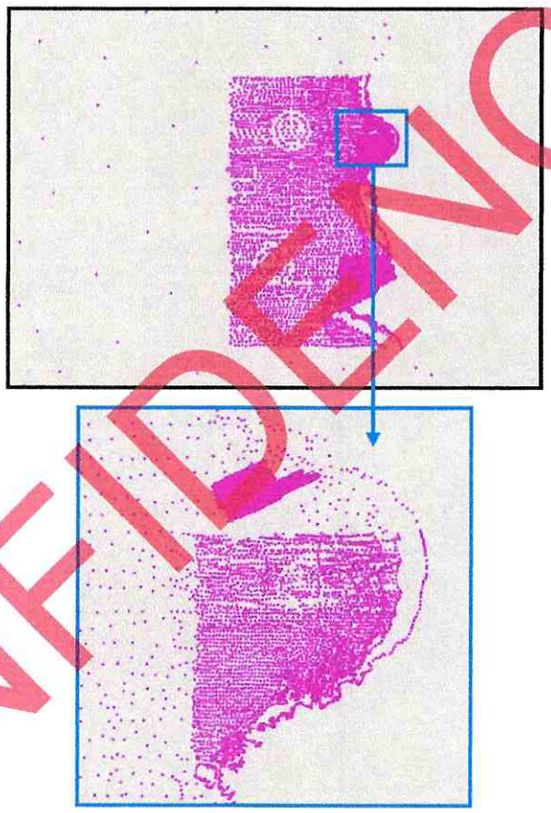


**Figura D.1: *Scatter* de batimetría para estudio de oleaje**

CONFIDENCIAL

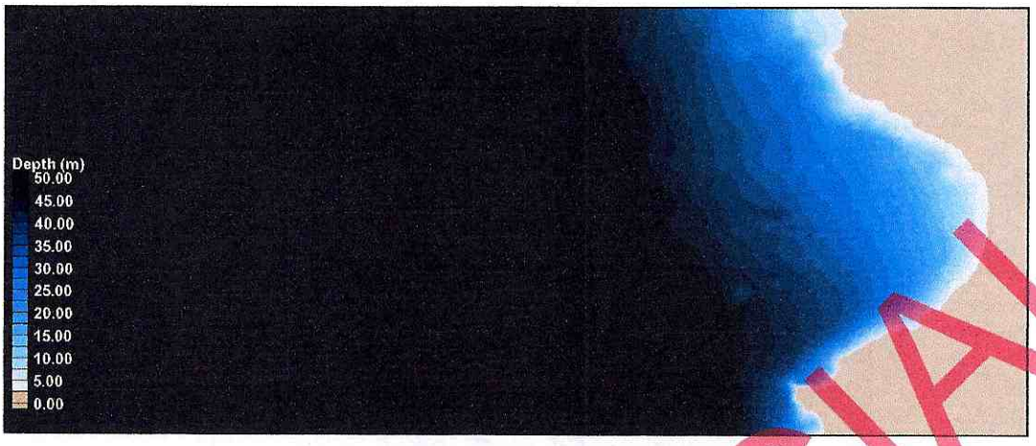



**Figura D.2: Contornos batimétricos. Modelo STWAVE**

CONFIDENCIAL

Datos persona responsable del estudio

| Nombre | Cédula de identidad | Título profesional | Empresa |
|---|---|---|---|
| Roberto Salinas Naranjo | 15.338.619 - 6 | Ingeniero Civil | Baird & Associates S.A. |

Roberto Salinas Naranjo
Jefe de Proyecto
Baird & Associates S.A.

CONFIDENCIAL

NORTHPORT SpA

# INDICE DE ESTUDIOS

1. 14/08/2014 Estudio de Propagación de Oleaje – Terminal Northport, realizado por Apuerto Ingeniería Limitada
2. 09/10/2014 Campañas de Invierno y Verano de Estudio de Oleaje, realizado por Baird S.A.
3. 09/10/2014 Estudio de Respuesta de Buque Atracado, realizado por Baird S.A.
4. 14/10/2014 Estudio de Simulación Portuaria, realizado por Baird S.A.
5. 22/12/2014 Estudios sobre Provisión de Graneles Sólidos en la Zona de Iquique, en preparación por Windrose Chartening S.A., preinforme
6. 12/01/2015 Ingeniería conceptual terrestre avanzada, en preparación por FDA Ingeniería Limitada, preinforme. Este estudio abarca las siguientes disciplinas:
   a. Disciplina Mecánica: Informe General de Diseño, Memoria de Cálculo del Diseño Sistema de Manejo de Materiales
   b. Disciplina Industrial: Plan de Ejecución del Proyecto, Diagrama de Quiebre de Proyecto (WBS)
   c. Disciplina Eléctrica: Memoria de Cálculo del Sistema Eléctrico Principal
   d. Disciplina Estructural: Memoria de Cálculo de Estructuras Correas Transportadoras
7. 21/01/2015 Informe de Revisión de eventuales cambios en la Línea de Base del Proyecto Puerto Punta Cotititra: Período julio 2009 – enero 2015, elaborado por Mejores Prácticas Asociados SpA
8. 03/02/2015 Estudio de Refracción Marina, en preparación por Desarrollo Proyectos de Ingeniería Limitada, que tiene por objeto conocer la estratigrafía y composición del subsuelo para la colocación de los pilotes de soporte del muelle.
9. 20/03/2015 Estudio de Maniobrabilidad, realizado por Hugo Riveros Zamorano, Cap. Fragata (R) y Práctico Portuario, Ingeniero en Transporte Marítimo, preinforme de fecha 22 de Diciembre de 2014, que tiene por finalidad definir operación marítima de naves para el terminal portuario.
10. 20/11/2015 Informe de Oleaje, en preparación por Baird S.A., para solicitar la validez hidrográfica al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada.
11. 01/11/2015 Estudios oceanográficos, campañas de invierno y verano, relacionados con corrientes, mareas, fondo marino y barimetría en preparación por Consultora e Ingeniería Geomar Limitada.
12. 01/11/2015 Ingeniería Conceptual Marítima Avanzada

MANDANTE

NORTHPORT

PREPARADO POR

APuerto ingeniería
Soluciones Integrales en Ingeniería Portuaria

REGIÓN DE TARAPACÁ

BAHÍA DE PATILLOS

CONFIDENCIAL

# ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE
# TERMINAL NORTHPORT – BAHÍA DE PATILLOS

INFORME TÉCNICO

AP1411-IT-GE-001-B

| REV | FECHA | PREPARÓ | REVISÓ | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|
| A | 06-08-2014 | CEA - DOA | CMC | PARA REVISIÓN CLIENTE |
| B | 14-08-2014 | DOA | CMC | PARA REVISIÓN CLIENTE |

APUERTO INGENIERÍA LTDA. – SOLUCIONES INTEGRALES EN INGENIERÍA PORTUARIA
AV. ROSARIO SUR 91 OF. 503 - LAS CONDES
☎ +56-2-2242 0632
WWW.APUERTO.CL
CONTACTO@APUERTO.CL

CONTENIDO PÁGINA


| | | |
|---|---|---|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 | OBJETIVOS Y ALCANCES | 3 |
| 1.2 | UBICACIÓN DEL PROYECTO | 4 |
| 2. | REFERENCIAS | 4 |
| 3. | RESUMEN DE CONDICIONES NATURALES | 5 |
| 3.1 | MAREA | 5 |
| 3.2 | CORRIENTES | 5 |
| 3.3 | VIENTO | 5 |
| 3.4 | BATIMETRÍA | 6 |
| 3.5 | OLEAJE | 7 |
| 3.5.1 | GENERALIDADES | 7 |
| 3.5.2 | DESCRIPCIÓN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS | 8 |
| 3.5.3 | ANÁLISIS DE LA ESTADÍSTICA | 9 |
| 4. | PROPAGACIÓN DE OLEAJE | 11 |
| 4.1 | GENERALIDADES | 11 |
| 4.2 | METODOLOGÍA | 11 |
| 4.3 | MODELO STWAVE | 11 |
| 4.4 | GRILLAS COMPUTACIONALES | 11 |
| 4.5 | RESULTADOS DE MODELO | 12 |
| 4.5.1 | FUNCIONES DE TRANSFERENCIA | 12 |
| 4.6 | MAPAS VECTORIALES | 13 |
| 4.6.1 | DIRECCIÓN SW - T=12s | 13 |
| 4.6.2 | DIRECCIÓN SW - T=14s | 14 |
| 4.6.3 | DIRECCIÓN SSW- T=12s | 14 |
| 4.6.4 | DIRECCIÓN SSW - T=14s | 15 |
| 4.6.5 | DIRECCIÓN NW - T=18s | 15 |
| 4.7 | CLIMA DE OLEAJE EN EL SECTOR DE PROYECTO | 16 |
| 5. | ANÁLISIS OPERACIONAL PRELIMINAR | 17 |
| 5.1 | ANTECEDENTES | 17 |
| 5.1.1 | RECOMENDACIONES INTERNACIONALES | 17 |
| 5.1.2 | RESOLUCIÓN OPERACIONAL PUERTOS VECINO | 19 |
| 5.2 | ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA EL PROYECTO | 20 |
| 6. | COMENTARIOS Y CONCLUSIONES | 22 |


CONFIDENCIAL

# 1. INTRODUCCIÓN

Northport ha solicitado un estudio de propagación de oleaje al consultor Apuerto Ingeniería (Apuerto) para caracterizar el clima de oleaje local en el lugar de emplazamiento definido en el proyecto para un Terminal de Graneles que se ubicaría en la bahía de Patillos, Región de Tarapacá.

Northporth cuenta con una ingeniería del proyecto, en la cual, se presenta un layout del terminal ubicado en la zona norte de la bahía de Patillos y cuyo cabezo está ubicado a una profundidad de aprox. -26m NRS[1]. El terminal considera un puente de acceso de aprox. 580m de longitud y un cabezo para el emplazamiento de un cargador de barco (*shiploader*). La orientación del barco atracado es aprox. SE-NW y presenta un sistema compuesto por duques de alba, postes de amarre y boyas para el amarre de la nave.

El presente informe corresponde a un estudio de propagación de oleaje desarrollado con técnicas de modelado matemático para caracterizar el clima de olas en el sector de proyecto.

## 1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES

El estudio tiene como objetivo caracterizar el oleaje en el sector de proyecto y en función de los resultados obtenidos, estimar de manera preliminar la disponibilidad del sitio de atraque (porcentaje del tiempo en que el terminal está apto para atender naves) sobre la base de la cuantificación del porcentaje del tiempo en que el oleaje local supera cierto umbral definido en recomendaciones internacionales para el diseño de obras portuarias y de acuerdo con la experiencia del consultor en esta materia,

En los alcances de este estudio se incluye lo siguiente:

- Caracterización del clima de olas en aguas profundas.
- Resultados de propagación de oleaje hasta la zona de proyecto.
- Tablas de incidencia, probabilidades de no excedencia y gráficos de agitación local.
- Comparación de agitación relativa con puertos vecinos.
- Restricciones de oleaje límite operacionales según recomendaciones internacionales.
- Estimación preliminar de la disponibilidad del terminal.
- Conclusiones y recomendaciones.

CONFIDENCIAL

[1] Nivel de Reducción de Sondas.

## 1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en la bahía de Patillos en región de Tarapacá a aprox. 60km al sur de la ciudad de Iquique. En la Figura 1 se presenta la ubicación del proyecto.

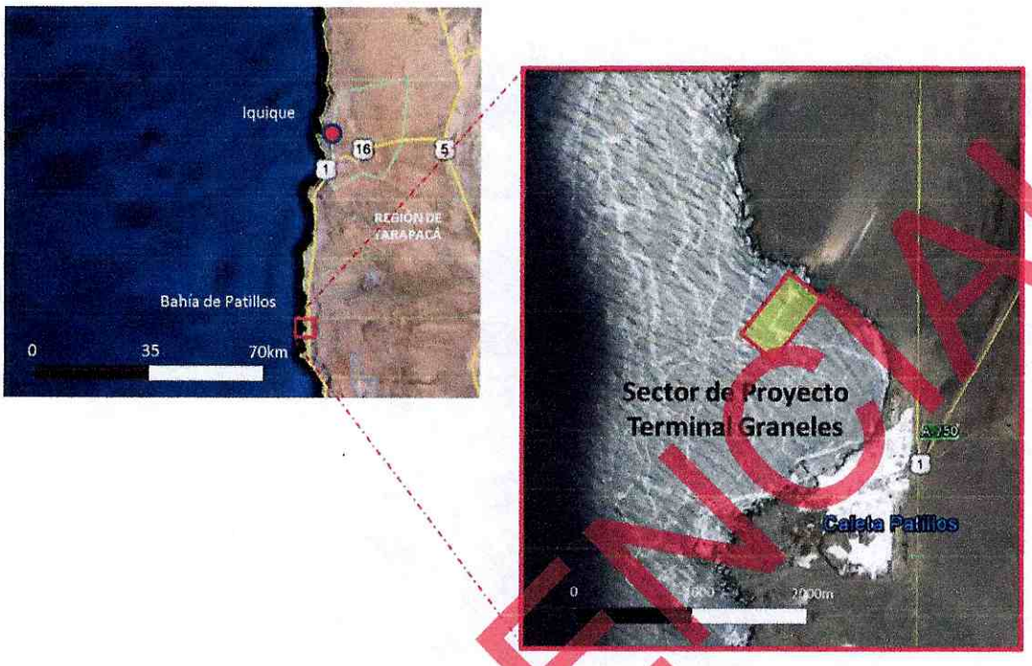



*Figura 1. Ubicación Proyecto.*

CONFIDENCIAL

# 2. REFERENCIAS

Para el estudio se cuenta con los siguientes antecedentes técnicos.

[1]. ROM-2.0-11 Recomendaciones para el proyecto y ejecución Obras de Atraque y Amarre.

[2]. ROM 3.1-99 Proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación.

[3]. Smith, Sherlock, and Resio, 2001. STWAVE: Steady-State Spectral Wave Model User's Manual for Vesion 3.0,

[4]. Resolución operacional DIRECTEMAR, terminal Caleta Patillos. Ord. 4910, agosto 2012.

[5]. Estudio de Oceanografía para Ingeniería Terminal Marítimo Mecanizado Punta Cotitira.

[6]. Goda, Y. (1985). Random seas and design of maritime structures

[7]. SR_SI-BT, 101 Levantamiento batimétrico de prospección exploratoria Puerto granelero mecanizado, Caleta Patillos I Región de Tarapacá.

[8]. SHOA PUB. 3201. Instrucciones oceanográficas N°1. Especificaciones técnicas para mediciones y análisis oceanográficos.

[9]. Sandwell,D.T., Gille,S.T., and Smith, W.H.F., eds., Bathymetry from Space:Oceanography, Geophysics, and Climate, Geoscience Professional Services, Bethesda, Maryland, June 2002, 24pp.,

[10]. D. P. Dee et al (2011), The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, Q.J.R. Meteorol. Soc., Vol. 137: 553-597, DOI: 10.1002/qj.828

# 3. RESUMEN DE CONDICIONES NATURALES

A continuación se presenta un resumen de las condiciones naturales imperantes en la zona de estudio.

## 3.1 MAREA

Los niveles de característicos de la marea en la zona de estudio fueron obtenidos de la Ref. [5]. Los principales planos mareales se presentan en la siguiente tabla.

*Tabla 1. Principales planos mareales.*

| Plano mareal | [m NRS] |
|---|---|
| Altura media de la pleamar más alta | 1.33 |
| Nivel medio del mar | 0.9 |
| Altura media de la bajamar | 0.57 |
| Altura media de la bajamar más baja | 0.51 |

En la Ref. [5] se indica que el régimen de marea en Punta Patillos corresponde al tipo semidiurno mixto, es decir, se presentan dos bajamares y dos pleamares en un lapso aproximado de 1 día, con un periodo de aprox.12 h.

## 3.2 CORRIENTES

Las corrientes en el sector de proyecto según los resultados de campañas con mediciones Eulerianas y Lagrangianas informadas en la Ref. [5], presentan magnitudes inferiores a 0.1m/s. Las corrientes en costas abiertas y a profundidades donde se emplazan los terminales, corresponden, principalmente, a corrientes oceánicas que se desplazan a bajas magnitudes y no condicionan el diseño de las obras.

## 3.3 VIENTO

En el registro histórico de vientos de la base de datos del aeropuerto Diego Aracena (enero de 1995 a diciembre de 2005) expuesta en la Ref. [5], se indica que las direcciones dominantes corresponden a S (58.3%) y SW (31.9%) con velocidades medias entre 2.57m/s – 5.15m/s y 5.15m/s – 7.72m/s, respectivamente. En menor frecuencia se presentan las direcciones E (3.3%) y SE (3.03%) ambas con velocidades medias entre 5.15m/s – 7.72m/s.

Se realizaron mediciones de intensidad y dirección de vientos en el sitio de emplazamiento del proyecto entre los días 30 de septiembre y 10 de octubre de 2007, el detalle de los resultados se presentan en la siguiente tabla.

CONFIDENCIAL

*Tabla 2. Velocidades de viento.*

| Dir [°] | Magnitudes [m/s] | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | |
| N | | 3 | 2 | 2 | 2 | | | 9 |
| NNE | 1 | 4 | 1 | | 1 | | | 7 |
| NE | 1 | | | | | | | 1 |
| ENE | 2 | | | | 1 | | | 3 |
| E | 1 | 7 | 3 | | | | | 11 |
| ESE | 3 | 20 | 21 | 4 | | | | 48 |
| SE | 7 | 23 | 43 | 22 | 7 | 1 | | 103 |
| SSE | 8 | 13 | 22 | 21 | 14 | 5 | | 83 |
| S | 10 | 2 | 3 | 6 | 6 | 1 | | 28 |
| SSW | 6 | 1 | 1 | 4 | 2 | | | 14 |
| SW | 3 | 7 | 3 | | | | | 13 |
| WSW | 8 | 8 | 4 | | | | | 20 |
| W | 4 | 8 | 7 | 5 | | | | 24 |
| WNW | | | | | | | | 0 |
| NW | 7 | 11 | 11 | 7 | 3 | | | 39 |
| NNW | 6 | 7 | 4 | 7 | 2 | 1 | | 27 |
| Calmas | 20 | | | | | | | |
| Total | 67 | 114 | 125 | 78 | 38 | 8 | 0 | 430 |

## 3.4 BATIMETRÍA

La batimetría utilizada en este estudio considera los levantamientos realizados por Sirius Ltda. (Ref. [7]) y la información proporcionada en las cartas hidrográficas del SHOA[2] N° 1231, 1232 y 1233. Complementariamente el modelo batimétrico fue mejorado en zonas sobre 300m de profundidad con registros de la base de datos altimétricos globales GEBCO (Ref.[9]).

En la Figura 2 se presenta la batimetría general de la zona de estudio.

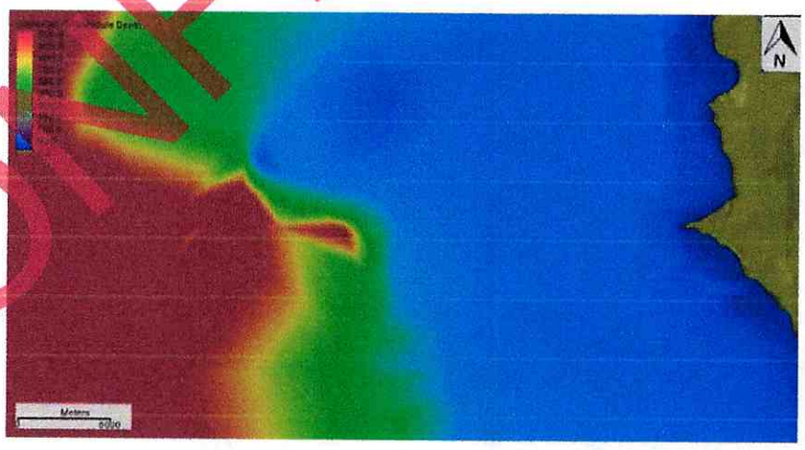



*Figura 2. Batimetría hasta los 500m de profundidad.*

En la Figura 2, se expone la batimetría general utilizada en el estudio; a la izquierda, se muestra la leyenda de profundidades según el color. Al observar detalladamente, se aprecia un sector semiplano de aprox. 15km de longitud que se extiende en forma paralela a la costa con una profundidad media

[2] Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

CONFIDENCIAL

de aprox. 80m. En general, para profundidades inferiores a 150m la variación del marino es suave, lo cual implica que el oleaje en dicho sector presente fuertes efectos de refracción. Por sobre los 150m la batimetría decae rápidamente hasta los 500m en un tramo cuya extensión no supera los 5km.

En la Figura 3 se presenta la batimetría local con mayor precisión del sector del proyecto.




*Figura 3. Batimetría sector de proyecto.*

En la anterior se puede confirmar la presencia de un fondo marino con variación lenta en profundidad.

## 3.5 OLEAJE

### 3.5.1 GENERALIDADES

De acuerdo a la Ref. [8], el oleaje que incide en las costas de Chile tiene diferentes fuentes de generación, los cuales pueden ser de origen local y/o remoto. En el primer caso, son producidas por la influencia de vientos locales que generan olas en la zona inmediata. Este oleaje es denominado oleaje tipo *Sea* y tiene por característica periodos de 4s a 8s. En el segundo caso, se le denomina oleaje de generación remota o tipo *Swell* y se caracteriza por presentar periodos de 10s a 25s. Este oleaje es generado en distintos puntos de la cuenca del océano Pacífico, propagándose hasta las costas chilenas, cuyos mecanismos de generación se describen brevemente a continuación:

- *Swell* del hemisferio sur: son olas generadas por Ciclones Extra Tropicales que se propagan hacia la costa, con una constante disminución de su altura y aumento de su período, llegando a las costas de Chile continental con mayores intensidades durante la temporada de invierno.
- *Swell* del hemisferio norte: son olas generadas en cercanías a las islas Aleutianas, perteneciente al Estado de Alaska, EE.UU., se propagan hacia el sur llegando desde el NW a las costas de nuestro país, principalmente, en la temporada de verano.
- Ciclones tropicales: se generan en las aguas de América Central y se propagan hacia el sur hasta las costas del país, son de baja frecuencia de ocurrencia, pero relevantes para el oleaje extremo o de diseño.

Es necesario destacar que el oleaje *Swell* es más energético que el oleaje *Sea* y por lo tanto, es el que condiciona el diseño de obras marítimas ubicadas en el sector norte del país. Se puede comentar que el oleaje que accede en el sector norte del país presenta las siguientes características generales:

- Cerca del 95% del tiempo el oleaje incide desde el tercer cuadrante (entre el S y W), siendo las direcciones más frecuentes SW y SSW.

CONFIDENCIAL

- Los periodos de onda asociados al oleaje del tercer cuadrante varían, principalmente, entre 12 y 16s.
- En invierno se presentan temporales que pueden alcanzar alturas de ola de aprox. Hs=4m en aguas profundas.
- En la temporada de verano se hacen notar oleajes provenientes desde el NW con alturas de ola que pueden alcanzar entre Hs=1 y 2m y periodos cercanos a los 18s.

### 3.5.2 DESCRIPCIÓN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS

Para propagar el oleaje desde aguas profundas hasta el sitio de estudio, se extrajeron datos a una distancia de aprox. 200km de la costa, obtenidas del modelo de generación global reanalizado ECMWF-ERA-Interim (modelo Europeo) Ref.[10].

La base de datos del modelo ERA-Interim es distribuida en forma de parámetros de resumen, esto implica alturas significativas, periodos medios energéticos y direcciones medias energéticas.

Los datos de oleaje son distribuidos con una resolución temporal de 4 datos día y se analizó una serie temporal de 20 años entre los años1979 y 1999.

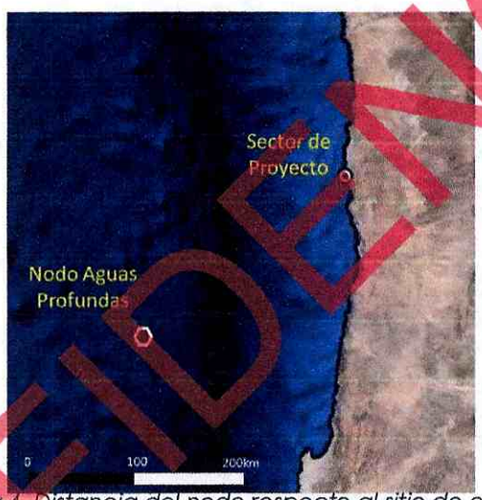



*Figura 4. Distancia del nodo respecto al sitio de estudio.*

En la siguiente figura se presenta la serie temporal de oleaje comprendida entre 1979 y 1999.

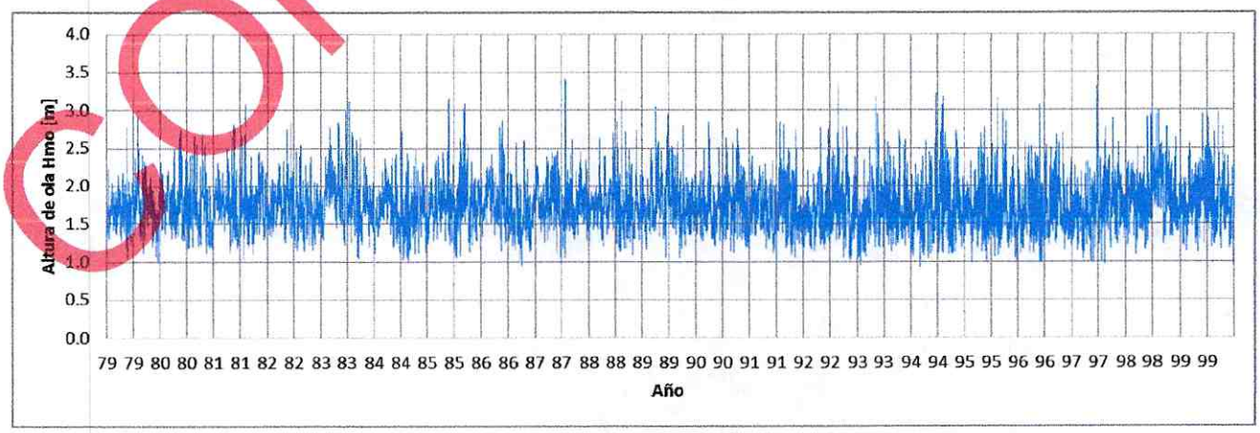



*Figura 5. Serie de tiempo de oleaje extraída del modelo ECMWF-ERA-Interim, aguas profundas.*

Se estima, a juicio del consultor, que las alturas de ola de la base de datos del modelo ECMWF-ERA-Interim pudiesen ser de menor magnitud comparado a las bases de datos espectrales calibradas

CONFIDENCIAL

especialmente para el litoral chileno, debido a que en los modelos globales en nodos de extracción muy próximos a la costa pudiesen haber alteraciones matemáticas que mitigan la energía, en particular, para los oleajes de temporal.

Para los fines del proyecto en el que se pretende caracterizar el oleaje local para establecer porcentajes de tiempo que se superan un umbral determinado, los resultados pueden ser sobrevalorados ya que podría entregar disponibilidades operacionales mayores a las reales.

### 3.5.3 ANÁLISIS DE LA ESTADÍSTICA

A continuación se presentan los estados de mar graficados en una nube de dispersión (dirección vs altura de ola).

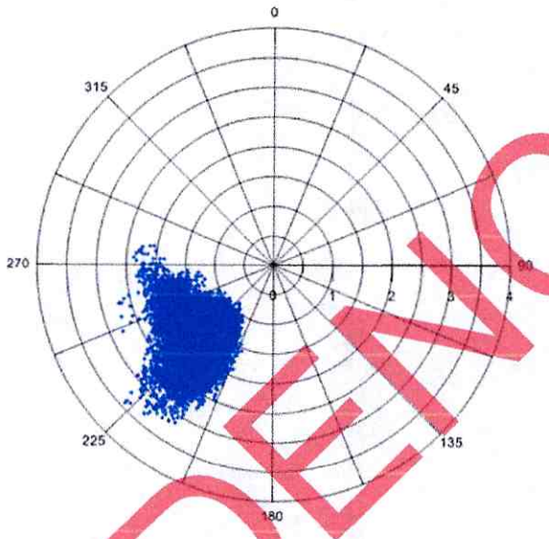



*Figura 6. Rosa de dispersión de oleaje.*

En la rosa de dispersión se observa que la mayor cantidad de energía (oleaje reinante) incide del SW con alturas que varían entre Hs= 1 y 4m. En la rosa están representadas las direcciones medias energéticas, por lo que eventos desde el NW son compensados en dirección con los eventos del tercer cuadrante. En rigor, si se considerasen direcciones picos espectrales, la rosa de oleaje se mostrarían nodos incidentes desde el cuarto cuadrante. No obstante, para fines del proyecto la dispersión direccional no representa un parámetro relevante para la toma de decisiones, ya que el análisis se centrará en la magnitud de la altura de ola.

En la siguiente tabla se presenta la incidencia del oleaje en aguas profundas.

*Tabla 3. Distribución de Altura vs Periodos medios. Modelo ERA-Interim.*

| Altura vs Periodo | | Periodo [s] | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | < 2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 | 8-10 | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 | 20-22 | > 22 | Total | A(%) | C(%) |
| Altura [m] | < 0.5 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 100.0 |
| | 0.5-1 | | | | 2 | 24 | | | | | | | | 26 | 0.1 | 100.0 |
| | 1-1.5 | | | | 344 | 4510 | 1902 | 15 | | | | | | 6771 | 22.1 | 99.9 |
| | 1.5-2 | | | | 219 | 5345 | 11018 | 1202 | 2 | | | | | 17786 | 58.0 | 77.8 |
| | 2-2.5 | | | | 20 | 368 | 2724 | 2222 | 53 | | | | | 5387 | 17.6 | 19.9 |
| | 2.5-3 | | | | | 18 | 153 | 388 | 90 | | | | | 649 | 2.1 | 2.3 |
| | 3-3.5 | | | | | | 1 | 40 | 20 | | | | | 61 | 0.2 | 0.2 |
| | 3.5-4 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | -0.0 |
| | Total | 0 | 0 | 0 | 585 | 10265 | 15798 | 3867 | 165 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30680 | | |
| | A(%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 33.5 | 51.5 | 12.6 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 100 | |
| | C(%) | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 98.1 | 64.6 | 13.1 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |

CONFIDENCIAL

En la Tabla 3, se muestra la distribución estadística de alturas en aguas profundas, en ella, se observan alturas de olas Hs < 1.5m asociado a un 22% de ocurrencia, las alturas de ola entre Hs = 1.5 y 2m presentan un 58% de ocurrencia y las alturas mayores a Hs = 2m una ocurrencia de aprox. un 20%, esto implica que en el oleaje en aguas profundas es común observar alturas ola Hs > 1.5m. La tabla también indica que el oleaje dominante presenta alturas que varían entre Hs = 2.5 y 3.5m, estas olas comúnmente inciden desde el SW.

En la siguiente figura se presenta la curva de no-excedencia que indica, el porcentaje de tiempo que la altura de ola no excede un cierto umbral.

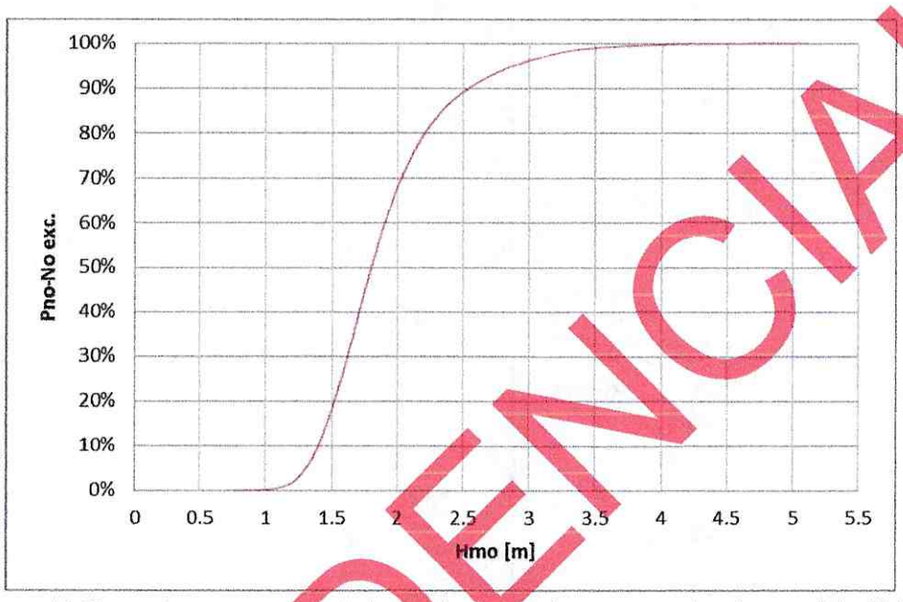



*Figura 7. Curva de no-excedencia base de datos de aguas profundas modelo ERA-Interim.*

De la curva de excedencia expuesta en la Figura 7, se observa una no-excedencia de un 50% asociada a una altura de ola de aprox. Hs = 1.7m, esto quiere decir, que el 50% del tiempo existen olas mayores a Hs = 1.7m. La no-excedencia de un 90% corresponde a una altura Hs= 2.6m, lo cual indica que solamente un 10% del tiempo existen olas que superan esta magnitud.

CONFIDENCIAL

# 4. PROPAGACIÓN DE OLEAJE

## 4.1 GENERALIDADES

El oleaje al aproximarse a la costa sufre modificaciones en su altura y dirección, debido a que comienza a sentir el fondo marino. El periodo de onda se asume constante durante su propagación. El proceso de transformación que implica cambios en la dirección y en la altura de ola se le denomina propagación del oleaje.

## 4.2 METODOLOGÍA

La metodología consistió en propagar un oleaje unitario en aguas profundas y evaluar su modificación local en el sector de proyecto. De esta forma se puede obtener de manera inmediata el porcentaje de la energía que es transferida localmente. A este parámetro se le denomina coeficiente de agitación (Ka) y se calcula de acuerdo con lo siguiente.

$$K_a = H_{sitio\ de\ estudio} / H_{aguas\ profundas}$$

Los coeficientes de agitación (ka) fueron estimados con el modelo espectral STWAVE (Steady-State Spectral Wave Model) el cual resuelve la ecuación de pendiente suave y conservación de la masa extraídos en la ubicación correspondiente a la coordenada de proyecto UTM 375460.46E y 7706993.06S en el veril -26mNRS.

Las direcciones y periodos modelados fueron seleccionados en función de la energía presente en la zona, es decir, para periodos que varían entren 6 y 24s y direcciones entre 202.5 y 315ºN. La discretización de los casos fue de 22.5 grados entre sí en el dominio de la dirección y cada 2s en el dominio de los periodos. Cada una de estas combinaciones de periodos y direcciones, fueron ingresadas al modelo STWAVE como alturas unitarias, ajustando un espectro del tipo JONSWAP en la profundidad de 500m, en total se simularon 70 casos.

Finalmente para estimar la ola en el sitio de estudio se debe realizar una interpolación del coeficiente de agitación, ángulo de propagación y el periodo para cada una de las alturas significativas de los datos de oleaje. Este procedimiento fue implementado en un algoritmo desarrollado por Apuerto.

## 4.3 MODELO STWAVE

El modelo STWAVE (Ref. [3]) fue desarrollado por el USACE y el WES, que corresponde a un modelo de transformación espectral estacionario basado en la ecuación de pendiente suave.

STWAVE es capaz de simular fenómenos como la refracción de las olas, el asomeramiento inducido por cambios en la batimetría y la difracción parcial por obstáculos mediante un tratamiento de suavizado numérico.

## 4.4 GRILLAS COMPUTACIONALES

Se configuró un esquema de 2 grillas de diferentes tamaños para alivianar la carga computacional e ir precisando la información a medida que se avanza hacia la costa. Todas las simulaciones se realizaron con una grilla madre espaciada en celdas de 200m X 200m, coincidente con las tres direcciones principales de olas incidentes (SW, W y NW), y una grilla anidada de mayor resolución (20m X 20m). En la siguiente figura se muestra el esquema de grillas computacionales utilizadas en el estudio.

CONFIDENCIAL




*Figura 8. Grillas computacionales en las 3 direcciones principales.*

En la siguiente figura se presentan los nodos de extracción del modelo según lo siguiente:

- 1-. Veril -26m NRS (ubicación del proyecto Northport).
- 2-. Veril -20m NRS (ubicación puente de acceso proyecto Northport).
- 3-. Puerto Patillos 1.
- 4-. Puerto Patillos 2.




*Figura 9. Ubicación nodos de extracción.*

## 4.5 RESULTADOS DE MODELO

### 4.5.1 FUNCIONES DE TRANSFERENCIA

Los resultados de las simulaciones se resumen en la siguiente figura.

CONFIDENCIAL

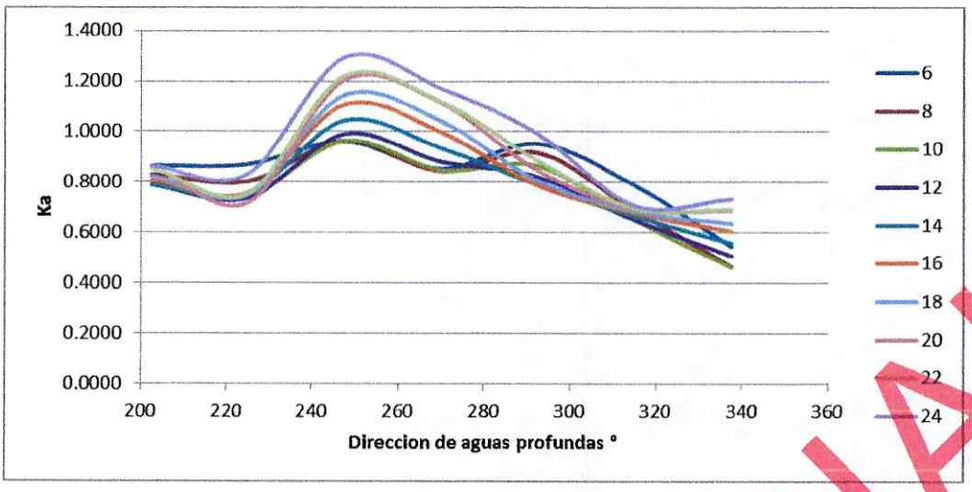



*Figura 10. Función de transferencia energética.*

De la función de transferencia energética (Figura 10) se observa que para los oleajes incidentes desde el tercer cuadrante (200 y 240°), donde proviene el oleaje reinante en aprox. un 80% del tiempo, el coeficiente de agitación varía entre aprox. 70% y 90%, es decir la atenuación de energía es baja y prácticamente el oleaje ingresa con una energía similar a la de aguas profundas.

## 4.6 MAPAS VECTORIALES

A continuación se exponen de manera vectorial la incidencia energética del oleaje más común en la bahía de Patillos (oleaje reinante), en ellas también se pueden observar las tasas energéticas en puertos vecinos al sitio de estudio. Los puntos en rojo señalan la ubicación de los nodos de extracción.

### 4.6.1 DIRECCIÓN SW - T=12S

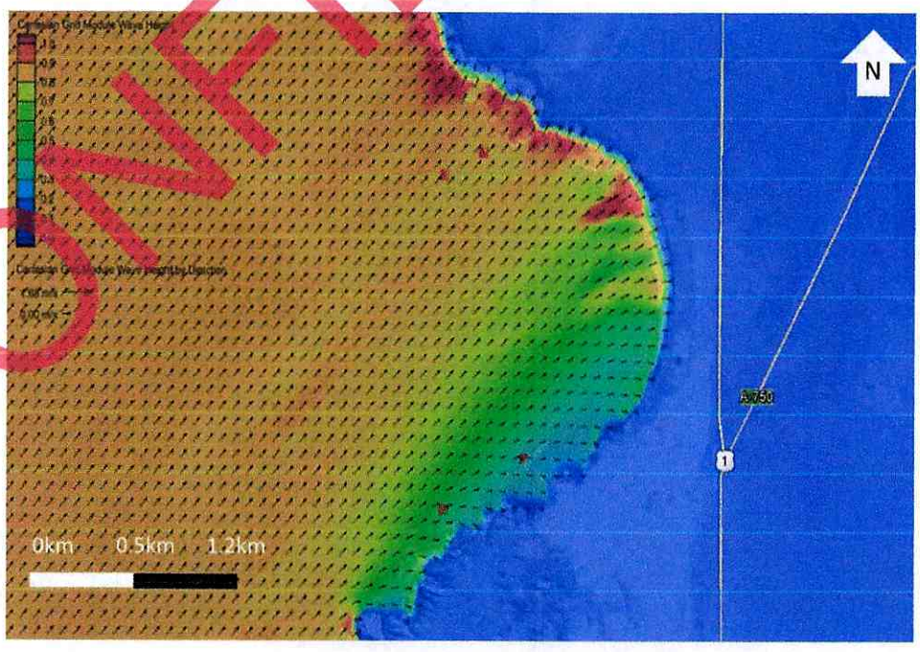



*Figura 11. Oleaje incidente SW con periodo 12s.*

CONFIDENCIAL

Se observa que la energía incidente prácticamente no experimenta una atenuación relevante, apreciándose coeficientes agitación en los puntos 1 y 2 cercano a 0.8 (sólo se disipa en promedio un 20% de la energía del oleaje incidente). También se observa que los puertos vecinos (nodos 3 y 4) presentan un abrigo mayor, con coeficientes de agitación cercanos a 0.4 y 0.5.

### 4.6.2 DIRECCIÓN SW - T=14S

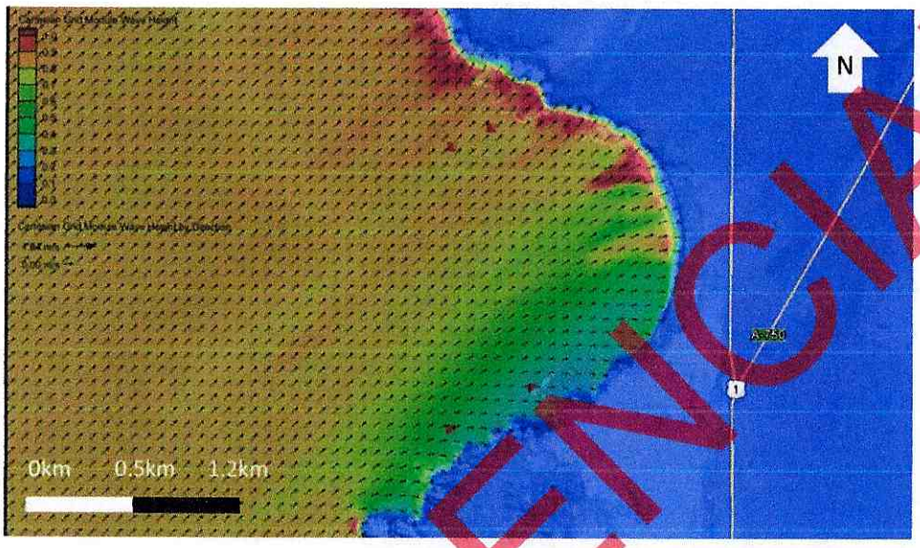



*Figura 12. Oleaje incidente SW con periodo 14s.*

En el sitio de proyecto se observan coeficientes de agitación cercanos a 0.8 (similar al oleaje incidente SW de periodo 12s). No obstante, para esta condición de oleaje los terminales vecinos presentan un mayor grado de abrigo con coeficientes de agitación cercanos a 0.3.

### 4.6.3 DIRECCIÓN SSW- T=12S

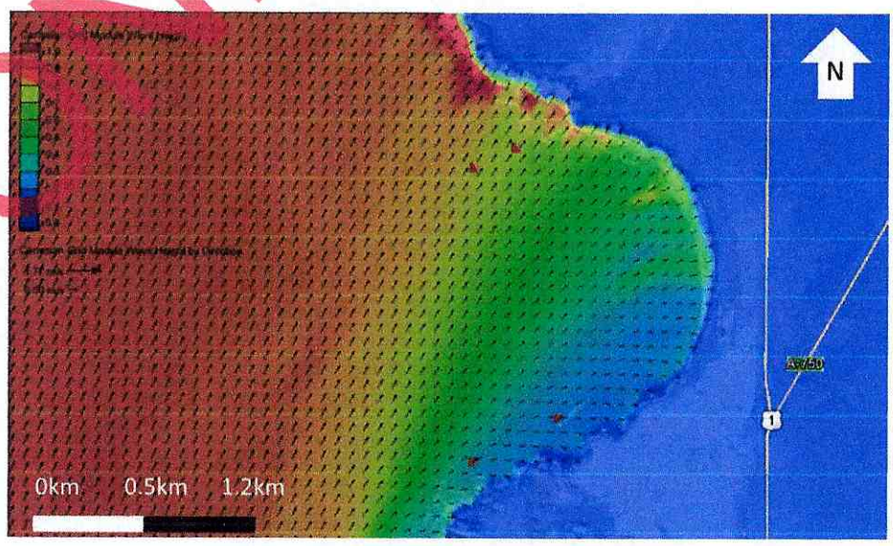



*Figura 13. Oleaje incidente SSW con periodo 12s.*

CONFIDENCIAL

Se observa que para esta condición de oleaje, existe un abrigo mayor que para la dirección SW proporcionado por la península sur de la bahía de Patillos, observándose coeficientes de agitación en el sitio de proyecto entre 0.6 y 0.8. Los puertos vecinos presentan un coeficiente de agitación cercano a 0.25 en los puertos vecinos.

### 4.6.4 DIRECCIÓN SSW - T=14s

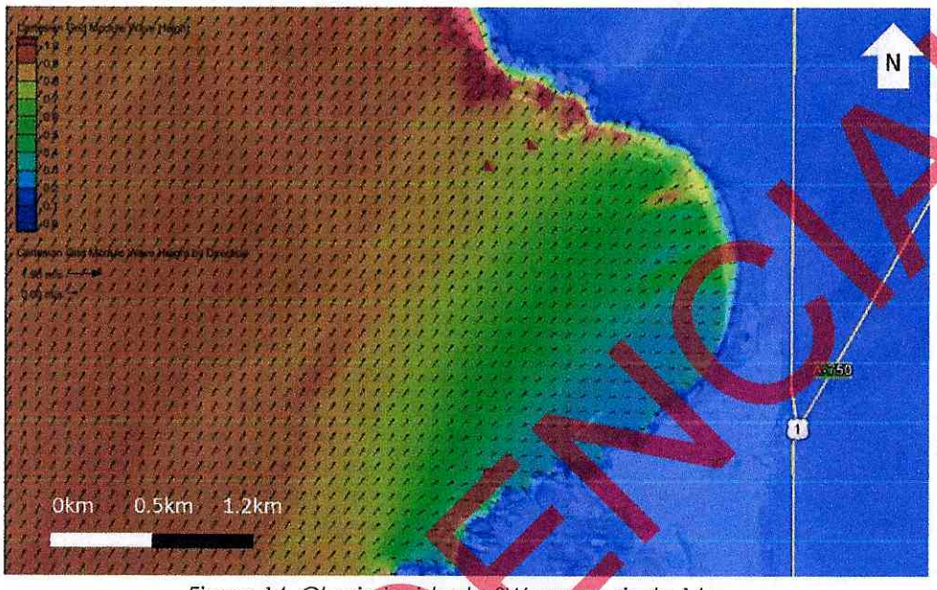



*Figura 14. Oleaje incidente SW con periodo 14s.*

Se observa en general un mayor abrigo que para la condición de 12s, aunque no muy relevante en el sector de proyecto. Se aprecian coeficiente de agitación de 0.6 y 0.8 en el sitio de proyecto. Los puertos vecinos presentan coeficiente de agitación de 0.25 esto se debe a la influencia de la punta sur de la bahía de Patillos.

### 4.6.5 DIRECCIÓN NW - T=18s

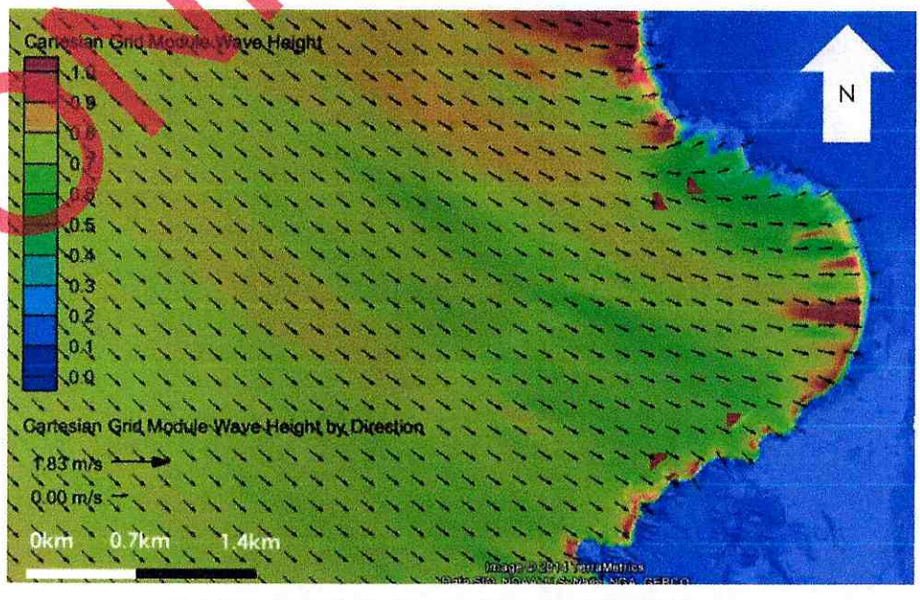



*Figura 15. Oleaje incidente NW con periodo 18s.*

CONFIDENCIAL

Se observa que el borde costero se encuentra expuesto para las direcciones NW. No obstante, el bajo fondo marino para los periodos de ola asociados a esta dirección disipan parte de la energía por refracción. En el sector de proyecto se observan coeficientes de agitación cercanos a 0.6-0.7.

Cabe reiterar que la incidencia del NW es baja, y que se hace notar principalmente en los meses de verano. A su vez, las direcciones SSW y SW con periodos de 12 y 14s presentan una frecuencia de ocurrencia elevada (cercana al 90%) durante todo el año.

## 4.7 CLIMA DE OLEAJE EN EL SECTOR DE PROYECTO

Se presenta a continuación una tabla de incidencias en el sitio de estudio, extraído en el cabezo del muelle en la cota -26NRS (Nodo 1 Figura 9).

*Tabla 4. Tabla de incidencia periodo vs altura en el sector de proyecto.*

| Altura vs Periodo | | Periodo [s] | | | | | | | | | | | | Total | A(%) | C(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | < 2 | 2-4 | 4-6 | 6-8 | 8-10 | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 | 20-22 | > 22 | | | |
| Altura [m] | < 0.5 | 8 | | | | | | | | | | | | 8 | 0.0 | 100.0 |
| | 0.5-1 | | | | 77 | 893 | 265 | | | | | | | 1235 | 4.0 | 100.0 |
| | 1-1.5 | | | | 449 | 8604 | 10612 | 763 | 1 | | | | | 20429 | 66.6 | 95.9 |
| | 1.5-2 | | | | 57 | 752 | 4797 | 2632 | 73 | | | | | 8311 | 27.1 | 29.4 |
| | 2-2.5 | | | | | 13 | 124 | 457 | 88 | | | | | 682 | 2.2 | 2.3 |
| | 2.5-3 | | | | | | | 12 | 3 | | | | | 15 | 0.0 | 0.1 |
| | 3-3.5 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3.5-4 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4-4.5 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4.5-5 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 5-5.5 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | 5.5-6 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | > 6 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.0 | 0.0 |
| | Total | 8 | 0 | 0 | 583 | 10262 | 15798 | 3864 | 165 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30680 | | |
| | A(%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 33.4 | 51.5 | 12.6 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 100 | |
| | C(%) | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 98.1 | 64.6 | 13.1 | 0.5 | -0.0 | -0.0 | -0.0 | -0.0 | | | |

En la tabla anterior, se observa que el oleaje sobre Hs= 1.5m de altura de ola presenta una ocurrencia de un 29.4%.

En la siguiente figura se presenta la nube de dispersión direccional local.

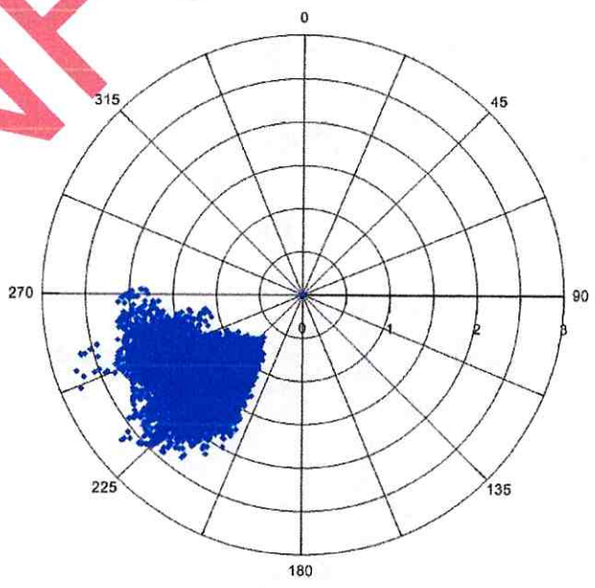



*Figura 16. Rosa de dispersión en el nodo de extracción.*

CONFIDENCIAL

En la figura se observa que el oleaje reinante experimenta similares direcciones al oleaje de aguas profundas, esto se debe al poco abrigo natural de la zona de proyecto. Se observa una leve atenuación en las alturas de olas, producto de los elevados coeficientes de agitación local presentados en las figuras anteriores.

En el siguiente gráfico se presenta la curva de no excedencia local y de aguas profundas.

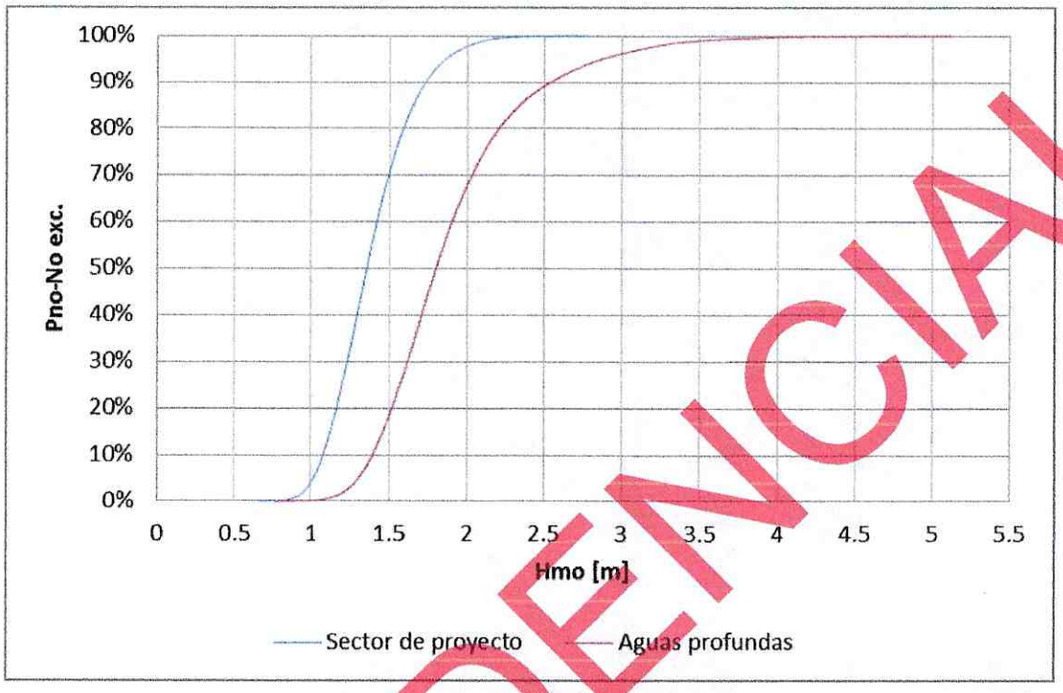



*Figura 17. Comparación de curvas de no-excedencia en aguas profundas vs sector de proyecto.*

De la figura se observa que la no excedencia local de un 70% está asociada aprox. a una altura Hs = 1.5m. El oleaje más frecuente (más del 95% del tiempo) se encuentra en el rango entre Hs= 1 y Hs= 2m.

Las curvas de aguas profundas y locales son similares. El leve desplazamiento de la curva de oleaje local hacia la izquierda indica que la atenuación de energía es baja, no existiendo un abrigo natural importante en el sector, especialmente para el oleaje desde el tercer cuadrante, que está en forma casi permanente a lo largo de todo el año.

# 5. ANÁLISIS OPERACIONAL PRELIMINAR

## 5.1 ANTECEDENTES

### 5.1.1 RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

En la bibliografía especializada en el desarrollo de proyectos portuarios se establecen ciertos umbrales o restricciones operacionales conforme a las magnitudes o intensidades de los factores ambientales imperantes en el sector de proyecto.

En la Ref. [1], se señalan los valores umbrales de los agentes climáticos y océano-meteorológicos que generalmente se adoptan como limitantes de diferentes modos de parada operativa en las obras de atraque y amarre. En la Tabla 5 se observa que para barcos graneleros la altura límite de ola es de Hs = 1.5m si la acción del oleaje es longitudinal y de Hs= 1.0 m si la acción del oleaje es transversal.

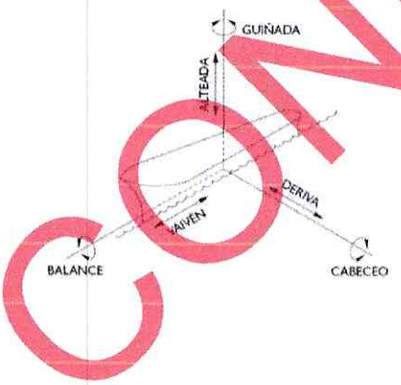
CONFIDENCIAL

*Tabla 5. Valores umbrales limitantes de parada operacional.*

| A. MUELLES Y PANTANALES | | Velocidad absoluta del viento $V_{10,1\ min}$ | Velocidad absoluta de la corriente $V_{c,1\ min}$ | Altura de la ola $H_s$ |
|---|---|---|---|---|
| **1. *Maniobra de atraque de buques*** | | | | |
| Acciones en sentido longitudinal al muelle | | 17,0 m/s | 1,0 m/s | 2,0 m |
| Acciones en sentido transversal al muelle | | 10,0 m/s | 0,1 m/s | 1,5 m |
| **2. *Paralización operaciones carga y descarga (para equipos convencionales)*** | | | | |
| Acciones en sentido longitudinal al muelle | | | | |
| ■ Petróleos | < 30.000 TPM | 22 m/s | 1,5 m/s | 1,5 m |
| | 30.000-200.000 TPM | 22 m/s | 1,5 m/s | 2,0 m |
| | > 200.000 TPM | 22 m/s | 1,5 m/s | 2,5 m |
| ■ Graneleros | Cargando | 22 m/s | 1,5 m/s | 1,5 m |
| | Descargando | 22 m/s | 1,5 m/s | 1,0 m |
| ■ Transportadores de Gases Licuados | < 60.000 $m^3$ | 22 m/s | 1,5 m/s | 1,2 m |
| | > 60.000 $m^3$ | 22 m/s | 1,5 m/s | 1,5 m |
| ■ Mercantes de carga general. Pesqueros de altura y congeladores | | 22 m/s | 1,5 m/s | 1,0 m |
| ■ Portacontenedores, Ro-Ros y Ferris | | 22 m/s | 1,5 m/s | 0,5 m |
| ■ Transatlánticos y Cruceros (1) | | 22 m/s | 1,5 m/s | 0,5 m |
| ■ Pesqueros de pesca fresca | | 22 m/s | 1,5 m/s | 0,6 m |
| Acciones en sentido transversal al muelle | | 22 m/s | 1,5 /s | |
| ■ Petroleros | < 30.000 TPM | 20 m/s | 0,7 m/s | 1,0 m |
| | 30.000-200.000 TPM | 20 m/s | 0,7 m/s | 1,2 m |
| | > 200.000 TPM | 20 m/s | 0,7 m/s | 1,5 m |
| ■ Graneleros | Cargando | 22 m/s | 0,7 m/s | 1,0 m |
| | Descargando | 22 m/s | 0,7 m/s | 0,8 m |
| ■ Transportadores de Gases Licuados | < 60.000 $m^3$ | 16 m/s | 0,5 m/s | 0,8 m |
| | > 60.000 $m^3$ | 16 m/s | 0,5 m/s | 1,0 m |
| ■ Mercantes de carga general. Pesqueros de altura y congeladores | | 22 m/s | 0,7 m/s | 0,8 m |
| ■ Portacontenedores, Ro-Ros y Ferris | | 22 m/s | 0,5 m/s | 0,3 m |
| ■ Transatlánticos y Cruceros (1) | | 22 m/s | 0,5 m/s | 0,3 m |
| ■ Pesqueros de pesca fresca | | 22 m/s | 0,7 m/s | 0,4 m |

En la Tabla 6 (Ref. [1]) se presentan límites recomendados de los movimientos del barco atracado compatibles con las operaciones de carga y descarga en condiciones seguras. En ella se observa que los giros de cabeceo y balance no son relevantes. Sin embargo los movimientos de vaivén y deriva están restringidos a ±2.5m y la guiñada a ±1.5°.

*Tabla 6. Movimientos límites recomendados en barco atracado compatibles con operaciones de carga segura.*




| TIPO DE BUQUE | SISTEMA DE MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS O DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE DE PASAJEROS | VAIVÉN (m) | DERIVA (m) | ALTEADA (m) | GUIÑADA (m) | CABECEO (°) | BALANCE (°) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Petrolero | Continuo: brazo articulado | ±3,5 | 3,0 | – | – | – | – |
| Gasero | Continuo: brazo articulado | ±2,0 | 2,0 | – | ±1 | ±1 | ±1 |
| Granelero y polivalente | Discontinuo: elevación: carga | ±1,0 | 1,0 | – | ±1 | ±1 | ±1 |
| | Discontinuo: elevación: descarga | ±0,5 | 0,5 | ±0,5 | ±1 | ±1 | ±1 |
| | Continuo: carga | ±2,5 | 2,5 | – | ±1,5 | – | – |
| | Continuo: descarga | ±0,5 | 0,5 | ±0,5 | ±1 | ±1 | ±1 |
| Mercante de Carga General | Discontinuo: elevación | ±1,0 | 1,5 | ±0,5 | ±1,5 | ±1 | ±2,5 |
| Portacontenedores | Discontinuo: elevación | ±0,5 | 0,6 | ±0,4 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,5 |
| Ro-Ro/Ferry/ Transportador de coches 3) | M. rodantes: rampa lateral | ±0,5 | 0,6 | ±1,2 | ±0,1 | ±1 | ±2,5 |
| | M. rodantes: rampa 3/4 | ±0,5 | 0,6 | ±1,0 | ±0,8 | ±0,6 | ±1 |
| | M. rodantes: rampa a proa o popa | ±0,3 | 0,6 | ±1,0 | ±0,5 | ±0,6 | ±0,8 |
| Ferry/Crucero | Pasarela embarque/desembarque de pasajeros | ±0,4 | 0,8 | ±0,25 | ±0,1 | ±0,1 | ±0,1 |
| Pesquero | Discontinuo: elevación | ±0,5 | 1,0 | ±0,2 | ±1,5 | ±1,5 | ±1,5 |

En la Tabla 7 extraída de la Ref. [2] se presenta una recomendación de los tiempos medios aceptables de cierres operacionales (*downtime*) por presentarse condiciones climáticas adversas. En la tabla se observa que hasta 600h de inoperatividad anual resulta aceptable considerar en el diseño de un terminal, es decir no más del 7% del tiempo el terminal debería quedar inoperativo o no-disponible.

Cabe mencionar que la tabla se realizó para un terminal con un 30% de ocupación anual, si la ocupación es mayor, los tiempos de no operación admisibles debiesen reducirse.

CONFIDENCIAL

*Tabla 7. Tiempos medios aceptables de paradas operacionales por condiciones climáticas.*

| CARACTERISTICAS DEL AREA | Tiempos de inoperatividad en horas, por todos los conceptos (1) (2) |
|---|---|
| A. Areas de buques en tránsito (accesos, vías de navegación, canales, bocanas, áreas de maniobras, etc.) | |
| 1. Puertos de interés general | |
| — Areas abiertas a todo tipo de barcos | 200 h. año<br>20 h. mes |
| — Areas abiertas a Embarcaciones pesqueras y deportivas (3) | 20 h. año<br>4 h. mes |
| 2. Puertos de refugio | |
| — Areas abiertas a todo tipo de barcos | 300 h. año<br>30 h. mes |
| — Areas abiertas a Embarcaciones pesqueras y deportivas (3) | 20 h. año<br>4 h. mes |
| 3. Otros puertos | 400 h. año<br>40 h. mes |
| 4. Terminales especializados | |
| — Pasajeros, Contenedores, Ferries y otros terminales que operen con líneas regulares | 200 h. año<br>20 h. mes |
| — Graneles de cualquier tipo y otros terminales que no operen con líneas regulares | 600 h. año<br>60 h. mes |

### 5.1.2 RESOLUCIÓN OPERACIONAL PUERTOS VECINO

En la siguiente tabla se resumen los límites operacionales impuestos para la autoridad marítima en los terminales de Patillos 1, Patillos 2 y Terminal Patache y Terminal Doña Inés de Collahuasi.

Cabe mencionar que todos los terminales se ubican en el sector sur de la bahía, con abrigo parcial al oleaje reinante desde el tercer cuadrante.

*Tabla 8. Tabla resumen restricciones operacionales terminales vecinos.*

| Terminal | Viento [nudos] | Corriente [nudos] | Altura de ola [m] | Separación al cabezo [m] | Maniobras |
|---|---|---|---|---|---|
| Patillos 1 | 15 - Amarre<br>20 – Perm. | 0.3 - Amarre<br>0.4 - Perm. | 1.5 - Amarre<br>2.0 - Perm. | 20 | Diurnas y nocturnas |
| Patillos 2 | | | | | |
| Patache | | | | 4 | |
| Doña Inés | | | | 8 | |

Como se observa en la tabla anterior, la Autoridad Marítima restringe el amarre para alturas de ola de 1.5m, es decir, no se pueden atracar naves con oleajes mayores o iguales a dicho valor. A su vez, se establece un límite de permanencia hasta alturas menores a 2m, superado este umbral las naves deben salir del terminal.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 30% del tiempo las naves no podrían atracar en el terminal y debiesen retirarse del terminal al menos un 2 ó 3% de las veces en que esté ocupado.

CONFIDENCIAL

## 5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA EL PROYECTO

Con los resultados obtenidos se puede afirmar que el sector de proyecto presenta un escaso abrigo natural. El oleaje incide directamente sobre el sector de proyecto experimentando leves transformaciones durante su proceso de propagación. En la siguiente figura se presenta, el clima de ola local representado en una serie temporal.

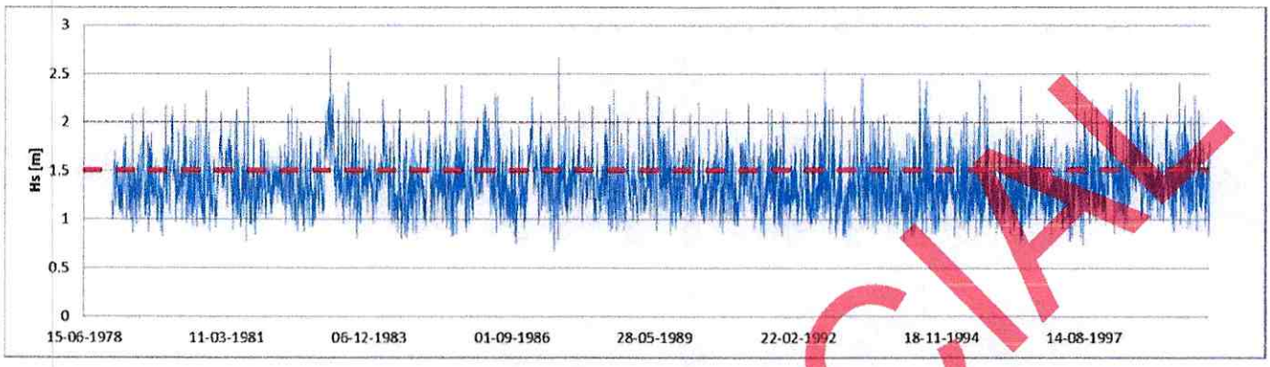



*Figura 18. Serie de tiempo de olas en el sitio de estudio.*

A modo de ilustrar con mayor detalle el oleaje a lo largo de un año, se presenta el clima de ola en la serie temporal para un año determinado.



*Figura 19. Serie de tiempo de oleaje año 1989.*

En la figura anterior se observa que de manera permanente, el oleaje presenta alturas de ola superior a Hs=1m, observándose que, de forma recurrente, en todos los meses se supera el umbral de Hs=1.5m.

En los meses de verano las alturas de ola presentan menores magnitud que en los meses de invierno, existiendo ventanas operacionales de mayor duración.

Es necesario recalcar que las recomendaciones establecen para las embarcación un umbral de Hs= 1.5m frente a la acción de un oleaje longitudinal. El oleaje local tal como se muestra en la Figura 16, presenta una amplia banda direccional, lo que indica que no existe una única dirección de incidencia o una dirección significativamente preferente.

En general, cuando los terminales se ubican en zonas abrigadas la banda direccional del oleaje se reduce, siendo ideal que esta banda direccional sea menor a ± 5°. Lo anterior es relevante ya que al presentarse en el sector de proyecto una banda direccional amplia, la altura de ola límite operacional debiesen reducirse a valores cercanos a Hs= 1m, lo que implicaría que cerca de un 97% del tiempo (valor obtenido de la Figura 17) el oleaje superará dicho umbral.

La no-disponibilidad de un terminal puede estimarse, de manera gruesa, mediante un análisis de la probabilidad conjunta que resulta del hecho que se presenten condiciones adversas cuando el

CONFIDENCIAL

terminal esté atendiendo una nave (este ocupado). Existen otros hechos que pueden aumentar la no-disponibilidad pero que no tienen un peso relevante, como por ejemplo; que la nave no pueda atracar cuando se presentan condiciones adversas (Hs >=1.5m), que el barco haya que retirarlo frente a condiciones de mal tiempo (Hs >=2.0m), etc.

Se realizó una estimación de la no-disponibilidad del terminal asumiendo una probabilidad conjunta entre la ocupación media anual de un 40% (valor límite recomendado para no incurrir en costos relevantes por *demurrage*) y la probabilidad que la altura de ola supere los umbrales de 1m y 1.5m para oleaje transversal y longitudinal a la nave, respectivamente. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

*Tabla 9. Estimación no-disponibilidad preliminar.*

| Altura de ola umbral límite [m] | Porcentaje de excedencia umbral [%] | Porcentaje ocupación [%] | No-disponibilidad [%] |
|---|---|---|---|
| 1.5 | 30 | 40 | 12 |
| 1.0 | 97 | 40 | 39 |

Los resultados expuestos en la tabla anterior muestran que la no-disponibilidad del terminal pudiese variar entre un 12% y 39%, ciertamente, el valor real estará entre estos dos valores ya que el oleaje no incide totalmente, ni longitudinal ni transversalmente.

CONFIDENCIAL

# 6. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Del análisis realizado se puede comentar y concluir lo siguiente:

- Se realizó un estudio de propagación de oleaje desde aguas profundas hasta la zona de proyecto con el modelo matemático STWAVE.
- Se utilizó una base de datos de aguas profundas de 20 años elaborada por ECMWF-ERA-Interim (modelo Europeo). En la que se señalan parámetros resúmenes de los parámetros Hmo, dirección media y periodo medio de las ondas.
- Los resultados de este análisis pueden ser subvalorados, es decir, el clima de olas local pudiese ser mayor al obtenido. Esto se debe a que las bases de datos de oleaje espectrales calibradas para el litoral chileno, respecto a la utilizada, corresponden ciertamente a estadísticas más precisas, ya que la energía del oleaje se reparte en frecuencia y dirección, por lo que es posible apreciar con mayor recurrencia oleajes desde el cuarto cuadrante, especialmente en verano. Además, a juicio del consultor, se estima que las principales diferencias en cuanto alturas de olas entre ambos tipos de estadísticas se presentan en condiciones de temporal, en el que la estadística del oleaje espectral calibrada pudiese presentar mayor energía.
- Los resultados del estudio permiten establecer que el sector de proyecto presenta un mínimo abrigo natural. El oleaje de aguas profundas es escasamente reducido durante su propagación, observándose coeficientes de agitación, en promedio, cercanos a un 80%, para el oleaje reinante de aguas profundas.
- La no-disponibilidad estimada para el terminal estará comprendida en el rango de 12% y 39%, valores superiores al rango recomendado en la literatura y que al incorporar otros aspectos como la influencia del viento, tiempos muertos por interrupción de operaciones, etc., podría aumentar.
- Además de la no-disponibilidad operacional por oleaje, existen otros factores no evaluados en este informe, que podrían aumentar dicho porcentaje, tales como:
  - El viento, que repercute en las actividades de amarre, desamarre, operación y *shifting*.
  - Mantenimientos correctivos de los equipos de manejo de material.
  - Tiempos muertos adicionales por obligación de retirar naves y volver a atracarlas.
- Las consecuencias de un *downtime* mayor a los recomendados en la literatura, podría implicar, al menos, los siguientes los inconvenientes:
  - Mayores costos por *demurrage*.
  - Mayores tiempos de atención de barco.
  - No satisfacción de la demanda anual de carguío.
- Finalmente, cabe mencionar que los terminales vecinos existentes en la bahía de Patillos presentan mejores condiciones locales que las del proyecto, con agitaciones para el oleaje reinante del tercer cuadrante menores en un 50% a 60%. Aun así, se destaca que ambos terminales corresponden a multiboyas orientados al oleaje y separados del cabezo donde se ubica el *shiploader*. La separación buque-muelle se debe a que el oleaje en este sector, que presenta mejores condiciones de agitación que en la zona evaluada, genera desplazamientos amplios de la nave. En este estudio no se ha evaluado los posibles desplazamientos de la nave, pero de acuerdo a las condiciones de oleaje obtenidas se espera que superen, gran parte del tiempo, los límites recomendados en la Tabla 6.

CONFIDENCIAL

000724

www.baird.com

CONFIDENCIAL

Baird

oceans
*engineering*
lakes
*design*
rivers
*science*
watersheds
*construction*

# Estudio de Oleaje
# Northport - Punta Cotitira

**Fecha** 09 Octubre 2014
**Número de Proyecto** 0900.102



www.baird.com

# Estudio de Oleaje
# Northport - Punta Cotitira

*Preparado para*

NORTHPORT

**Northport**
**Nueva de Lyon 96, of. 204**
**Providencia, Santiago**

*Preparado por*

Baird

**Baird & Associates S.A.**
**Padre Mariano 181, of. 902, Providencia, Santiago**

*Mediciones en terreno realizadas por*

GEOMAR INGENIERIA

*Para mayor información, favor contactar a*
*Patricio Monárdez (562) 2236-1222*
*pmonardez@baird.com*

*Número de proyecto: 0900.102*

CONFIDENCIAL

| Revisión | Fecha | Estado | Comentarios | Preparado por | Revisado por | Aprobado por |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | Octubre 09, 2014 | Borrador | Para Revisión Cliente | CMV/FVD | HAS | PMS |

Este informe fue preparado por Baird and Associates S.A., para para Northport. El material contenido en él refleja la opinión de Baird & Associates de acuerdo a la información disponible en el momento de su elaboración. Cualquier uso o decisión tomada, basada en este informe, por parte de terceros, es de entera responsabilidad de ellos. Baird & Associates no se hace responsable por daños y/o perjuicios causados como resultado de las decisiones o acciones tomadas por terceros, en relación con la información entregada en este informe.

ÍNDICE

**1.0 INTRODUCCIÓN ..... 1**

**2.0 PROYECTO OLAS DEL PACÍFICO: ANTECEDENTES GENERALES ..... 3**

2.1 Validación de la base de datos en aguas profundas ..... 5

2.1.1 Comparación de las series de tiempo de parámetros de resumen ..... 6

2.1.2 Comparación de las curvas de excedencia de altura de ola ..... 14

**3.0 TRANSFERENCIA DE OLEAJE ..... 19**

3.1 Metodología ..... 19

3.2 Resultados del modelo de transferencia – Olas operacionales ..... 21

**4.0 RESULTADOS: CLIMA DE OLEAJE OPERACIONAL ..... 24**

4.1 Resultados clima de oleaje operacional en aguas someras ..... 24

**5.0 VALICACIÓN DEL ESTUDIO DE OLEAJE ..... 27**

5.1 Metodología de validación directa de oleaje ..... 27

5.2 Mediciones efectuadas en terreno ..... 27

5.3 Resultados de la validación del estudio de oleaje (*Hindcast* de olas operacionales en aguas someras) ..... 28

**6.0 ANÁLISIS DE OLAS EXTREMAS EN AGUAS PROFUNDAS ..... 31**

6.1 Análisis espectral multimodal de valores extremos de oleaje ..... 31

6.2 Oleaje de diseño – Swell remoto SW ..... 32

6.3 Oleaje de diseño – Swell cercano SW ..... 35

6.4 Oleaje de diseño – Swell remoto NW ..... 37

**7.0 RESULTADOS: OLAS EXTREMAS EN AGUAS SOMERAS ..... 39**

7.1 Transferencia Oleaje de Diseño – Sistema Swell remoto SW ..... 39

7.2 Transferencia Oleaje de Diseño – Sistema Swell cercano SW ..... 41

7.3 Transferencia Oleaje de Diseño – Sistema Swell remoto NW ..... 42

**8.0 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS ..... 43**

ANEXO A DATOS DE GENERACIÓN DE ESPECTROS DE ENTRADA A MODELO STWAVE

ANEXO B RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VALORES EXTREMOS

CONFIDENCIAL

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 : Emplazamiento terminal marítimo granelero mecanizado ..... 2
Figura 2.1 : Área de cobertura de Olas del Pacífico ..... 3
Figura 2.2 : Puntos de validación Olas del Pacífico ..... 4
Figura 2.3 : Ubicación de las boyas oceanográficas de validación. ..... 5
Figura 2.4 : Validación directa en aguas profundas, boya Waverider 1981 v/s Olas Chile IV. ..... 7
Figura 2.5 : Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2000 v/s Olas Chile IV. ..... 8
Figura 2.6 : Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2001 v/s Olas Chile IV. ..... 9
Figura 2.7 : Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2002 v/s Olas Chile IV. ..... 10
Figura 2.8 : Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2003 v/s Olas Chile IV. ..... 11
Figura 2.9 : Validación directa en aguas profundas, boya Watchkeeper 2006-2007 v/s Olas Chile IV. ..... 12
Figura 2.10: Validación directa en aguas profundas, boya Watchkeeper 2009-2010 v/s Olas Chile IV. ..... 13
Figura 2.11: Comparación de las curvas de excedencia para la boya Waverider. ..... 15
Figura 2.12: Comparación de las curvas de excedencia para la boya TriAxys. ..... 16
Figura 2.13: Comparación de las curvas de excedencia para la boya Watchkeeper. ..... 18
Figura 3.1 : Grillas utilizadas para modelar la transformación de olas ..... 20
Figura 3.2 : Resultados típicos del modelo STWAVE: Hmo = 1m, Tp=14 s, DPK= SW. ..... 21
Figura 3.3 : Funciones de transferencia desde aguas profundas hasta nodo N1 ..... 23
Figura 4.1 : Rosa de altura y rosa de períodos de oleaje – N1 ..... 26
Figura 4.2 : Gráfico de excedencia de Hmo – N1 ..... 26
Figura 5.1 : Validación directa en nodo de mediciones– Punta Cotitira ..... 29
Figura 6.1 : Rosa de intensidad de puntos – Partición espectral multimodal – Nodo Iquique ..... 31
Figura 6.2 : Análisis de valores extremos Iquique – Aguas Profundas – Swell remoto SW ..... 34
Figura 6.3 : Análisis de valores extremos Iquique – Aguas Profundas – Swell cercano SW ..... 36
Figura 6.4 : Análisis de valores extremos Valparaíso – Aguas Profundas – Swell remoto NW ..... 38
Figura 7.1 : Resultados típicos de los modelos utilizados, olas de diseño Swell remoto SW: Hmo= 5. m (Tr= 100 años), DPK= 230°, Tp=18 s ..... 40
Figura 7.2 : Resultados típicos de los modelos utilizados, olas de diseño Swell cercano SW: Hmo= 3.5 m (Tr= 100 años), DPK= 218°, Tp=7 s ..... 41
Figura 7.3 : Resultados típicos de los modelos utilizados, olas de diseño Swell remoto NW: Hmo= 2.1 m (Tr= 100 años), DPK= 300°, Tp=19 s ..... 42

CONFIDENCIAL

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Posicionamiento de las boyas oceanográficas de validación. ..... 5
Tabla 3.1: Ubicación de los nodos de extracción de datos de olas ..... 20
Tabla 4.1: Listado de las representaciones gráficas y tablas ..... 24
Tabla 4.2: Tabla bi-variable de olas– Altura (Hs) por Período (Tp) – N1 ..... 25
Tabla 4.3: Tabla bi-variable de olas – Altura (Hs) por Dirección (DPK) – N1 ..... 25
Tabla 5.1: Parámetros estadísticos de oleaje – Campaña de invierno – Punta Cotitira. ..... 30
Tabla 6.1: Listado de 30 tormentas extremas para Iquique – Aguas Profundas – Swell remoto SW ..... 32
Tabla 6.2: Análisis de valores extremos Iquique - Aguas profundas – Swell remoto SW ..... 34
Tabla 6.3: Caso de Dirección/Período - oleaje de diseño – Swell remoto SW ..... 34
Tabla 6.4: Listado de 30 tormentas extremas para Iquique – Aguas Profundas – Swell cercano SW ..... 35
Tabla 6.5: Análisis de valores extremos Iquique - Aguas profundas – Swell cercano SW ..... 36
Tabla 6.6: Caso de Dirección/Período - oleaje de diseño - Swell cercano SW ..... 36
Tabla 6.7: Listado de 30 tormentas extremas para Iquique – Aguas Profundas – Swell remoto NW ..... 37
Tabla 6.8: Análisis de valores extremos Iquique - Aguas profundas – Swell remoto NW ..... 38
Tabla 6.9: Caso de Dirección/Período - oleaje de diseño – Swell remoto NW ..... 38
Tabla 7.1: Valores extremos de altura de olas en nodo N1 - Oleaje de diseño Swell remoto SW ..... 40
Tabla 7.2: Valores extremos de altura de olas en nodo N1 - Oleaje de diseño Swell cercano SW ..... 41
Tabla 7.3: Valores extremos de altura de olas en nodo N1 - Oleaje de diseño Swell remoto NW ..... 42

CONFIDENCIAL

## 1.0 INTRODUCCIÓN

Baird & Associates S.A. (Baird) ha desarrollado, bajo solicitud de Northport, un estudio de clima de oleaje en el sector de Punta Cotitira, Región de Tarapacá. Esto obedece al interés en desarrollar un terminal marítimo granelero mecanizado, para lo cual es necesario definir el clima de oleaje operacional y de diseño en la zona de interés, de modo de apoyar el desarrollo del proyecto.

Este estudio fue desarrollado utilizando la base de datos de olas en aguas profundas *Olas Chile IV*, que fue completada el año 2010 como un proyecto desarrollado para el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). Este proyecto tuvo como principal objetivo el desarrollo de una base de datos de olas operacionales de largo plazo, confiable y válida para toda la costa de Chile, que además considera el análisis de climas de olas extremas (de diseño) en aguas profundas.

El nodo de la base de datos de Olas Chile costa afuera de Iquique (20°S 71°W) fue utilizado como la fuente de datos de olas para este estudio, los cuales fueron transferidos de manera espectral hacia dos nodos en la zona de estudio, correspondientes a N1 y el punto de validación Ninv (Figura 1.1), resultando en la definición de los climas de olas operacional y extremo en dichos nodos.

La transferencia de oleaje fue realizada mediante el empleo del modelo STWAVE (*Steady state spectral WAVE model*), versión 4.0, desarrollado por el USACE (*US Army Corps of Engineers*). El detalle de la metodología de transferencia empleada se describe más adelante.

El **Capítulo 2** de este estudio del clima de olas contiene una revisión general del Proyecto Olas Chile.

El proceso de transferencia espectral del oleaje desde aguas profundas hacia la zona de Punta Cotitira se presenta en el **Capítulo 3**.

Los resultados del estudio del clima de oleaje operacional en el nodo N1, se presentan en el **Capítulo 4**.

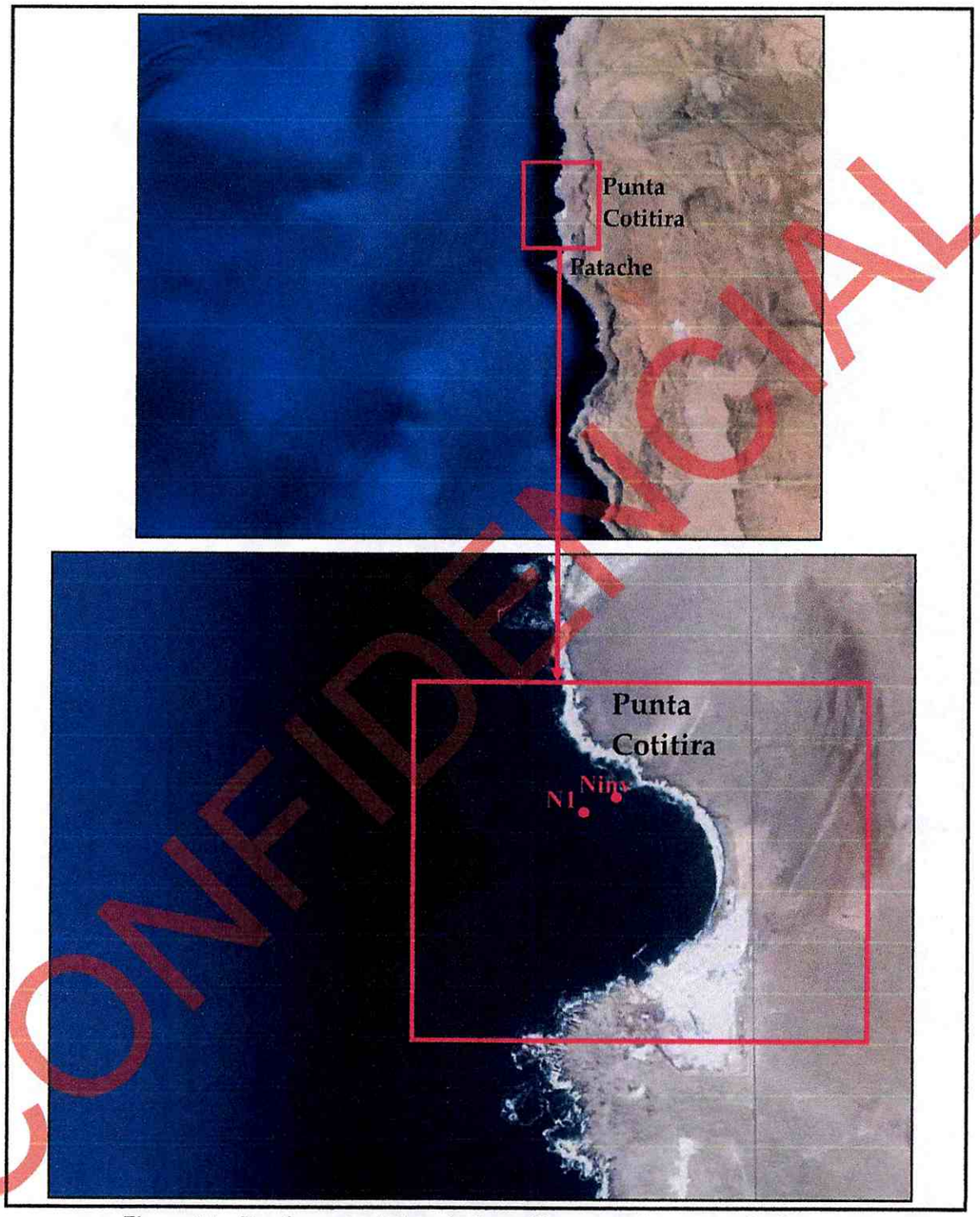
El **Capítulo 5** muestra los resultados del proceso de validación del oleaje resultante en aguas someras efectuado con los registros de oleaje obtenidos en el sitio de estudio.

En el **Capítulo 6** se describen la metodología y análisis para determinar el clima de olas de diseño en aguas profundas.

Los resultados del clima de oleaje extremo (de diseño) en el sector de interés se presenta en el **Capítulo 7**.

Finalmente, en el **Capítulo 8** se presentan las conclusiones y comentarios del estudio.

CONFIDENCIAL




CONFIDENCIAL

**Figura 1.1: Emplazamiento terminal marítimo granelero mecanizado**

## 2.0 PROYECTO OLAS DEL PACÍFICO: ANTECEDENTES GENERALES

El Proyecto Olas Chile fue desarrollado por el SHOA y Baird & Associates S.A en sus versiones I (2002) y II (2005). Posteriormente Baird, conforme al avance del estado del arte en esta materia, genera dos nuevas versiones en el año 2007 y 2010. Esta última cubre todo el Océano Pacífico, razón por la cual la base de datos toma el nombre Olas del Pacífico. Ésta tiene por objetivo definir una base de datos de largo plazo de espectros direccionales de oleaje en aguas profundas, sobre toda la costa del Pacífico (ver Figura 2.1).

Este proyecto se basa en un modelo *hindcast* de tercera generación, que en su versión IV considera la generación de olas en todo el Océano Pacífico desde 1980 a 2009. Dicha modelación numérica y la base de datos resultante fueron validadas en 13 puntos con las mediciones de la NOAA y datos satelitales (ver Figura 2.2). Esta es la más sofisticada iniciativa de modelación de oleaje llevada a cabo para definir el clima de olas a lo largo de toda la costa del Pacífico.

La página www.olasdelpacifico.com cuenta con mayor información acerca de este proyecto.

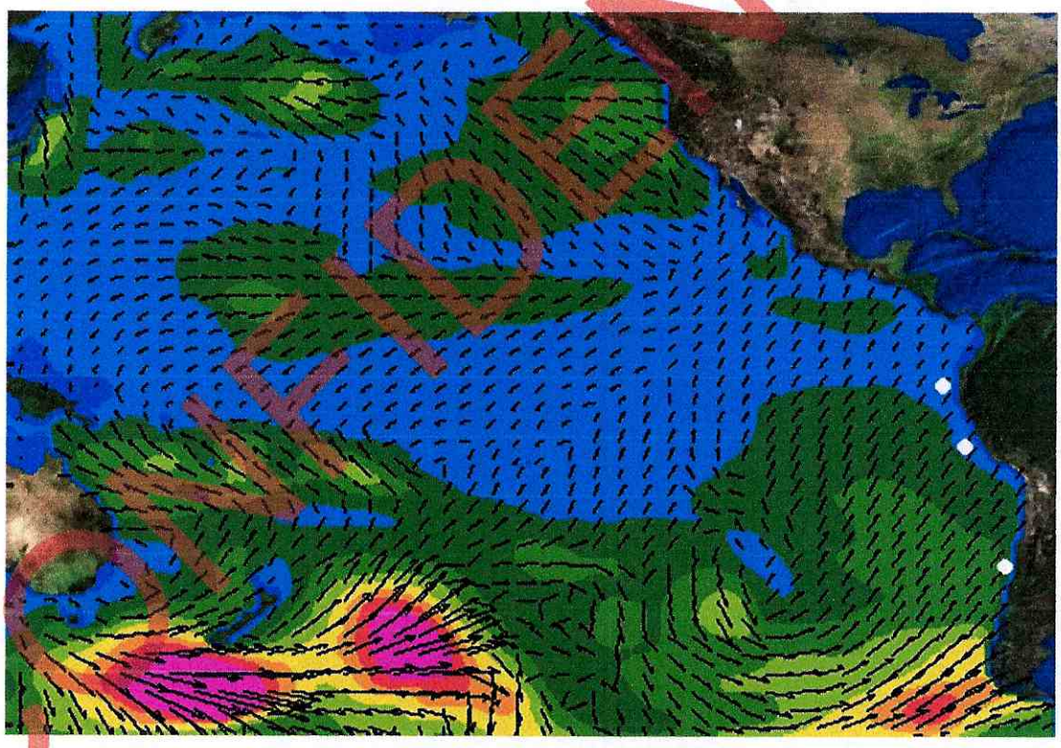


**Figura 2.1: Área de cobertura de Olas del Pacífico**

COPIA CONFIDENCIAL

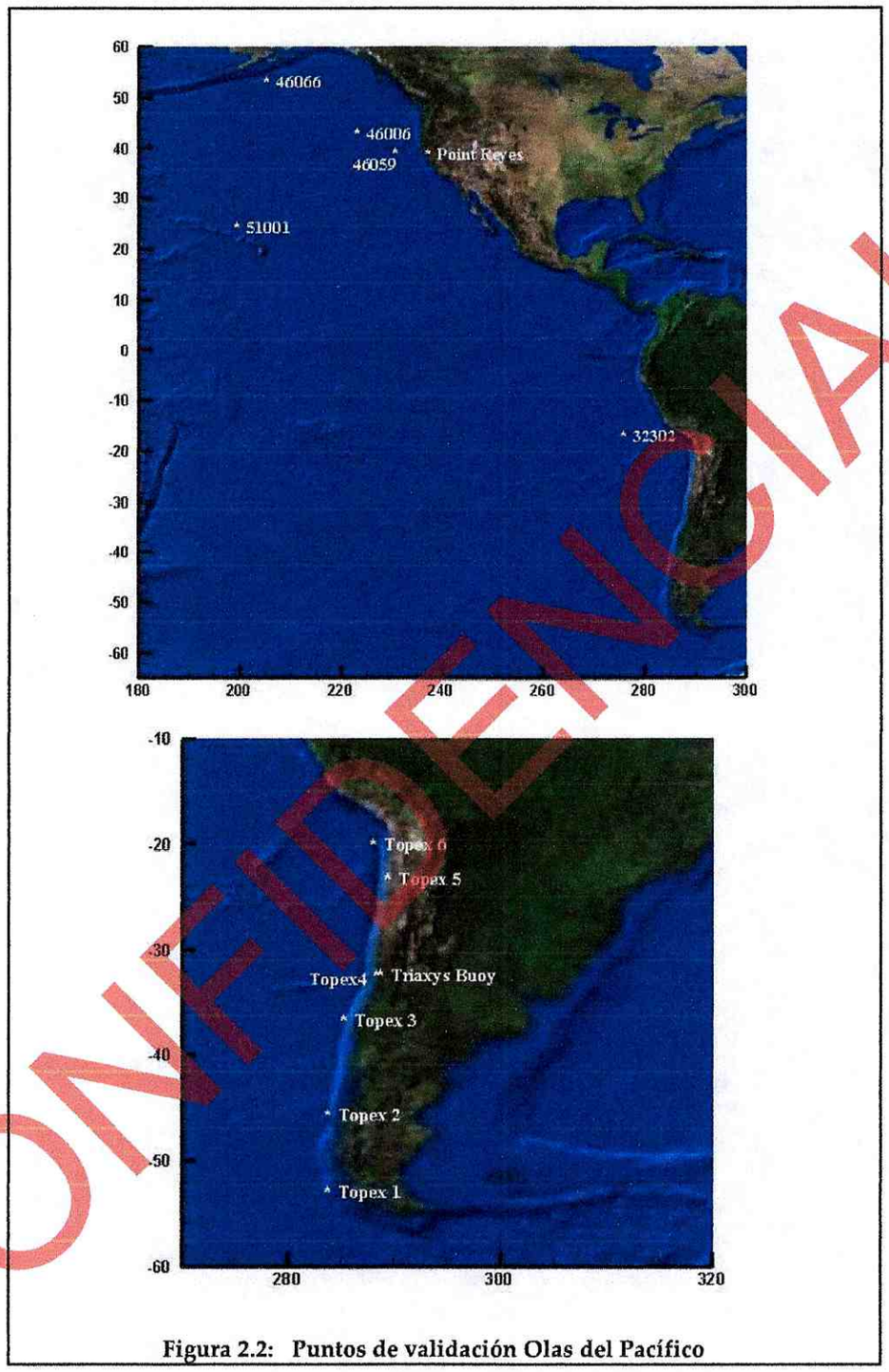



**Figura 2.2: Puntos de validación Olas del Pacífico**

CONFIDENCIAL

## 2.1 Validación de la base de datos en aguas profundas

La base de datos a utilizar (Olas del Pacífico) se encuentra validada contra 13 estaciones de medición de oleaje realizadas por la NOAA y por el satélite Topex.

Durante el proyecto Olas del Pacífico se puso especial énfasis en la validación de los resultados del *hindcast* contra las mediciones de boyas del SHOA durante los últimos años. Para realizar la validación de la base de datos en aguas profundas se dispuso de información proveniente desde las boyas oceanográficas del SHOA, TriAxys, Watchkeeper y Waverider en la bahía de Valparaíso. Cada una de estas se ubicó de acuerdo a información provista por el SHOA, la cual se muestra en la Figura 2.3 y se detallada en la Tabla 2.1.




**Figura 2.3: Ubicación de las boyas oceanográficas de validación.**

**Tabla 2.1: Posicionamiento de las boyas oceanográficas de validación.**

| Tipo de Boya | Latitud | Longitud | Profundidad | Distancia a la costa | Período de medición |
|---|---|---|---|---|---|
| Waverider | 32°59'20.00"S | 71°37'30.00"O | 105 m | 7.25 Km | 05/02/81 al 13/08/81 |
| TriAxys | 32°58'31.00"S | 71°39'30.00"O | 110 m | 10.5 Km | 01/06/00 al 29/09/00 |
| TriAxys | 32°55'43.00"S | 71°40'34.00"O | 135 m | 12.0 Km | 06/04/01 al 29/12/01 |
| TriAxys | 32°54'03.63"S | 71°41'32.43"O | 138 m | 17.3 Km | 01/01/02 al 31/12/02<br>01/02/03 al 31/12/03 |
| Watchkeeper | 32°59'13.00"S | 71°49'26.00"O | 485 m | 26.3 Km | 24/10/06 al 26/10/07<br>01/09/09 al 10/10/10 |

Se compararon tanto las series de tiempo de parámetros de resumen como las curvas de excedencia de altura de olas para cada una de las boyas oceanográficas en sus respectivas ubicaciones en los períodos de tiempo registrados, por lo cual se desarrolló una transferencia espectral bidimensional de la base de datos de Olas Chile IV hasta cada uno de los nodos, mediante la construcción de funciones de transferencia desde el modelo numérico STWAVE.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los análisis desarrollados. Se destaca que al tratarse de comparaciones de bases de datos en aguas profundas, estos son representativos de la calidad total del modelo (generación y propagación en aguas profundas) y por lo tanto se pueden considerar como válidos para el dominio completo, especialmente el Pacífico Sur.

CONFIDENCIAL

### 2.1.1 Comparación de las series de tiempo de parámetros de resumen

En las Figuras 2.4 a 2.10 se ilustran los resultados de las comparaciones de las series de tiempo de parámetros de resumen de oleaje en aguas profundas, para cada una de las mediciones detalladas en laTabla 2.1, las que constituyen aproximadamente 9 años de mediciones.

Adicionalmente se han incorporado los gráficos de cuantil-cuantil a la derecha de las Figuras 2.4 a 2.10. En estas figuras, los puntos muestran la relación entre el dato de campo (mediciones) y el resultado obtenido con el modelo para la misma información. Cruza el gráfico una línea roja, que simboliza la relación directa entre mediciones y modelaciones (línea de 45°, es decir, relación uno a uno, correlación de 100%). De este modo, cada vez que los puntos se encuentren más cercanos a la línea, se interpreta que el modelo es capaz de representar de manera adecuada el comportamiento del oleaje en el lugar.

Del análisis de las figuras se advierte que en términos generales existe un comportamiento similar entre los parámetros de resumen medidos y los obtenidos mediante la transferencia del hindcast hacia cada una de las posiciones de las boyas oceanográficas empleadas.

*a) Waverider – 6 meses de datos*

En el caso de la boya waverider (Figura 2.4) sólo se han comparado la altura y período del oleaje, debido a que solo es un sensor de medición escalar (sin dirección). Se advierte que existe una similitud adecuada entre los parámetros de oleaje analizados, tanto para su evolución temporal como para su comportamiento dato a dato.

*b) Triaxys – 36 meses de datos*

Los resultados obtenidos para las boyas triaxys permitieron comparar las alturas, períodos y direcciones. En todos los años disponibles de esta boya en distintas ubicaciones cerca de la bahía de Valparaíso, se obtuvieron comportamientos similares entre las mediciones y los resultados del hindcast, tanto para su evolución temporal como para su correlación dato a dato.

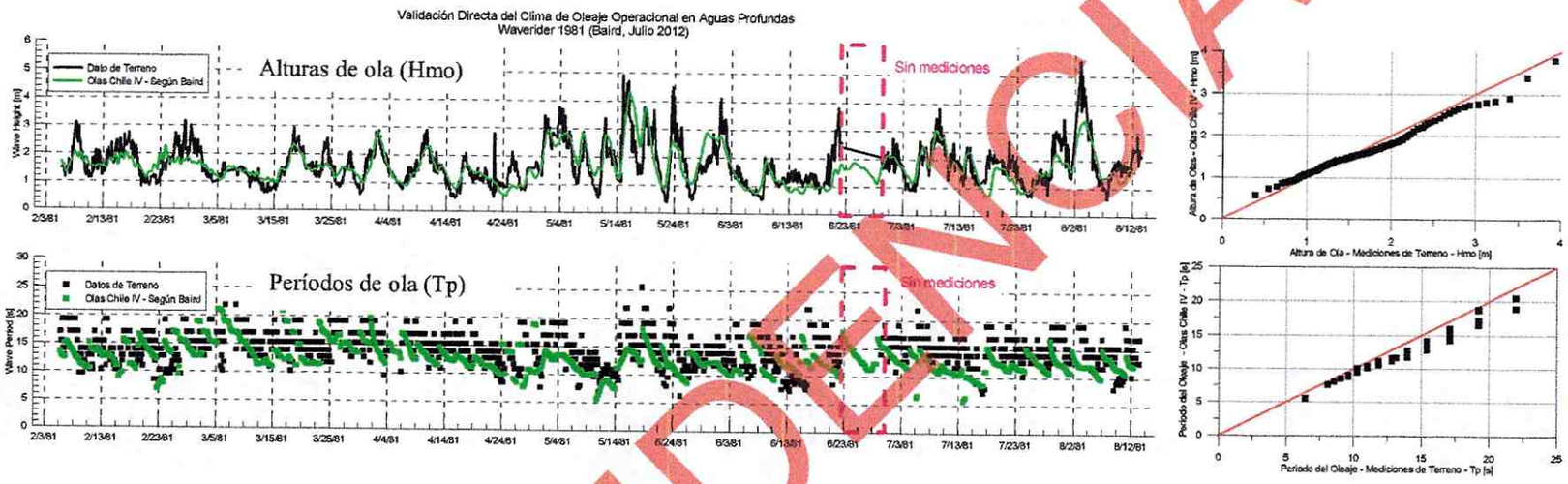
Del análisis de las figuras de la boya triaxys (Figura 2.5 a Figura 2.8) se concluye que la base de datos en aguas profundas es capaz de representar de manera adecuada las condiciones operacionales del oleaje, así como también los eventos de mayor energía para los tres parámetros de resumen analizados.

*c) Watchkeeper – 24 meses de datos*

La boya direccional watchkeeper mostró resultados similares a los obtenidos previamente por los sensores waverider y triaxys, siendo similares las series de tiempo simuladas y medidas, para los parámetros de resumen del oleaje analizados.

La correspondencia entre las alturas, períodos y direcciones muestran que la base de datos de Olas Chile IV es capaz de simular las bimodalidades propias de las condiciones de oleaje en las costas de Valparaíso, debido a que tanto los cambios de períodos como de direcciones en el tiempo son representados de manera adecuada.

CONFIDENCIAL




Izq) Comparaciones en serie de tiempo

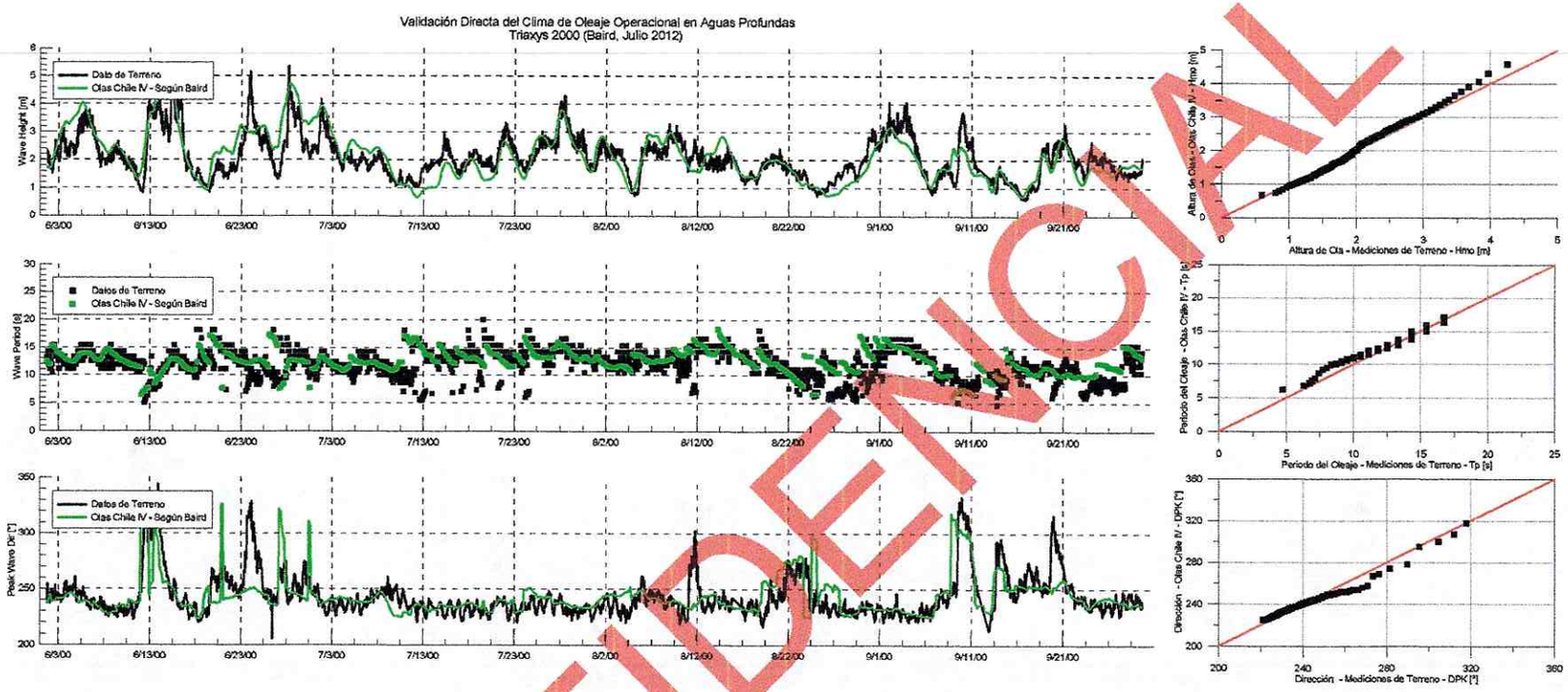
Der) Comparaciones dato a dato

**Figura 2.4: Validación directa en aguas profundas, boya Waverider 1981 v/s Olas Chile IV.**

CONFIDENCIAL



DOC735




Izq) Comparaciones en serie de tiempo

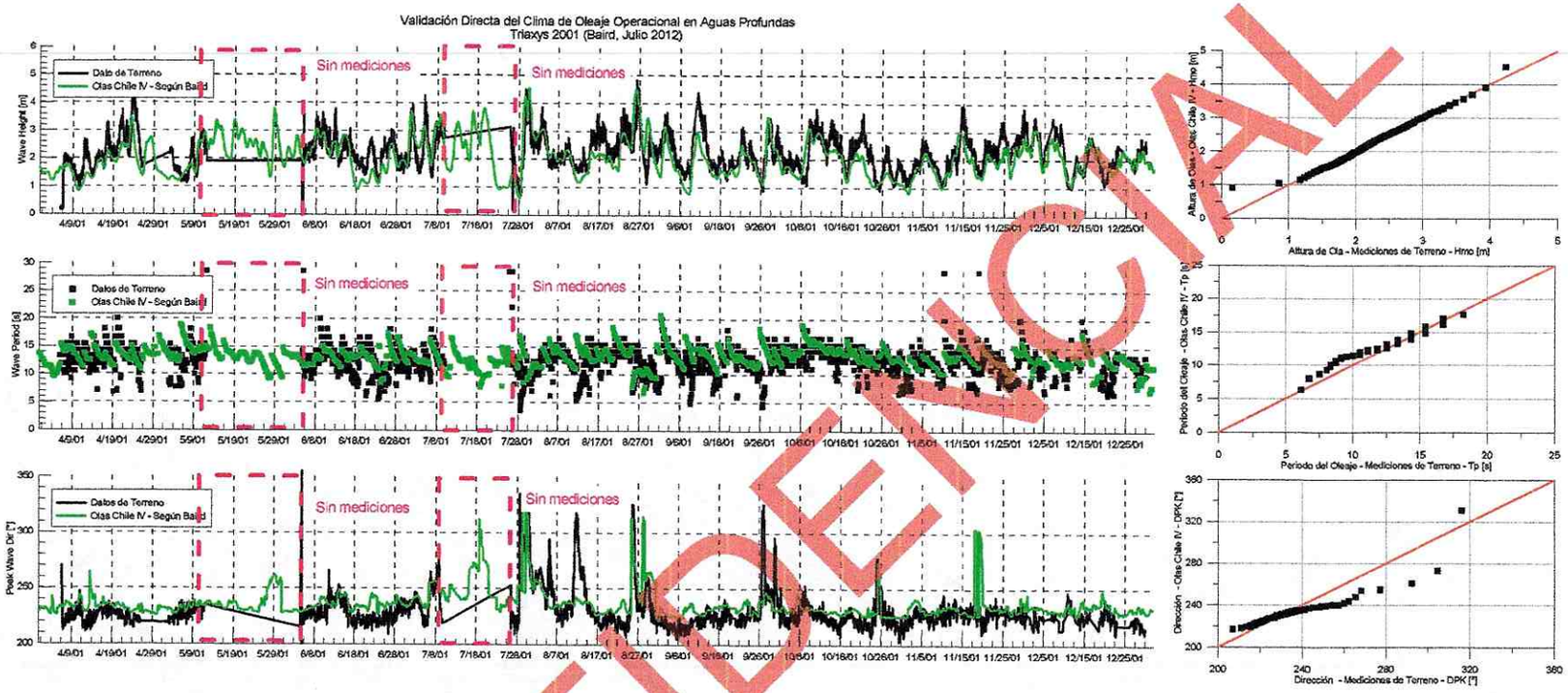
Der) Comparaciones dato a dato

**Figura 2.5: Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2000 v/s Olas Chile IV.**

CONFIDENCIAL



001738




Izq) Comparaciones en serie de tiempo

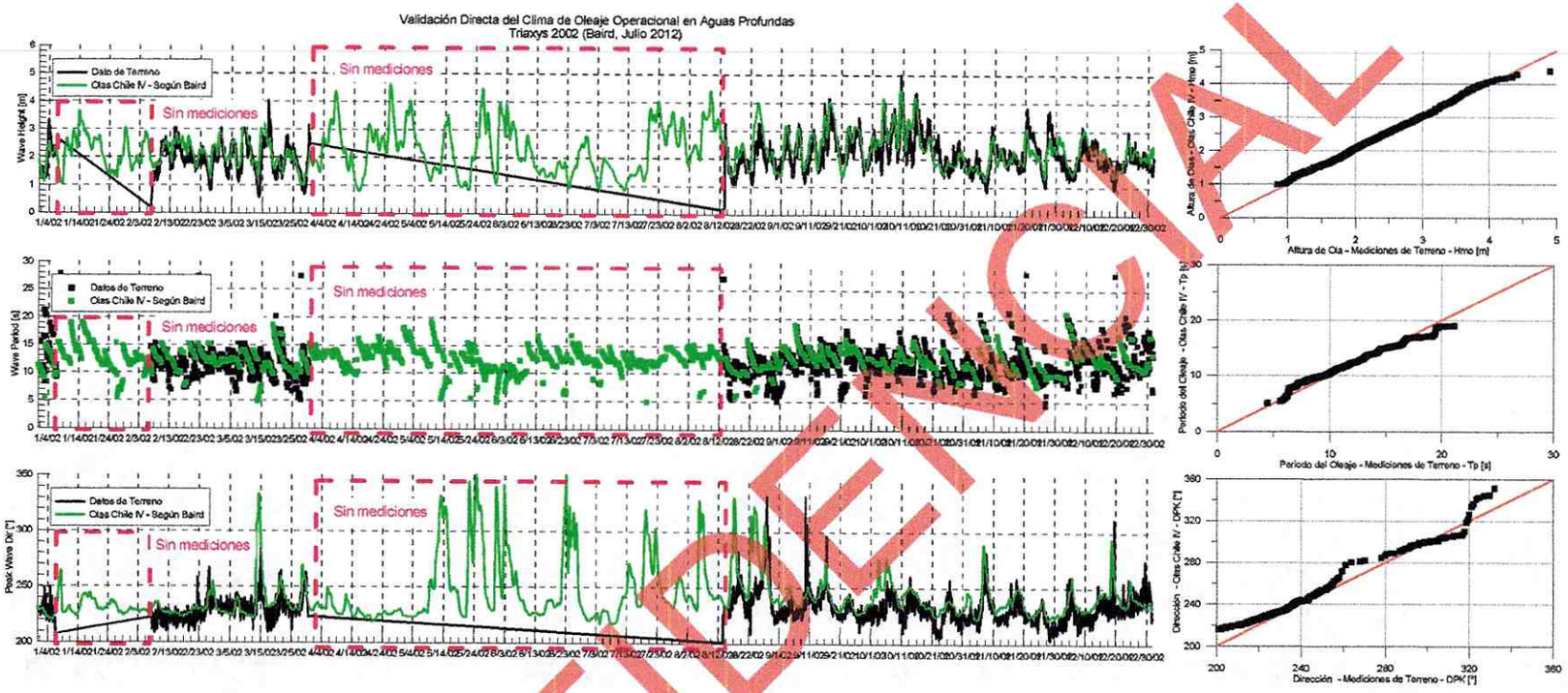
Der) Comparaciones dato a dato

**Figura 2.6: Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2001 v/s Olas Chile IV.**

CONFIDENCIAL



000737



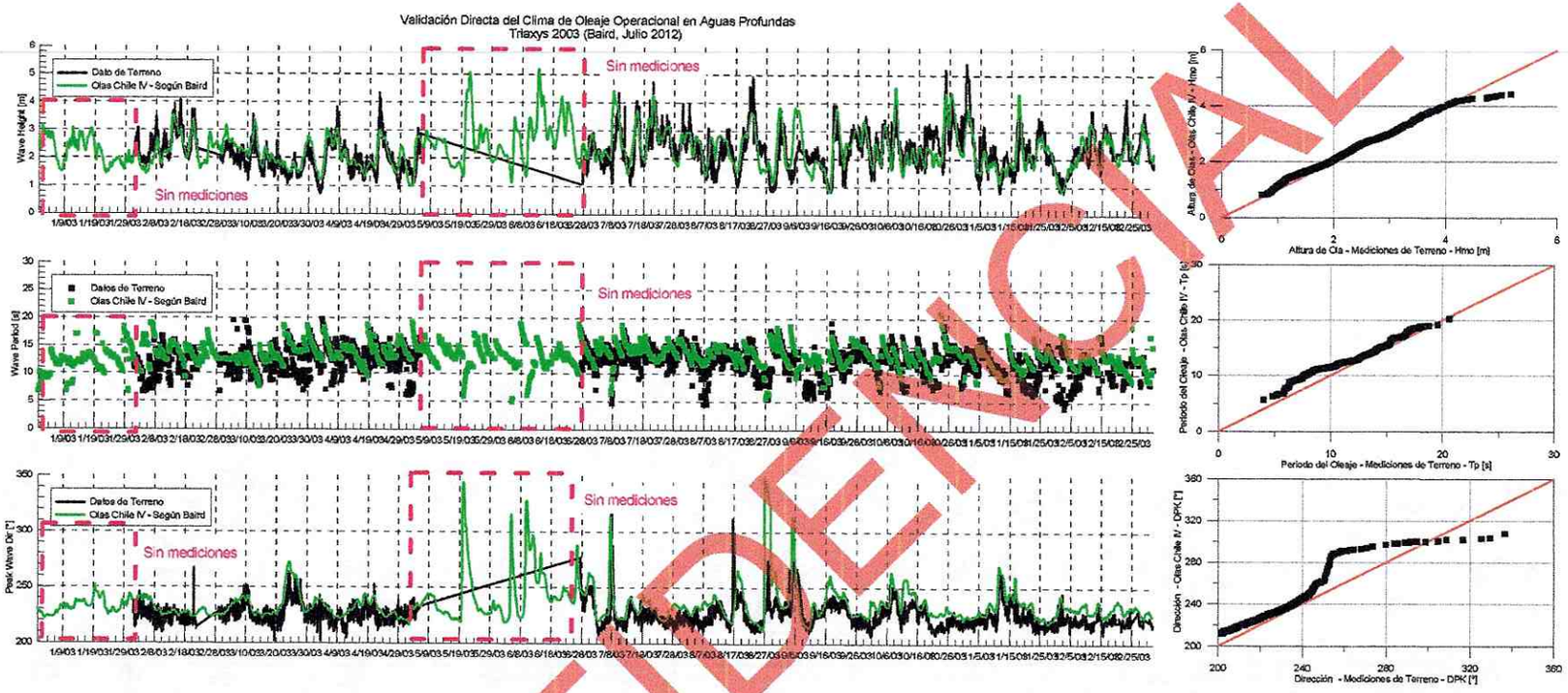

Izq) Comparaciones en serie de tiempo Der) Comparaciones dato a dato

**Figura 2.7: Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2002 v/s Olas Chile IV.**

CONFIDENCIAL



007738




Izq) Comparaciones en serie de tiempo

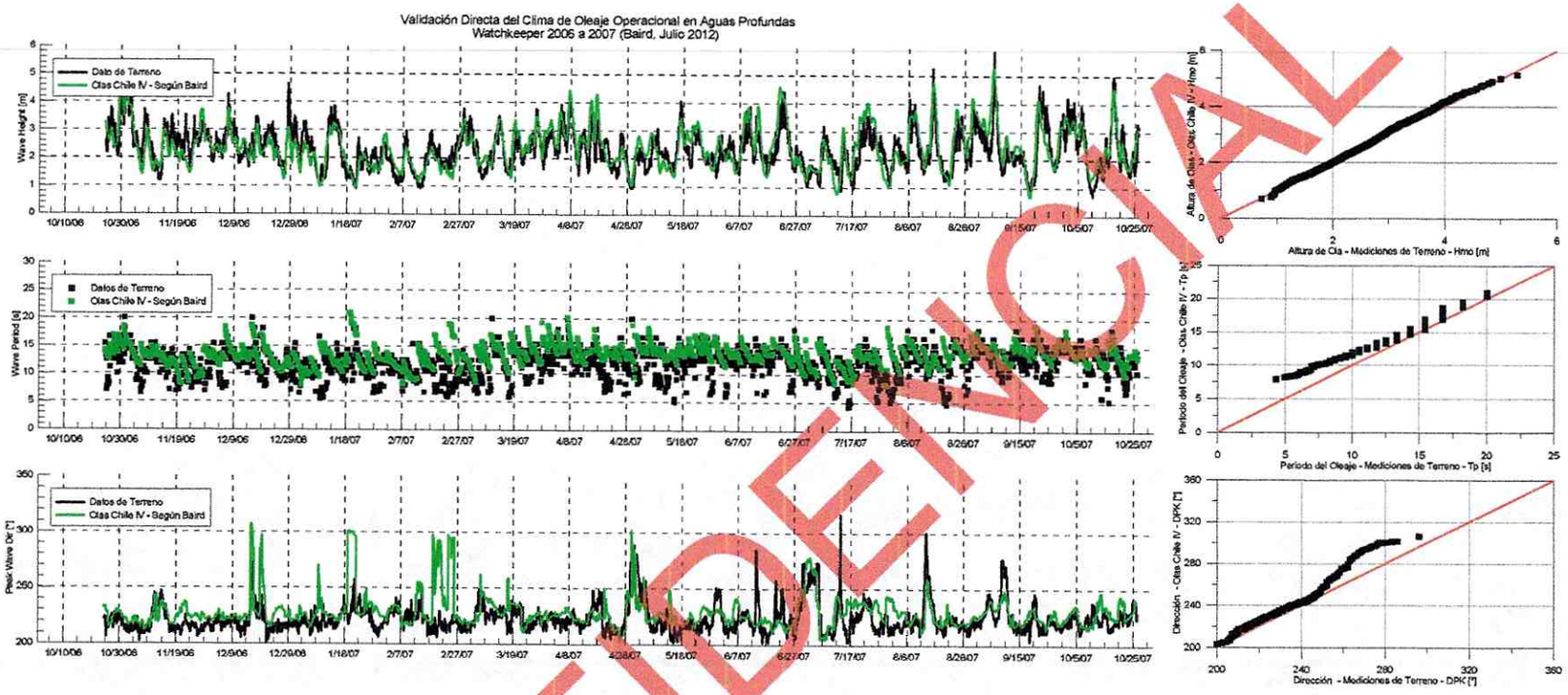
Der) Comparaciones dato a dato

**Figura 2.8: Validación directa en aguas profundas, boya Triaxys 2003 v/s Olas Chile IV.**

CONFIDENCIAL



0007739

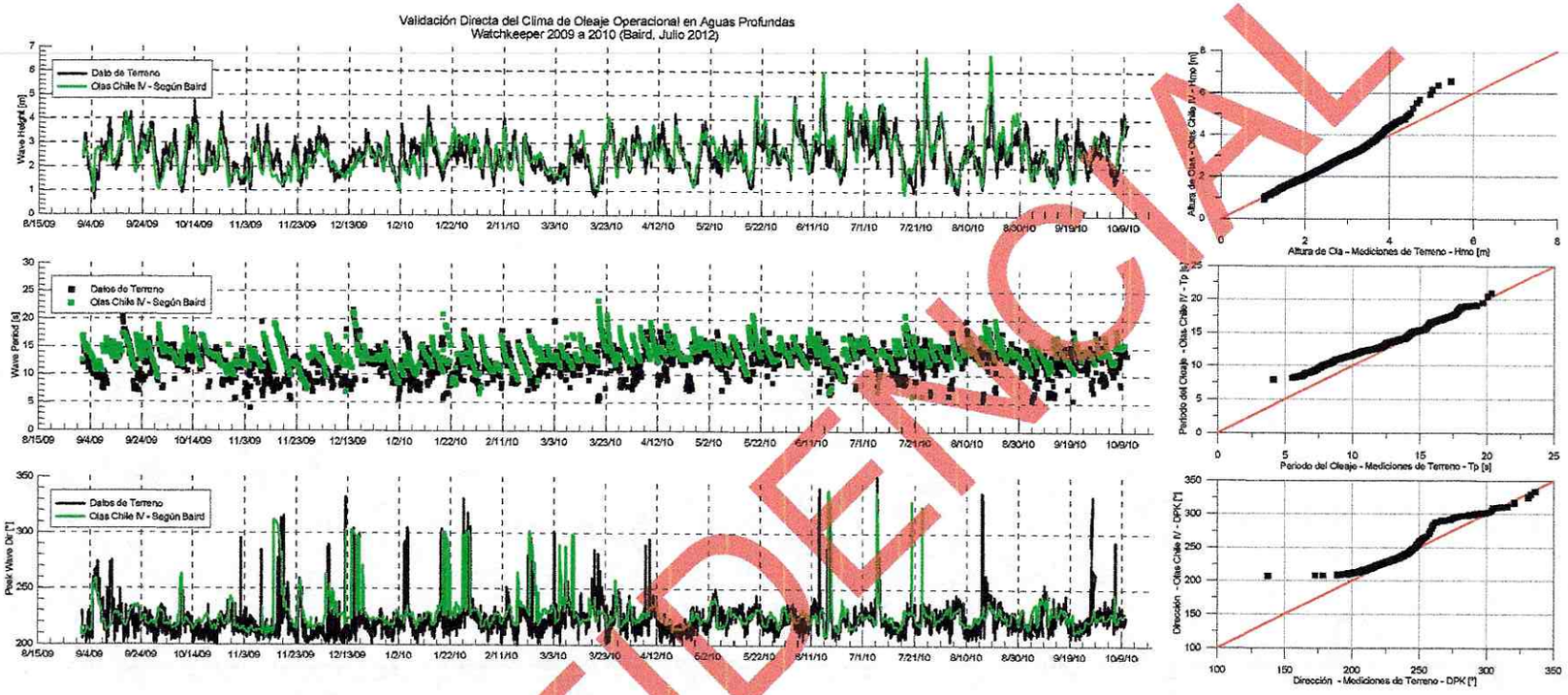



Izq) Comparaciones en serie de tiempo

Der) Comparaciones dato a dato

**Figura 2.9: Validación directa en aguas profundas, boya Watchkeeper 2006-2007 v/s Olas Chile IV.**

CONFIDENCIAL




Izq) Comparaciones en serie de tiempo

Der) Comparaciones dato a dato

**Figura 2.10: Validación directa en aguas profundas, boya Watchkeeper 2009-2010 v/s Olas Chile IV.**

CONFIDENCIAL



001741

### 2.1.2 Comparación de las curvas de excedencia de altura de ola

En las Figuras 2.11 a 2.13 se muestran los resultados obtenidos de la comparación de las curvas de excedencia para cada una de las boyas oceanográficas empleadas. Del análisis de estas se advierte que la base de datos de Olas Chile IV representa de manera adecuada las condiciones de oleaje en aguas profundas a intermedias.

*a) Waverider – 6 meses de datos*

Para el caso específico de la boya Waverider, las curvas de excedencia ilustradas en la Figura 2.11 muestran una similitud adecuada con leve tendencia de la base de datos de Olas Chile IV al subestimar las alturas de olas asociadas a probabilidades de excedencia mayores al 50%. Sin embargo esta diferencia no supera los 50 cms (como valor máximo para olas excedidas sólo el 3% del tiempo) y tiene un promedio de 11 cms.

*b) Triaxys – 36 meses de datos*

En la Figura 2.12 se muestran los resultados obtenidos de la comparación de las curvas de excedencia de altura de olas para los años 2000 (a), 2001 (b), 2002 (c) y 2003 (d) medidos con la boya triaxys. Cada uno de estos períodos de tiempo mostró valores similares entre las mediciones y los datos del hindcast proveniente de la base de datos de Olas Chile IV.

Las diferencias encontradas no sobrepasan los 20 centímetros en promedio para los cuatro años de estadísticas analizados.

*c) Watchkeeper - 24 meses de datos*

En la Figura 2.13 se muestran los resultados de la comparación de las curvas de excedencia de las mediciones del año 2006 a 2007 (a) y 2009 a 2010 (b). En ambos casos se aprecia que la base de datos de Olas Chile IV tiende a un ajuste adecuado, con diferencias no significativas para olas que solo se exceden el 20% del tiempo.

El análisis anterior demuestra el buen ajuste de la base de datos para todas las mediciones empleadas en la validación.

CONFIDENCIAL

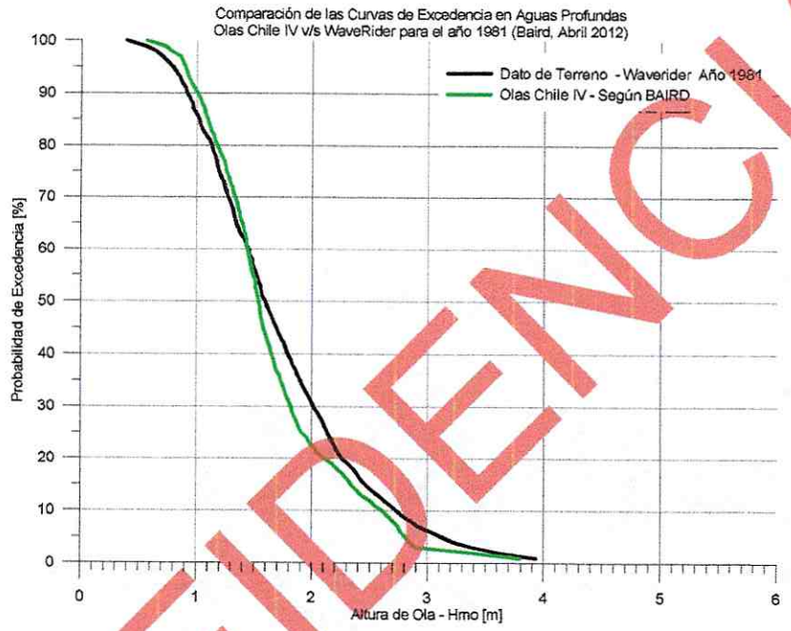



**Figura 2.11: Comparación de las curvas de excedencia para la boya Waverider.**

CONFIDENCIAL



0007743

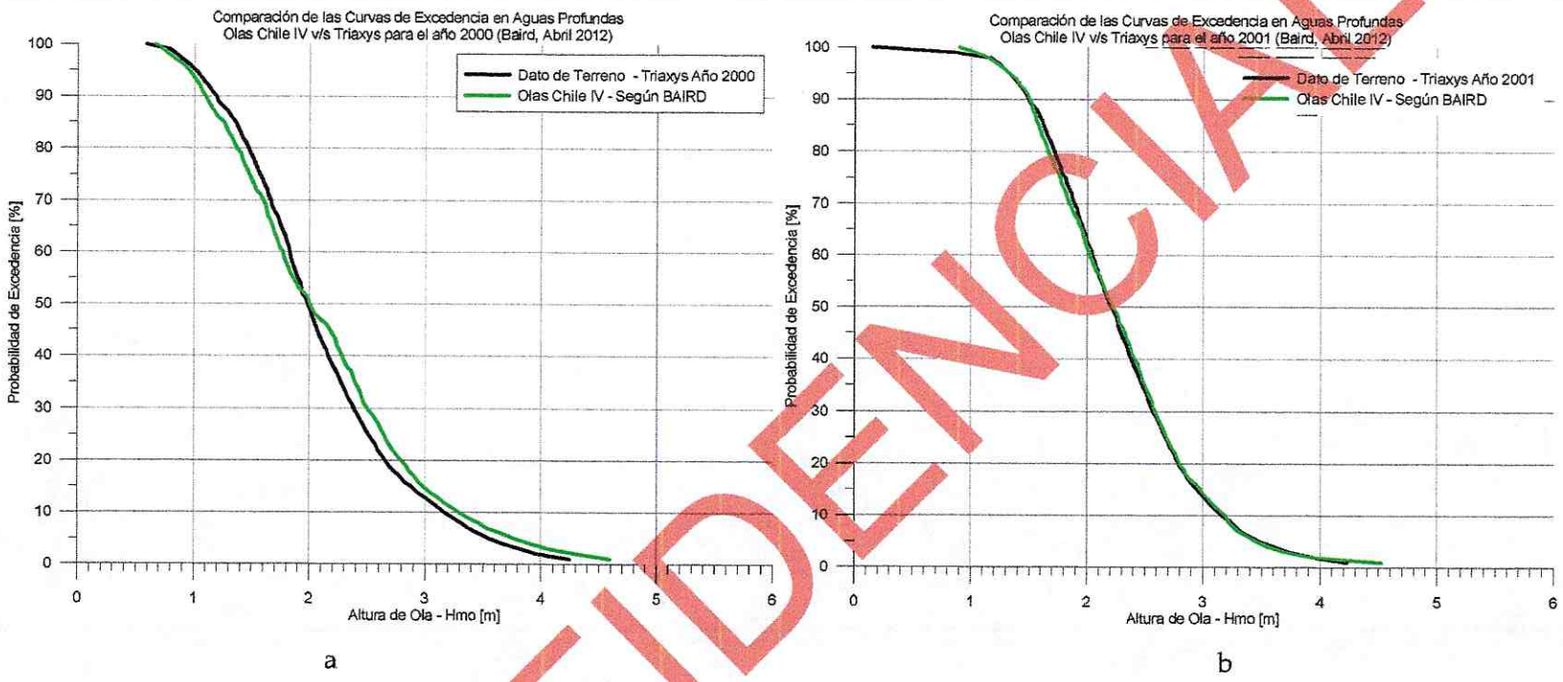
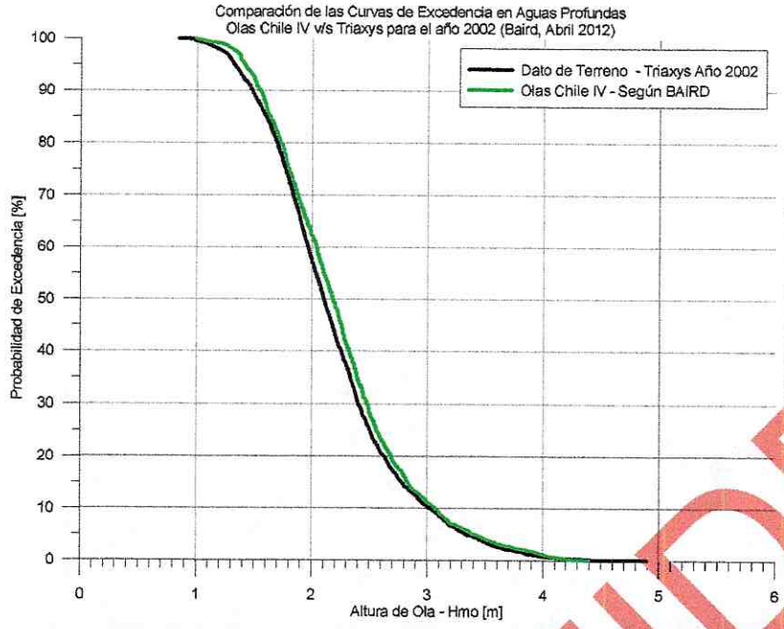



**Figura 2.12: Comparación de las curvas de excedencia para la boya TriAxys.**

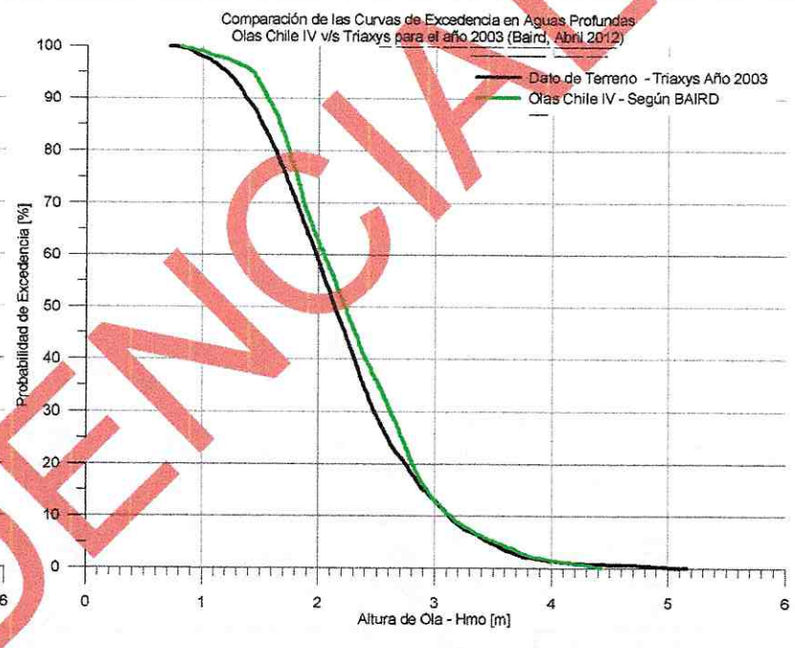
CONFIDENCIAL



001744




c




d

**Continuación Figura 2.12**

CONFIDENCIAL



00743

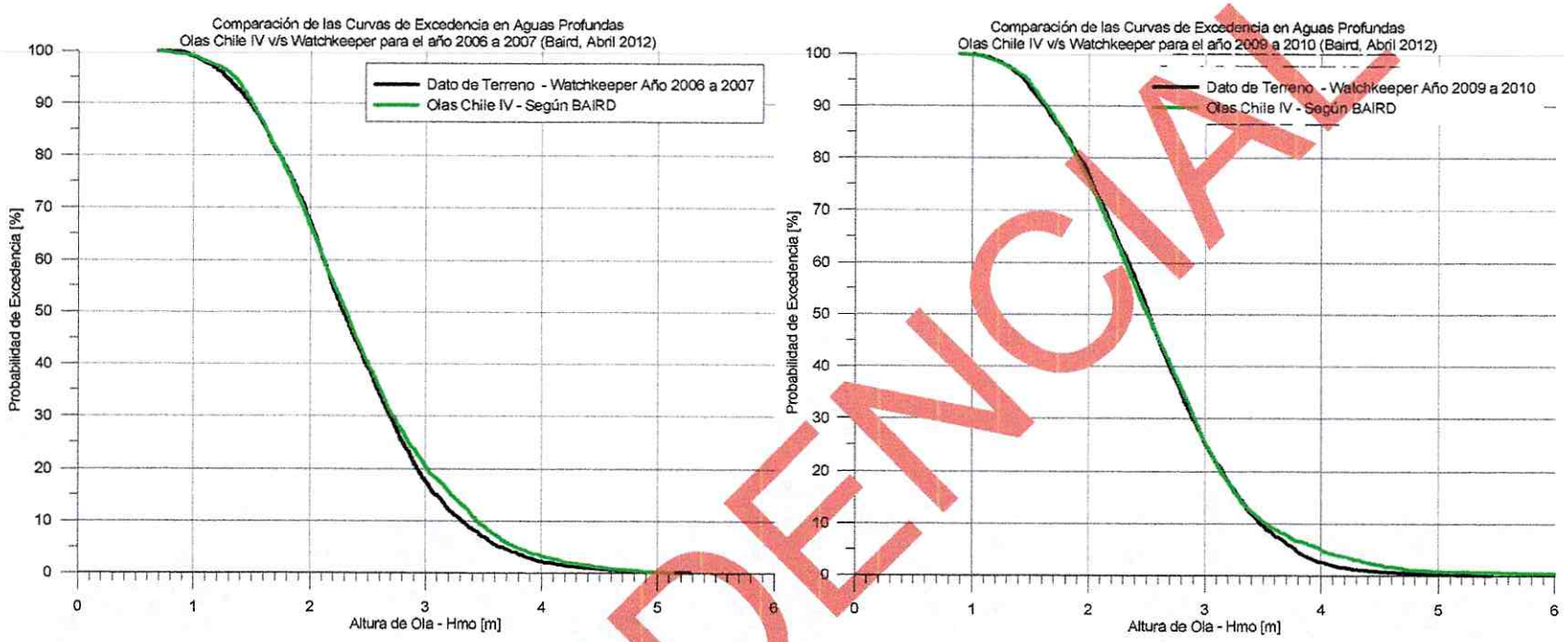



**Figura 2.13: Comparación de las curvas de excedencia para la boya Watchkeeper.**

CONFIDENCIAL



000748

# 3.0 TRANSFERENCIA DE OLEAJE

## 3.1 Metodología

Se efectuó un análisis de refracción y shoaling del oleaje para transferir las condiciones de las olas obtenidas del *hindcast* en aguas profundas hacia dos puntos ubicados en Punta Cotitira. Este proceso de transformación simula los cambios en la altura y dirección de ola de acuerdo con la respuesta del oleaje a la batimetría en aguas someras.

Para simular la transformación del oleaje se utilizó el modelo espectral STWAVE (*STeady state spectral WAVE model*), que fue desarrollado por el USACE (*US Army Corps of Engineers*). Este modelo tiene la capacidad de simular espectros de olas irregulares, multidireccionales y los procesos de refracción, shoaling, rompiente, interacción olas-corrientes y difracción.

Es importante hacer notar que la difracción en el modelo está incluida como un suavizado numérico de la energía de olas en cada columna de la grilla del modelo, de manera de evitar gradientes de energía muy pronunciados.

Con STWAVE, se simularon las condiciones de oleaje en aguas profundas para direcciones desde el SSW al NNW, con un incremento de 15°, para períodos (Tp) de 6 a 24 seg. y condiciones de altura significativa del oleaje unitaria (Hmo= 1). Dichas simulaciones se realizaron con una grilla externa más espaciada (100m X 100m), que coincide con las direcciones principales del oleaje para la zona de interés (SW, W y NW); y una grilla interna de mayor resolución (20m X 20m), representadas en la Figura 3.1.

Las grillas externas fueron extendidas hasta una profundidad de al menos 500 metros, de modo de asegurar que los coeficientes de transferencia resultantes pudieran ser aplicados a los espectros de energía en aguas profundas directamente.

El uso de un sistema de dos grillas es beneficioso, ya que permite simular la amplia zona de la plataforma submarina con mayor espaciamiento, mientras que los detalles dentro de la zona de estudio pueden ser simulados con una mejor resolución.

Para proceder con el análisis de transferencia, primero fueron simuladas las olas en la grilla externa, para luego extraer sus resultados sobre el borde de entrada del modelo más fino. De este último modelo se extraen los resultados de los nodos de análisis, cuya ubicación y profundidad se presentan en la Tabla 3.1. El nodo N1 corresponde a un punto de interés para el desarrollo de un terminal marítimo, mientras que Ninv es el nodo de validación con las mediciones en aguas someras.

Las cartas SHOA 1200, 1231 y 1233, edición 2006, fueron utilizadas como base para la construcción del modelo batimétrico. Dichas cartas poseen información suficiente para una correcta modelación en la zona cercana a la ubicación del proyecto.

Las simulaciones fueron realizadas considerando una marea media de 0.80 m en el puerto patrón de Iquique, de acuerdo a las Tablas de Marea de la Costa de Chile, año 2010, publicadas por el SHOA.

CONFIDENCIAL

**Tabla 3.1: Ubicación de los nodos de extracción de datos de olas**

| Nodo | Lat/Long | | UTM | | Profundidad (en modelo) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Latitud | Longitud | Este | Norte | |
| N1 | 20°43'55.93" S | 70°11'43.45" W | 375,536 | 7,707,030 | 26 m |
| Ninv | 20°43'52.32" S | 70°11'34.16" W | 375,804 | 7,707,143 | 15.2 m |

Notas: Coordenadas aproximadas de los nodos en UTM, Datum WGS84
N1 –ubicación del terminal proyectado
Ninv– nodo de mediciones campaña de invierno

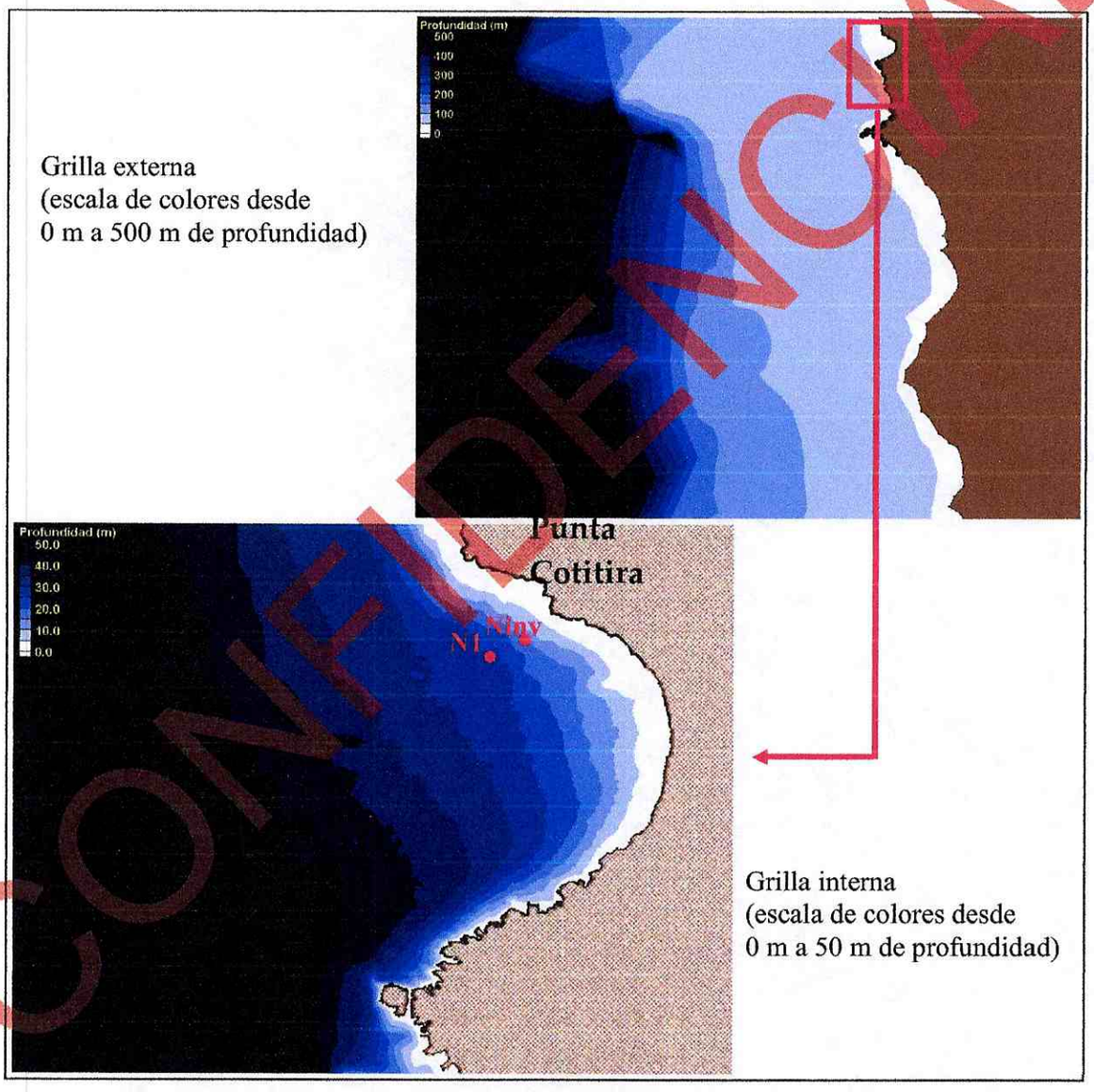



**Figura 3.1: Grillas utilizadas para modelar la transformación de olas**

CONFIDENCIAL

## 3.2 Resultados del modelo de transferencia – Olas operacionales

Se realizaron un total de 110 simulaciones con STWAVE, cuyos parámetros de oleaje se encuentran en el Anexo A. Luego de esto, la altura y dirección de ola fueron extraídas de la grilla *nearshore* en los puntos definidos (N1 y Ninv).

Las Figura 3.2 presenta los resultados típicos del modelo STWAVE para las siguientes condiciones ingresadas: Hmo = 1,0 m, Tp = 14seg, DPK = SW.

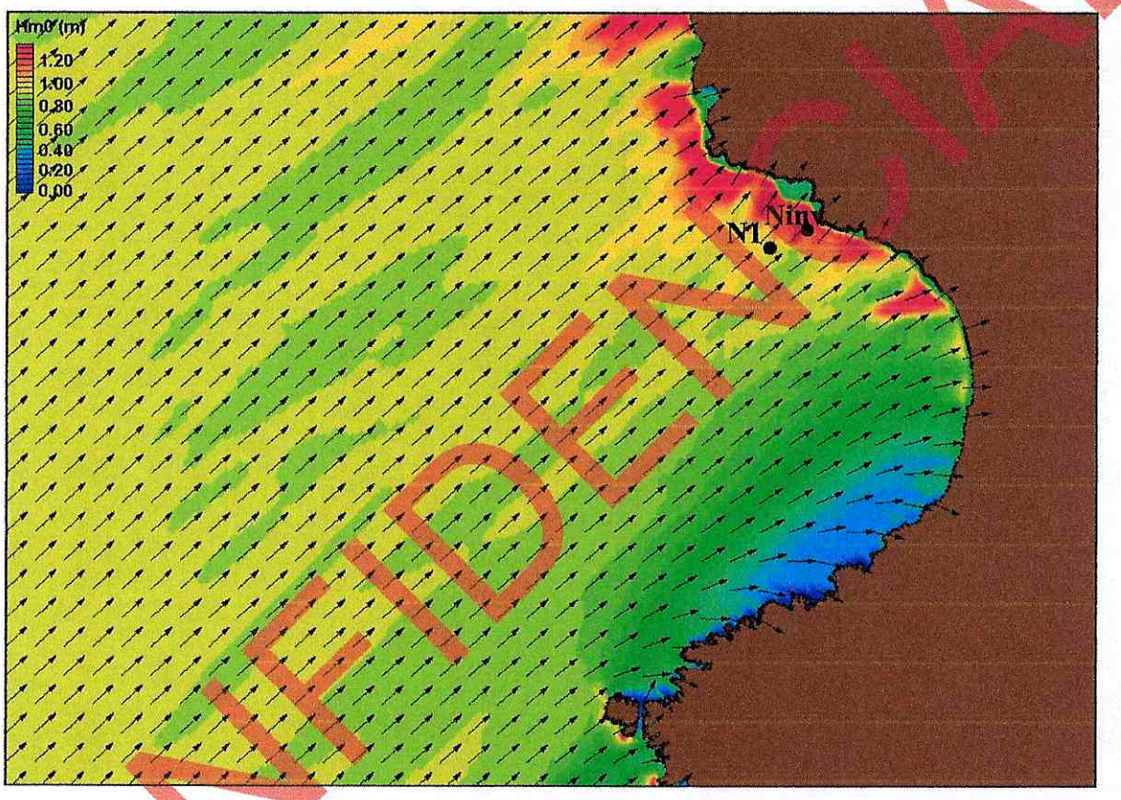



**Figura 3.2: Resultados típicos del modelo STWAVE: Hmo = 1m, Tp=14 s, DPK= SW.**

CONFIDENCIAL

Se creó una base de datos que define el cambio en la altura y dirección de olas en los nodos N1 y Ninv para cada una de las 110 condiciones ingresadas. Estas funciones permiten obtener coeficientes de altura de ola (altura de ola refractada dividida por la altura de ola *offshore*) y la dirección de ola en aguas someras en la localización del nodo considerado como una función de la dirección y período de ola en aguas profundas. La representación de estas funciones de transferencia de la altura y dirección del oleaje se muestra en la Figura 3.3 para el nodo N1.

Con estas funciones se transfiere el espectro 2D hacia los nodos de interés. Esto se realiza aplicando a cada uno de los *"bins"* del espectro de energía el correspondiente coeficiente de altura de oleaje y el cambio de dirección asociado, para luego ensamblar el espectro resultante en aguas someras, el cual es integrado de modo de obtener los parámetros de resumen respectivos. Para la ejecución de este proceso se utiliza un algoritmo contenido en el programa Ref-Spec, desarrollado por Baird. Esta metodología fue descrita en detalle, junto con una comparación con otras metodologías de transferencia, en la memoria de título de Nicolau, F. (2004). Siguiendo esta metodología se asegura una transferencia adecuada de todos los componentes de olas en los espectros direccionales hacia los puntos de interés, logrando una representación estadística adecuada del clima de olas operacional en el sitio.

CONFIDENCIAL

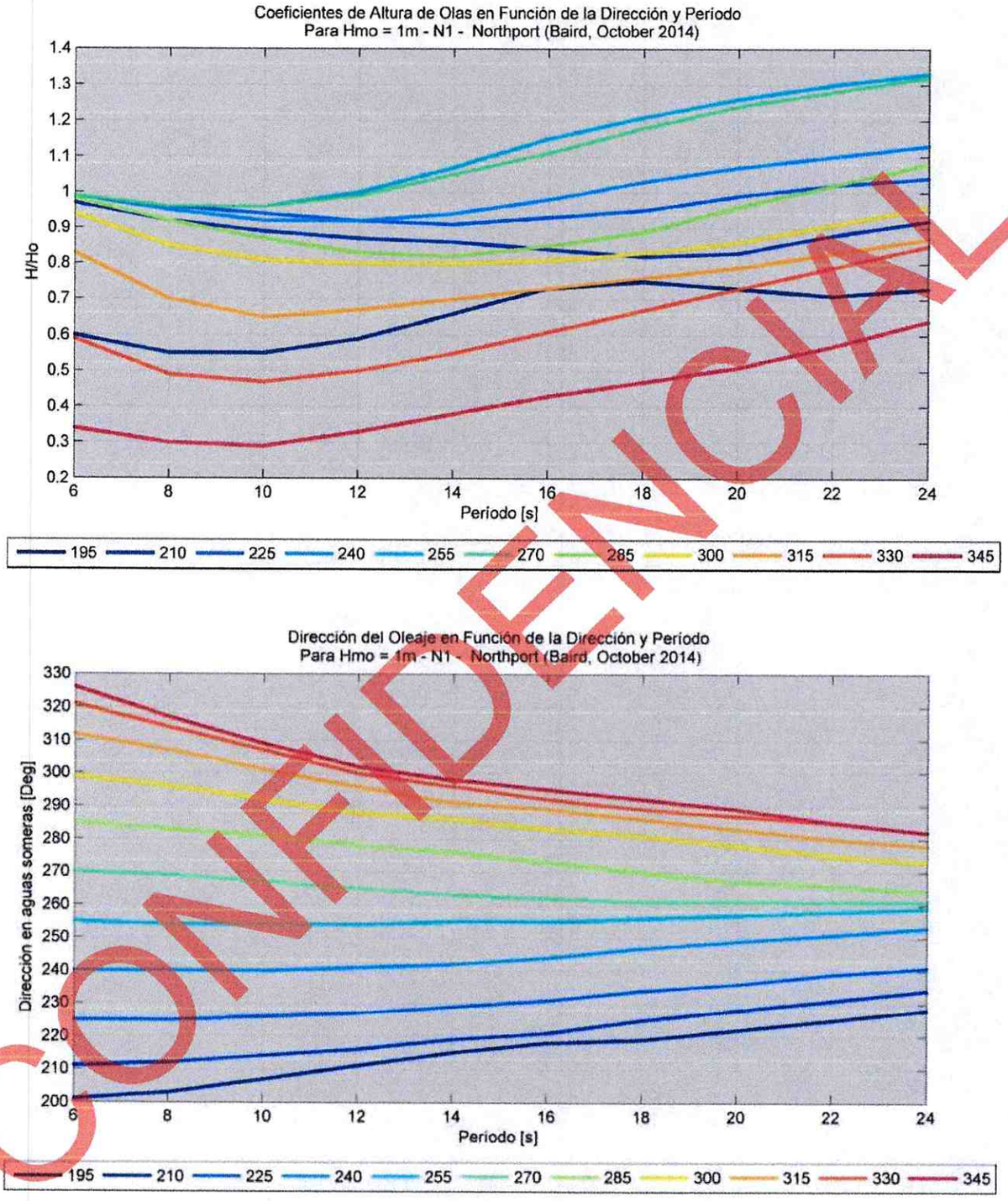



**Figura 3.3: Funciones de transferencia desde aguas profundas hasta nodo N1**

CONFIDENCIAL

# 4.0 RESULTADOS: CLIMA DE OLEAJE OPERACIONAL

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la transferencia del clima de olas operacional en aguas profundas del nodo de Iquique hacia la ubicación del terminal proyectado en Punta Cotitira, tal como fue descrito en el capítulo 3. Los resultados son presentados en forma de gráficos y tablas, las que se describen a continuación:

- Tabla Bi-variable de altura significativa por período peak. Esta tabla presenta los porcentajes de ocurrencia, en un rango de altura y período de ola, durante los 30 años de datos.
- Tabla Bi-variable de altura significativa por dirección. Esta tabla presenta los porcentajes de ocurrencia, en un rango de altura y dirección de ola, durante los 30 años de datos.
- Rosa de altura de olas. Este gráfico representa la distribución direccional de las olas, para los 30 años de datos. La longitud de las barras radiales representa el porcentaje de ocurrencia de olas por dirección. Adicionalmente, cada barra está subdividida en sectores representando el porcentaje de ocurrencia para cada rango de altura de ola, por dirección.
- Rosa de períodos (Tp). Este gráfico representa la distribución direccional de los períodos de todos los eventos de oleaje, para los 30 años de datos.
- Ploteo de excedencia de Hs. Se presenta la agitación de olas (más específicamente, el diagrama de excedencia de olas) para cada localización. Este diagrama está basado en las Tablas bi-variables y presenta el cálculo del tiempo de excedencia de las condiciones de oleaje específicas. Este puede interpretarse como probabilidad de excedencia de altura de oleaje.

## 4.1 Resultados clima de oleaje operacional en aguas someras

La Tabla 4.1 contiene un listado de las representaciones gráficas y en formato de tablas de los resultados del estudio de olas.

**Tabla 4.1: Listado de las representaciones gráficas y tablas**

| Representación | N1 |
|---|---|
| Tabla Bi-variable de altura significativa por período *peak* | Tabla 4.2 |
| Tabla Bi-variable de altura significativa por dirección | Tabla 4.3 |
| Rosa de itensidad de altura (Hm0) y Rosa de períodos (Tp) | Figura 4.1 |
| Curva de excedencia de excedencia de alturas (Hm0) | Figura 4.2 |

CONFIDENCIAL

Los datos que se entregan en las figuras mencionadas en la Tabla 4.1 se refieren a los datos considerando la energía conjunta proveniente de los dos cuadrantes (NW y SW).

**Tabla 4.2: Tabla bi-variable de olas– Altura (Hs) por Período (Tp) – N1**

| Wave Height (m) | Wave Period (s) 0.00-2.00 | 2.00-4.00 | 4.00-6.00 | 6.00-8.00 | 8.00-10.00 | 10.00-12.00 | 12.00-14.00 | 14.00-16.00 | 16.00-18.00 | 18.00-20.00 | 20.00-22.00 | 22.00-24.00 | 24.00+ | Total | C(%) | Maximum Period (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00-0.25 | | | | | | | | | | | | | | | 100.00 | |
| 0.25-0.50 | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | 0.00 | 100.00 | 15.01 |
| 0.50-0.75 | | | 0.01 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.30 | 0.10 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | | | 0.77 | 100.00 | 20.89 |
| 0.75-1.00 | | 0.00 | 0.05 | 0.11 | 0.47 | 2.02 | 2.41 | 0.96 | 0.37 | 0.10 | 0.03 | 0.00 | | 6.53 | 99.22 | 23.36 |
| 1.00-1.25 | | | 0.07 | 0.15 | 0.91 | 5.06 | 7.48 | 2.87 | 0.95 | 0.37 | 0.08 | 0.02 | | 17.96 | 92.70 | 23.36 |
| 1.25-1.50 | | | 0.03 | 0.14 | 0.73 | 5.98 | 11.48 | 4.06 | 1.51 | 0.60 | 0.14 | 0.01 | | 24.69 | 74.73 | 23.36 |
| 1.50-1.75 | | | 0.01 | 0.06 | 0.31 | 3.17 | 10.87 | 4.72 | 1.34 | 0.41 | 0.08 | 0.00 | | 20.97 | 50.04 | 23.36 |
| 1.75-2.00 | | | | 0.03 | 0.10 | 1.20 | 7.12 | 4.48 | 1.09 | 0.28 | 0.04 | | | 14.36 | 29.08 | 21.17 |
| 2.00-2.25 | | | | 0.00 | 0.02 | 0.24 | 3.13 | 3.41 | 0.82 | 0.17 | 0.02 | | | 7.82 | 14.72 | 21.49 |
| 2.25-2.50 | | | | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 1.04 | 2.06 | 0.55 | 0.12 | 0.01 | 0.00 | | 3.82 | 6.89 | 23.36 |
| 2.50-2.75 | | | | | | 0.00 | 0.28 | 1.03 | 0.43 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | | 1.82 | 3.07 | 23.36 |
| 2.75-3.00 | | | | | | | 0.05 | 0.36 | 0.30 | 0.07 | 0.01 | | | 0.78 | 1.25 | 21.49 |
| 3.00-3.25 | | | | | | | 0.01 | 0.16 | 0.12 | 0.02 | 0.00 | | | 0.30 | 0.47 | 20.75 |
| 3.25-3.50 | | | | | | | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | | | 0.12 | 0.17 | 20.07 |
| 3.50-3.75 | | | | | | | | 0.02 | 0.01 | 0.00 | | | | 0.04 | 0.05 | 18.91 |
| 3.75-4.00 | | | | | | | | 0.00 | | | | | | 0.00 | 0.01 | 15.65 |
| 4.00-4.25 | | | | | | | | 0.01 | | | | | | 0.01 | 0.01 | 15.34 |
| 4.25-4.50 | | | | | | | | 0.00 | | | | | | 0.00 | 0.00 | 15.30 |
| 4.50-4.75 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| 4.75-5.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| 5.00+ | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| Totals | | 0.00 | 0.15 | 0.53 | 2.65 | 17.89 | 44.16 | 24.32 | 7.58 | 2.24 | 0.44 | 0.03 | | 100.00 | | |
| C(%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 99.84 | 99.32 | 96.67 | 78.77 | 34.61 | 10.29 | 2.71 | 0.47 | 0.03 | -0.00 | | | |

**Tabla 4.3: Tabla bi-variable de olas – Altura (Hs) por Dirección (DPK) – N1**

| Direction | Wave Height (m) 0.00-0.25 | 0.25-0.50 | 0.50-0.75 | 0.75-1.00 | 1.00-1.25 | 1.25-1.50 | 1.50-1.75 | 1.75-2.00 | 2.00-2.25 | 2.25-2.50 | 2.50-2.75 | 2.75-3.00 | 3.00-3.25 | 3.25-3.50 | 3.50-3.75 | 3.75-4.00 | 4.00-4.25 | 4.25-4.50 | 4.50-4.75 | 4.75-5.00 | 5.00+ | Total | C(%) | Maximum Height (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 200.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100.00 | |
| 210.00 | | | 0.06 | 0.29 | 0.38 | 0.19 | 0.03 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | 0.95 | 100.00 | 1.77 |
| 220.00 | | | 0.19 | 2.20 | 7.57 | 11.38 | 9.77 | 6.13 | 2.75 | 1.11 | 0.42 | 0.15 | 0.03 | 0.00 | | | | | | | | 41.50 | 99.05 | 3.28 |
| 230.00 | | 0.00 | 0.28 | 2.53 | 6.87 | 9.44 | 8.81 | 6.96 | 4.38 | 2.33 | 1.21 | 0.54 | 0.21 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | 43.71 | 57.56 | 4.25 |
| 240.00 | | | 0.12 | 0.92 | 1.89 | 2.28 | 1.75 | 1.10 | 0.59 | 0.33 | 0.19 | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | | | | | | | 9.35 | 13.85 | 3.74 |
| 250.00 | | | 0.04 | 0.18 | 0.30 | 0.30 | 0.26 | 0.11 | 0.09 | 0.04 | 0.00 | | | | | | | | | | | 1.32 | 4.50 | 2.52 |
| 260.00 | | | 0.00 | 0.04 | 0.11 | 0.12 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | 0.33 | 3.18 | 2.04 |
| 270.00 | | | 0.01 | 0.08 | 0.23 | 0.28 | 0.10 | 0.02 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | 0.73 | 2.85 | 2.09 |
| 280.00 | | | 0.06 | 0.28 | 0.81 | 0.70 | 0.22 | 0.03 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | 2.11 | 2.11 | 2.08 |
| 290.00 | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 1.02 |
| 300.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -0.00 | |
| Totals | | 0.00 | 0.77 | 6.53 | 17.96 | 24.69 | 20.97 | 14.36 | 7.82 | 3.82 | 1.82 | 0.78 | 0.30 | 0.12 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | 100.00 | | |
| C(%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 99.22 | 92.70 | 74.73 | 50.04 | 29.08 | 14.72 | 6.89 | 3.07 | 1.25 | 0.47 | 0.17 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |

CONFIDENCIAL

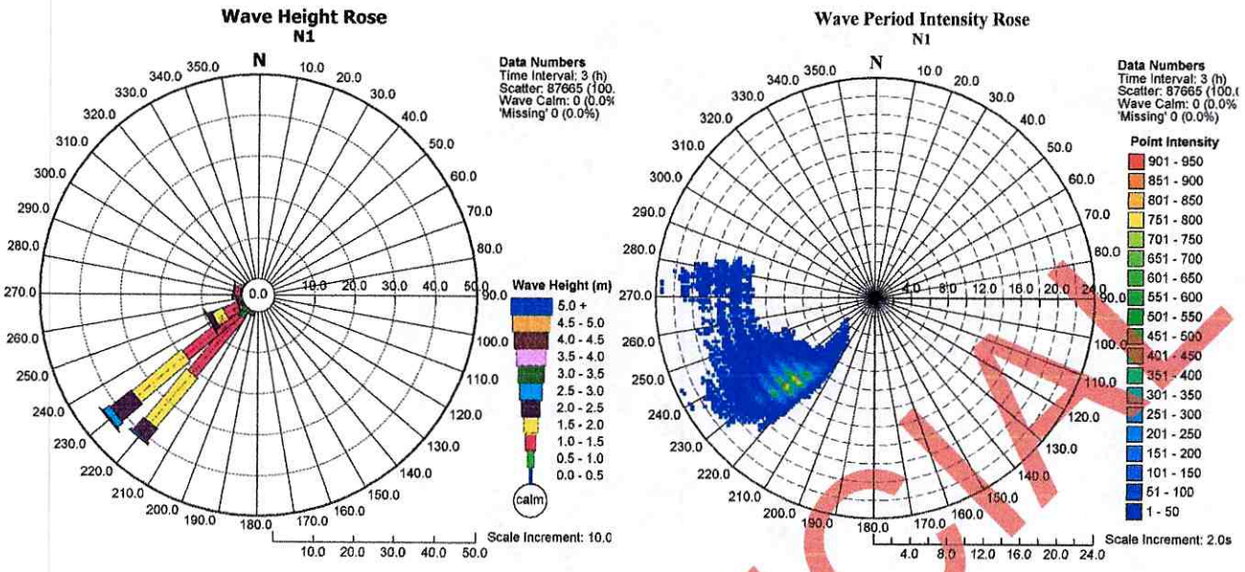



**Figura 4.1: Rosa de altura y rosa de períodos de oleaje – N1**

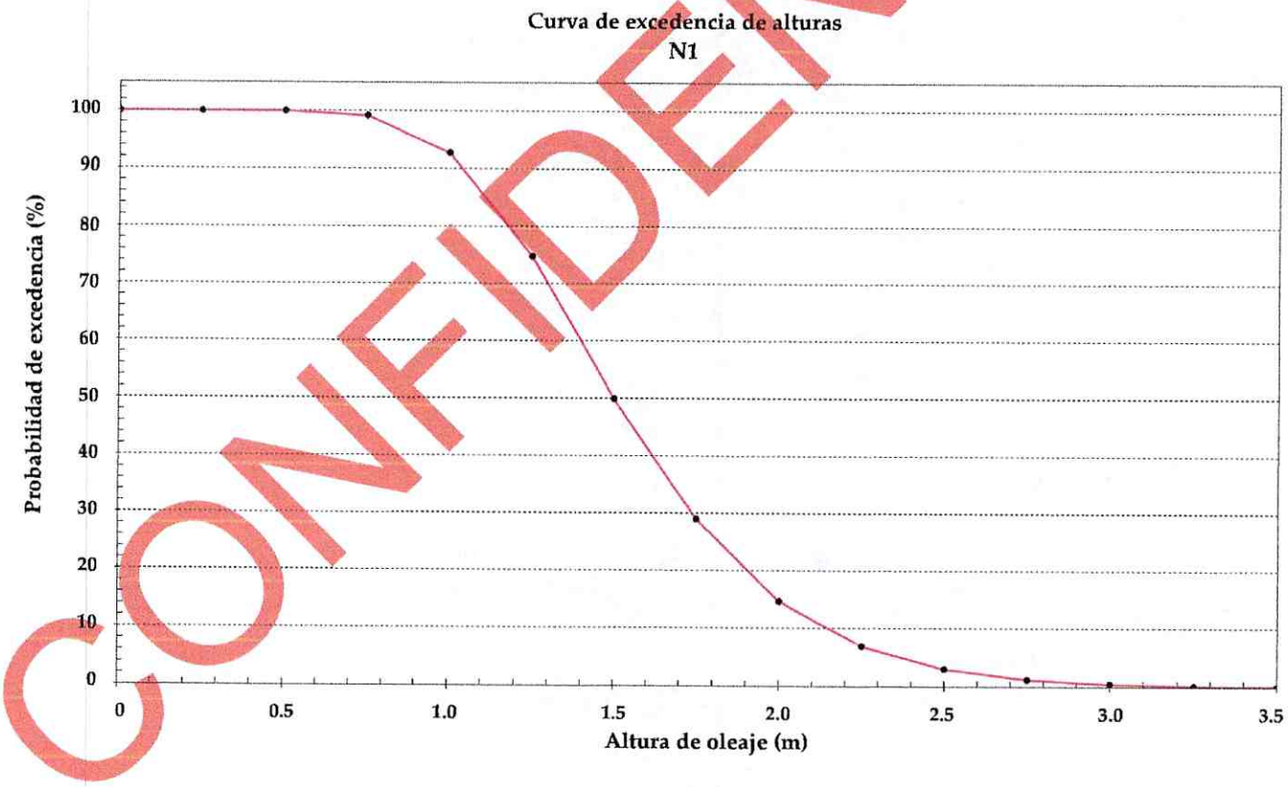



**Figura 4.2: Gráfico de excedencia de Hmo – N1**

CONFIDENCIAL

# 5.0 VALICACIÓN DEL ESTUDIO DE OLEAJE

En el presente capítulo se presenta una descripción del procedimiento de validación del estudio de oleaje, además de las mediciones en terreno realizadas en el sitio del proyecto. La metodologia de validación equivale a realizar una comparación directa entre los registros de olas y los resultados de la transferecnia de la base de datos durante el mismo período de tiempo, en la ubicación del nodo de validación de campaña de invierno (Ninv).

## 5.1 Metodología de validación directa de oleaje

En este estudio fue posible realizar una validación directa debido a que se desarrolló una modelación global de generación del oleaje mediante la aplicación del modelo WAVEWATCH III cubriendo el período comprendido entre Agosto y Septiembre del año 2014 para la campaña de invierno. La validación directa consiste en comparar la serie de tiempo medida y simulada de cada uno de los parámetros del oleaje (altura, período y dirección) para la campaña de mediciones efectuada, como se muestra en la Figura 5.1.

Se destaca que este proceso de validación constituye uno de los métodos más exigentes desde el punto de vista técnico, debido a que se comparan en el mismo lugar e instante las condiciones de oleaje medidas y simuladas cada 3 horas durante un período de un mes.

## 5.2 Mediciones efectuadas en terreno

De manera de complementar el estudio de olas descrito en el presente informe, se realizó una campaña de medición en terreno de los siguientes componentes ambientales:

- Olas operacionales
- Olas de período largo

La medición de oleaje fue realizada por medio de un olígrafo direccional instalado en las coordenadas del nodo Ninv. Estas mediciones fueron realizadas por la empresa GeoMAR Ingeniería Ltda., durante el período comprendido entre el 10 de agosto y el 11 de septiembre del año 2014.

La metodología y resultados de esta campaña de medición serán presentados en el Informe de Mediciones de Olas en Terreno, el cual se entregará una vez completada la campaña de verano. En este informe también se incluirá el análisis de oleaje de período largo.

Cabe notar que los datos de dirección de oleaje presentadas por GeoMAR están referidos al norte magnético, mientras que las direcciones simuladas están referidas al norte geográfico. De modo de poder comparar adecuadamente las direcciones medidas con las simuladas se realizó una corrección a las mediciones sumando 1.58°, que de acuerdo a la información de la carta 1231 del SHOA, corresponde a la desviación del norte magnético respecto al norte geográfico en el lugar.

Los datos medidos fueron comparados con los resultados del estudio de olas operacionales, de manera de validar el estudio de *Hindcast* y transferencia de olas.

CONFIDENCIAL

## 5.3 Resultados de la validación del estudio de oleaje (*Hindcast* de olas operacionales en aguas someras)

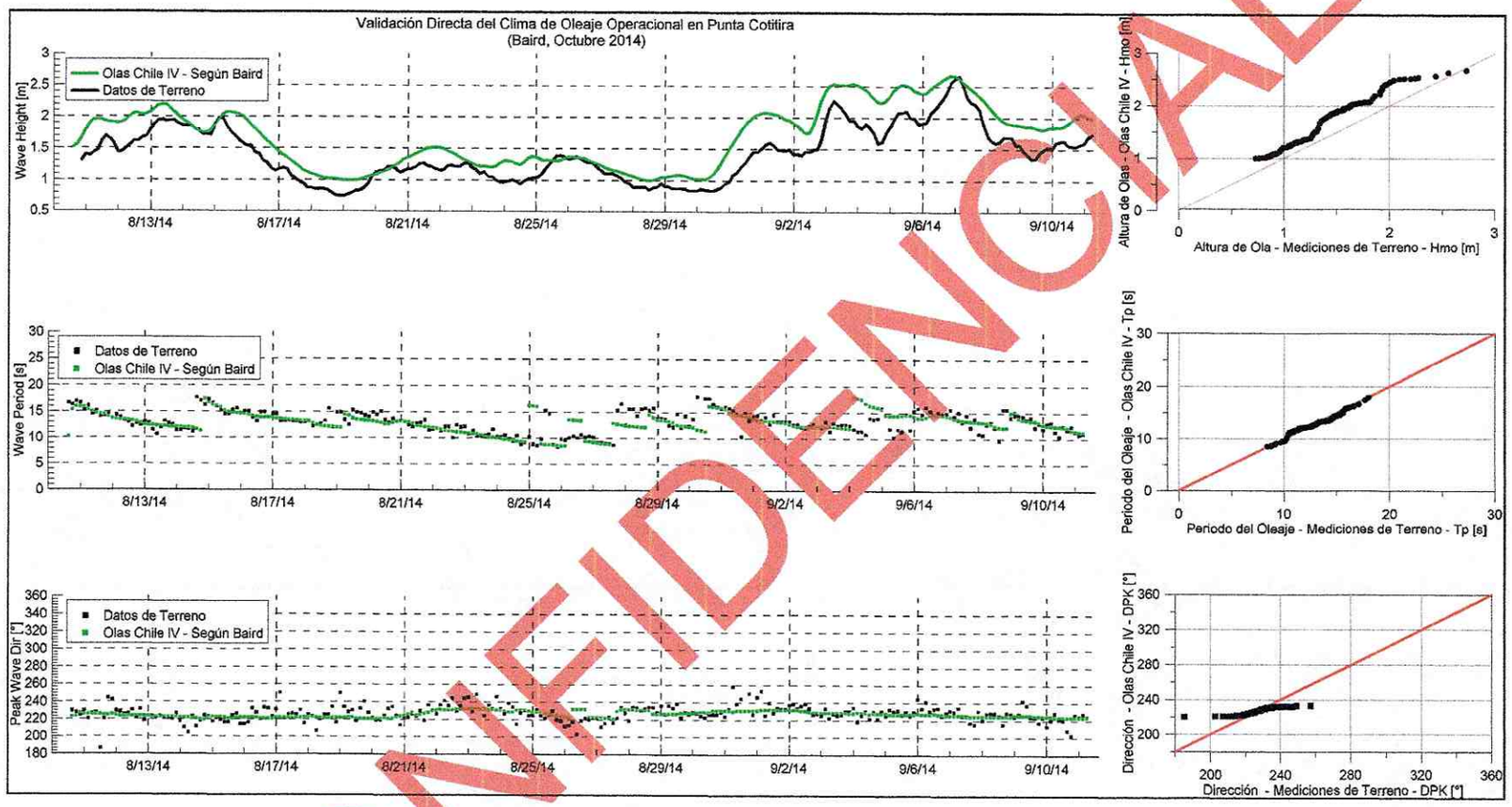
Se realizaron comparaciones entre los datos medidos y simulados de altura espectral, período y dirección de cada estado de mar cada 3 horas, para la campaña de invierno. Las Figura 5.1 (A) muestra la comparación punto a punto. Al analizar esta figura se puede observar que el ajuste entre los valores medidos y simulados es adecuado.

Otra manera de realizar la comparación es a través de gráficos Cuantil-Cuantil (Q-Q), como se muestra en la Figura 5.1 (B). Además se obtuvieron parámetros estadísticos como el sesgo o error medio (bias). Estos resultados se presentan en la Tabla 5.1.

De la comparación de los datos se obtiene un sesgo hacia los datos simulados, cuya magnitud es de +0.3 m para las alturas. En el caso del período y la dirección el sesgo es reducido, con valores respectivos de -0.1 s y -1° para la campaña de invierno.

En la Tabla 5.1 se presentan otros parámetros estadísticos del oleaje, destacándose el promedio. Como se puede observar, las diferencias en el período, dirección y altura de ola son bajas.En general el ajuste entre las mediciones y los datos simulados es adecuado, considerándose válidos los resultados del *hindcast* y la transferencia espectral para ambas campañas.

CONFIDENCIAL




A) Comparaciones en serie de tiempo

B) Comparaciones dato a dato

**Figura 5.1: Validación directa en nodo de mediciones– Punta Cotitira**

CONFIDENCIAL



DOC 757

**Tabla 5.1: Parámetros estadísticos de oleaje – Campaña de invierno – Punta Cotitira.**

## Oleaje

| | Mediciones in-situ (10 de Agosto a 11 de Septiembre | Estudio Hindcast - Transferencia de olas (10 de Agosto a 11 de Septiembre |
|---|---|---|
| Número de datos | 254 | 254 |
| Máximo | 2.7 | 2.7 |
| Mínimo | 0.7 | 1.0 |
| **Promedio** | **1.4** | **1.7** |
| Desviación Estándar | 0.4 | 0.5 |
| Percentil 25% | 1.1 | 1.3 |
| Percentil 75% | 1.7 | 2.1 |

## Periodo

| | Mediciones in-situ (10 de Agosto a 11 de Septiembre | Estudio Hindcast - Transferencia de olas (10 de Agosto a 11 de Septiembre |
|---|---|---|
| Número de datos | 254 | 254 |
| Máximo | 18.0 | 17.9 |
| Mínimo | 8.4 | 8.6 |
| **Promedio** | **13.1** | **13.0** |
| Desviación Estándar | 2.0 | 1.8 |
| Percentil 25% | 11.8 | 12.2 |
| Percentil 75% | 14.7 | 14.1 |

## Dirección

| | Mediciones in-situ (10 de Agosto a 11 de Septiembre | Estudio Hindcast - Transferencia de olas (10 de Agosto a 11 de Septiembre |
|---|---|---|
| Número de datos | 254 | 254 |
| Máximo | 259 | 233 |
| Mínimo | 187 | 220 |
| **Promedio** | **227** | **226** |
| Desviación Estándar | 9 | 4 |
| Percentil 25% | 223 | 223 |
| Percentil 75% | 233 | 229 |

CONFIDENCIAL

# 6.0 ANÁLISIS DE OLAS EXTREMAS EN AGUAS PROFUNDAS

## 6.1 Análisis espectral multimodal de valores extremos de oleaje

Para el desarrollo del clima de olas de diseño, se realizó un análisis multimodal de la base de datos de Olas Chile en aguas profundas. Específicamente, se aisló la energía del oleaje a partir de los modos de cada espectro bidimensional de la base de datos, con el fin de identificar los eventos extremos dentro de cada uno de ellos de manera aislada. Esto resultó en la definición de climas de olas de diseño del 3er y 4to cuadrantes en aguas profundas, los cuales fueron transferidos de manera independiente hacia la zona de interés en la zona de proyecto. A continuación se describe este proceso con más detalle.

Para la determinación de los eventos extremos, se realizó una partición espectral multimodal sobre cada espectro direccional de energía de oleaje. Esto permitió la segregación e identificación del oleaje en aguas profundas incluyendo la mayor cantidad de energía de oleaje para cada partición seleccionada, identificando tres sistemas de oleaje importantes, Swell remoto SW, Swell cercano SW y Swell remoto NW. Dichos sistemas se muestran en la Figura 6.1.

De manera subsecuente, se identificaron los mayores eventos de tormenta en aguas profundas contenidos en el nodo utilizado. Luego, se realizó un análisis estadístico para estimar las condiciones de olas extremas asociadas a distintos períodos de retorno, incluyendo las características del oleaje asociado a 2, 5, 10, 20, 50, y 100 años de período de retorno, proveniente de cada sistema de oleaje de manera independiente.

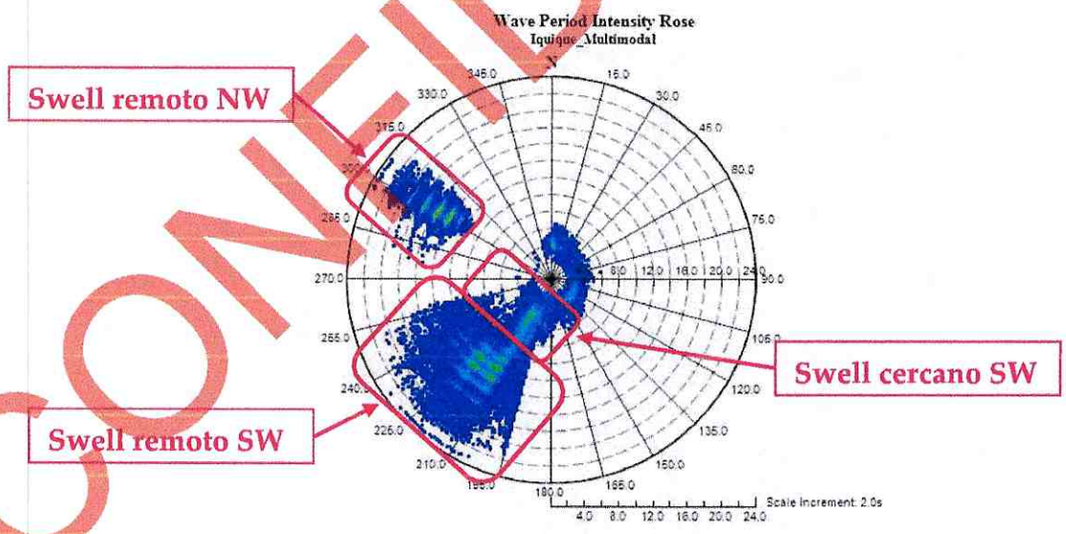



**Figura 6.1: Rosa de intensidad de puntos – Partición espectral multimodal – Nodo Iquique**

La simulación fue realizada considerando como nivel de marea máxima la amplitud de la marea en sicigias en Iquique, igual a 1.31 m según la carta 1231. En las siguientes secciones se presentan los resultados de análisis de clima de olas de diseño en aguas profundas para los sitemas de oleaje identificados.

CONFIDENCIAL

## 6.2 Oleaje de diseño – Swell remoto SW

Para la definición del clima de oleaje de diseño asociado al sistema de oleaje Swell remoto SW se analizaron los parámetros de oleaje de los eventos extremos provenientes entre los 180° y los 270°. Luego, se realizó un análisis estadístico para estimar las condiciones de olas extremas asociadas a 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno proveniente de este sistema de oleaje de manera aislada.

La Tabla 6.1 presenta los eventos extremos de altura de oleaje de las mayores 30 tormentas para el Swell remoto del SW durante los años 1980 hasta 2009.

**Tabla 6.1: Listado de 30 tormentas extremas para Iquique – Aguas Profundas – Swell remoto SW**

| Fecha del Peak | Altura de Ola Hm0 [m] | Período Peak Tp [s] | Dirección Peak DPK [°] |
|---|---|---|---|
| 21/07/1987 | 4.61 | 15.3 | 226 |
| 30/10/2006 | 4.09 | 17.0 | 212 |
| 18/06/1997 | 4.08 | 15.6 | 222 |
| 17/05/1986 | 4.05 | 15.6 | 229 |
| 23/05/1981 | 3.96 | 17.1 | 210 |
| 12/06/2006 | 3.96 | 15.4 | 224 |
| 30/10/2006 | 3.96 | 16.2 | 219 |
| 12/07/1983 | 3.95 | 17.1 | 210 |
| 06/07/2009 | 3.95 | 15.8 | 224 |
| 22/11/1988 | 3.92 | 15.9 | 223 |
| 22/06/2006 | 3.92 | 18.0 | 226 |
| 22/06/1983 | 3.85 | 16.0 | 209 |
| 05/09/2007 | 3.82 | 15.9 | 224 |
| 13/09/1988 | 3.78 | 18.0 | 219 |
| 23/06/1998 | 3.78 | 17.0 | 217 |
| 22/05/1985 | 3.77 | 15.5 | 221 |
| 04/05/2002 | 3.77 | 18.5 | 208 |
| 18/06/2003 | 3.73 | 16.2 | 230 |
| 14/06/1994 | 3.72 | 15.5 | 223 |
| 27/08/2003 | 3.69 | 15.0 | 208 |
| 13/10/1990 | 3.68 | 15.9 | 209 |
| 17/07/2005 | 3.68 | 17.2 | 223 |
| 04/05/2002 | 3.67 | 16.2 | 213 |
| 26/10/2003 | 3.67 | 15.4 | 210 |
| 18/08/1995 | 3.66 | 16.2 | 210 |
| 20/06/1989 | 3.65 | 17.5 | 214 |
| 06/07/1984 | 3.64 | 14.1 | 224 |
| 14/09/2009 | 3.64 | 17.2 | 210 |
| 18/05/1982 | 3.63 | 15.1 | 223 |
| 06/09/2001 | 3.6 | 17.7 | 209 |

CONFIDENCIAL

El análisis estadístico de valores extremos mostró que la distibución exponencial es la que mejor se ajusta a los valores de Tabla 6.1. Un resumen del cálculo de los parámetros de la distribución se encuentra en Anexo B. La Figura 6.2 incluye los resultados del análisis estadístico realizado y la Tabla 6.2 brinda un listado de las alturas de olas más probables o mejor estimación de altura de ola significativa de diseño como función del período de retorno.

Nótese también que la Figura 6.2 y la Tabla 6.2 contemplan los límites de seguridad 2SD (*standard deviation* - desviación estándar) para estos cálculos, con lo que se analiza el riesgo. Sobre la base de estos límites, puede afirmarse que con información ideal existe un 50% de probabilidades que la altura de ola significativa de diseño sea superior o inferior al mejor cálculo, mientras que existe un 97,5% de probabilidad de que la altura significativa de ola de diseño real (con información perfecta) sea menor que el intervalo superior de 2 SD.

Desde el punto de vista del diseño, una condición de diseño final se establece entre la línea de mejor ajuste (50% de probabilidad) y el límite superior de confianza (límite superior del intervalo de 95% de confianza) basado en la naturaleza de la estructura que se construirá y en la disposición de los propietarios de aceptar o reducir el riesgo técnico. Es importante destacar que estos límites de confianza no contemplan ninguna incertidumbre o parcialidad en el proceso de *Hindcast*, sino que simplemente están relacionados con los procedimientos para el cálculo de olas extremas.

CONFIDENCIAL

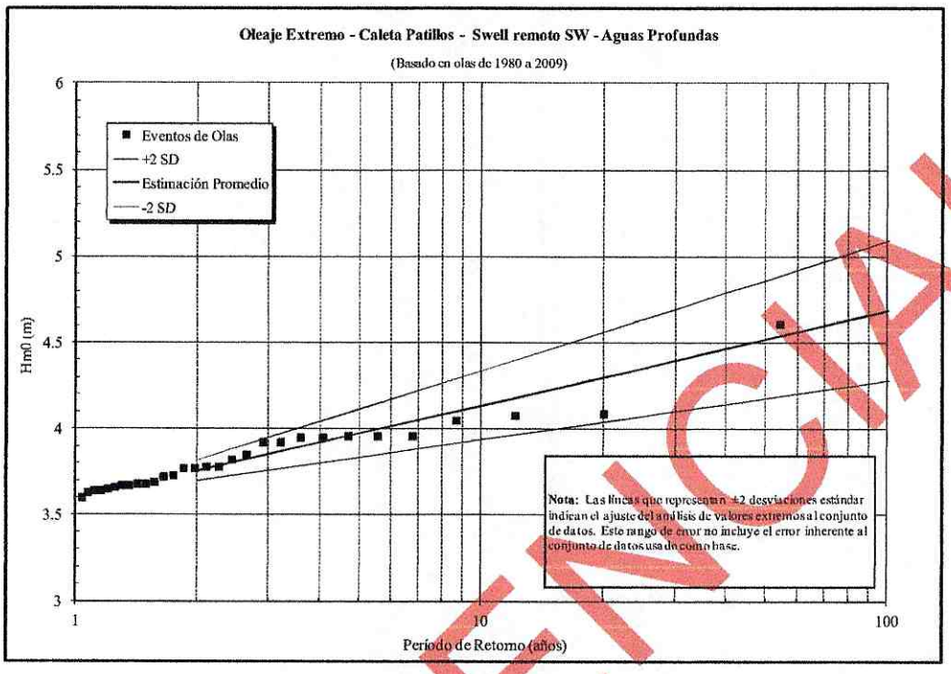



**Figura 6.2: Análisis de valores extremos Iquique – Aguas Profundas – Swell remoto SW**

**Tabla 6.2: Análisis de valores extremos Iquique - Aguas profundas – Swell remoto SW**

| Lugar | Parámetro | 2 años | 5 años | 10 años | 25 años | 50 años | 100 años |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Iquique | Cálculo Superior | 3.8 | 4.1 | 4.3 | 4.6 | 4.9 | 5.1 |
| | Cálculo Promedio | 3.8 | 4.0 | 4.1 | 4.4 | 4.5 | 4.7 |
| | Cálculo Inferior | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 4.1 | 4.2 | 4.3 |

Al analizar la distribución de períodos de las olas extremas (ver Tabla 6.2) y las funciones de transferencia (Figura 3.3), se estableció un período característico promedio igual a 18 s para la transferencia del oleaje de diseño hacia aguas someras, y una dirección asociada igual a 230°, como se presenta en la Tabla 6.3.

**Tabla 6.3: Caso de Dirección/Período - oleaje de diseño – Swell remoto SW**

| Caso | Período de ola – Tp (s) | Dirección de la Ola – MWD (°) |
|---|---|---|
| 1 | 18 | 230 |

CONFIDENCIAL

## 6.3 Oleaje de diseño – Swell cercano SW

De manera similar a los análisis anteriores, en la Tabla 6.4 se presentan los 30 eventos extremos de oleaje considerando la energía del sistema de oleaje Swell cercano del SW.

**Tabla 6.4: Listado de 30 tormentas extremas para Iquique – Aguas Profundas – Swell cercano SW**

| Fecha del Peak | Altura de Ola Hm0 [m] | Período Peak Tp [s] | Dirección Peak DPK [°] |
|---|---|---|---|
| 08/11/1985 | 2.97 | 8.8 | 216 |
| 18/11/1985 | 2.61 | 8.2 | 214 |
| 22/11/1988 | 2.57 | 7.2 | 212 |
| 08/11/1985 | 2.54 | 7.6 | 214 |
| 29/10/1985 | 2.52 | 9.0 | 211 |
| 22/11/1988 | 2.51 | 7.7 | 214 |
| 19/10/1985 | 2.40 | 7.5 | 209 |
| 03/11/1986 | 2.39 | 8.5 | 207 |
| 13/09/1990 | 2.35 | 8.7 | 216 |
| 29/09/1985 | 2.32 | 7.1 | 212 |
| 08/11/1985 | 2.32 | 8.7 | 204 |
| 05/10/1980 | 2.29 | 6.7 | 209 |
| 05/10/1980 | 2.27 | 7.3 | 210 |
| 18/11/1985 | 2.26 | 7.7 | 203 |
| 29/09/1985 | 2.24 | 7.5 | 214 |
| 09/11/2004 | 2.22 | 8.3 | 211 |
| 14/10/1984 | 2.16 | 8.3 | 213 |
| 29/10/1985 | 2.16 | 6.8 | 214 |
| 03/11/1986 | 2.16 | 7.0 | 209 |
| 26/10/1997 | 2.16 | 7.5 | 212 |
| 15/11/1997 | 2.16 | 8.6 | 205 |
| 03/01/1981 | 2.13 | 8.7 | 207 |
| 17/09/1995 | 2.12 | 7.5 | 211 |
| 23/11/2009 | 2.10 | 7.7 | 216 |
| 23/11/2009 | 2.10 | 8.7 | 218 |
| 12/12/1988 | 2.09 | 7.8 | 208 |
| 03/07/2002 | 2.09 | 8.9 | 212 |
| 15/10/1982 | 2.08 | 7.1 | 198 |
| 03/11/1984 | 2.07 | 8.4 | 211 |
| 18/11/1987 | 2.06 | 7.4 | 208 |

CONFIDENCIAL

Los resultados del análisis estadístico de valores extremos mostraron que la distribución exponencial se ajusta de mejor manera a los valores de la Tabla 6.4. A partir de los eventos extremos identificados se estimó el oleaje de diseño como función del período de retorno. Los resultados se presentan en la Figura 6.3 y en la Tabla 6.5.

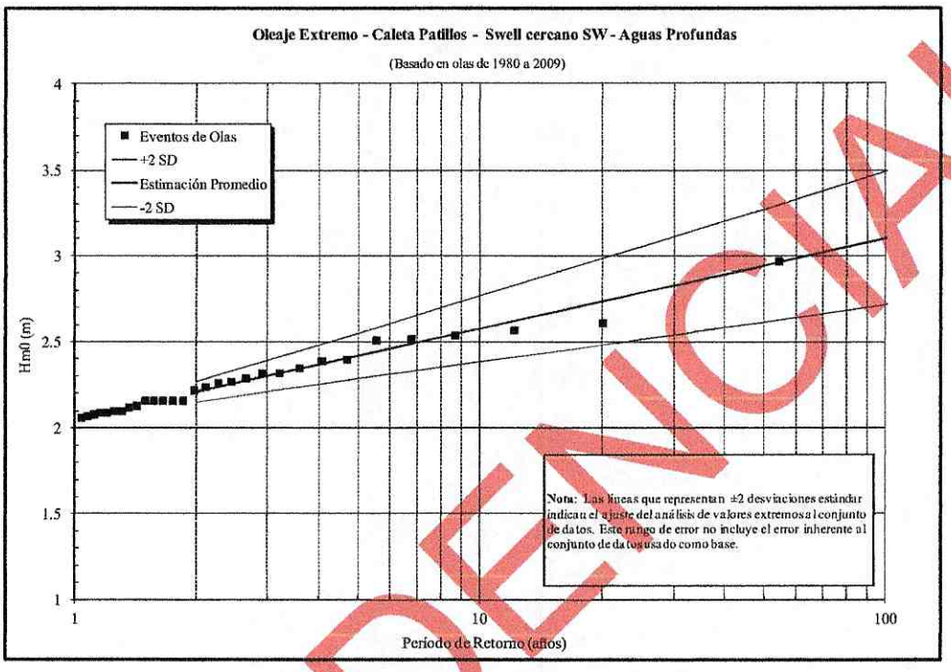



**Figura 6.3: Análisis de valores extremos Iquique – Aguas Profundas – Swell cercano SW**

Los casos de dirección-período de ola considerados para la transferencia del oleaje de diseño Swell cercano SW hacia los sitios de interés en Punta Cotitira se presentan en la Tabla 6.6.

**Tabla 6.5: Análisis de valores extremos Iquique - Aguas profundas – Swell cercano SW**

| Lugar | Parámetro | 2 años | 5 años | 10 años | 25 años | 50 años | 100 años |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Iquique | Cálculo Superior | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.3 | 3.5 |
| | Cálculo Promedio | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 2.9 | 3.1 |
| | Cálculo Inferior | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 2.7 |

**Tabla 6.6: Caso de Dirección/Período - oleaje de diseño - Swell cercano SW**

| Caso | Período de ola – Tp (s) | Dirección de la Ola – MWD (°) |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 218 |

CONFIDENCIAL

## 6.4 Oleaje de diseño – Swell remoto NW

La Tabla 6.7 presenta la lista de los 30 eventos extremos de oleaje seleccionados considerando la energía del sistema de oleaje Swell remoto del NW.

**Tabla 6.7: Listado de 30 tormentas extremas para Iquique – Aguas Profundas – Swell remoto NW**

| Fecha del Peak | Altura de Ola Hm0 [m] | Período Peak Tp [s] | Dirección Peak DPK [°] |
|---|---|---|---|
| 24/01/2004 | 1.97 | 18.9 | 294 |
| 03/02/1998 | 1.51 | 18.9 | 299 |
| 23/02/1998 | 1.35 | 17.1 | 298 |
| 24/03/1983 | 1.31 | 17.1 | 303 |
| 23/01/1981 | 1.28 | 18.3 | 299 |
| 04/03/1983 | 1.25 | 18.6 | 302 |
| 02/02/1983 | 1.22 | 18.8 | 301 |
| 22/02/1983 | 1.16 | 18.6 | 298 |
| 26/02/1986 | 1.13 | 17.2 | 298 |
| 14/01/2002 | 1.13 | 17.2 | 299 |
| 22/02/1983 | 1.12 | 17.2 | 299 |
| 20/01/1995 | 1.12 | 18.6 | 300 |
| 08/03/1986 | 1.08 | 17.1 | 297 |
| 22/01/1987 | 1.07 | 18.9 | 298 |
| 28/01/2005 | 1.05 | 17.2 | 297 |
| 28/02/1980 | 1.03 | 17.1 | 298 |
| 26/02/1986 | 1.03 | 15.4 | 299 |
| 22/02/1983 | 1.02 | 19.1 | 300 |
| 09/02/1995 | 1.02 | 17.4 | 298 |
| 13/02/1998 | 1.01 | 16.9 | 300 |
| 22/01/1985 | 1.00 | 17.1 | 298 |
| 02/02/1983 | 0.99 | 15.8 | 299 |
| 04/03/1983 | 0.99 | 16.8 | 299 |
| 18/12/1985 | 0.98 | 18.7 | 298 |
| 10/02/1989 | 0.98 | 18.7 | 297 |
| 24/01/1998 | 0.98 | 16.9 | 299 |
| 18/12/1987 | 0.97 | 18.5 | 302 |
| 12/03/1991 | 0.97 | 17.1 | 300 |
| 05/02/1992 | 0.95 | 15.8 | 298 |
| 03/02/1998 | 0.95 | 15.5 | 299 |

CONFIDENCIAL

El oleaje de diseño como función del período de retorno para este sistema de oleaje se presentan en la Figura 6.4 y en la Tabla 6.8. Cabe mencionar que la distribución exponencial es la que mejor ajusta a los datos seleccionados de la Tabla 6.7.

En la Tabla 6.9 se exponen los casos de dirección-período de ola considerados para la transferencia del oleaje de diseño Swell remoto NW hacia N1.

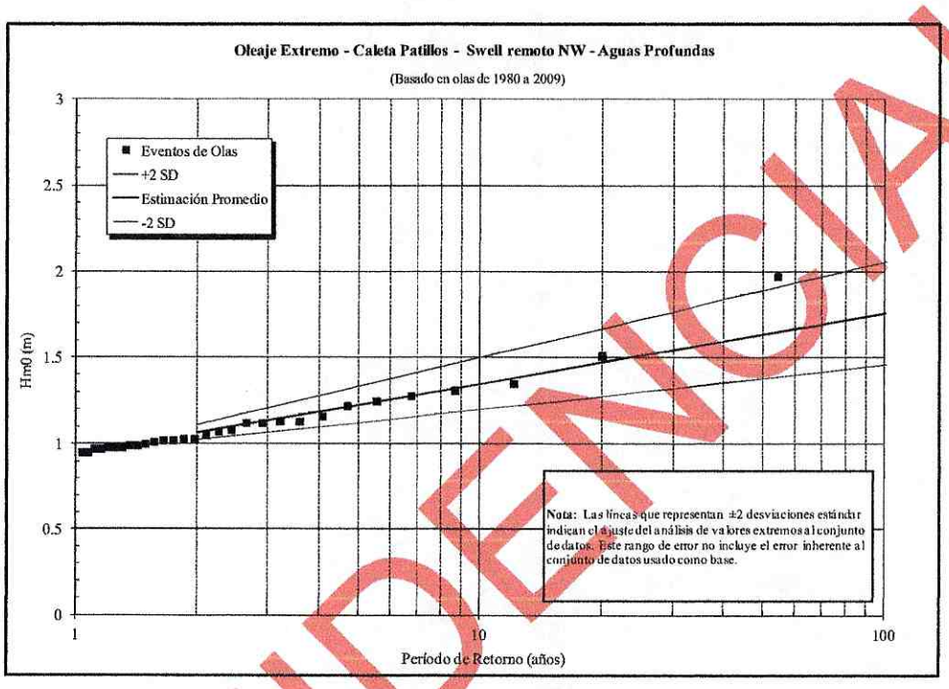



**Figura 6.4: Análisis de valores extremos Valparaíso – Aguas Profundas – Swell remoto NW**

**Tabla 6.8: Análisis de valores extremos Iquique - Aguas profundas – Swell remoto NW**

| Lugar | Parámetro | 2 años | 5 años | 10 años | 25 años | 50 años | 100 años |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Iquique | Cálculo Superior | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 |
| | Cálculo Promedio | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.8 |
| | Cálculo Inferior | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 |

**Tabla 6.9: Caso de Dirección/Período - oleaje de diseño – Swell remoto NW**

| Caso | Período de ola – Tp (s) | Dirección de la Ola – MWD (°) |
|---|---|---|
| 3 | 19 | 300 |

CONFIDENCIAL

# 7.0 RESULTADOS: OLAS EXTREMAS EN AGUAS SOMERAS

En este capítulo se presenta una descripción del clima de olas extremo para el nodo N1. El clima de olas extremo aporta información valiosa para el diseño de estructuras.

Se realizó la transferencia de los valores de altura de ola (Hmo), período (Tp) y dirección (DPK) de diseño definidos en aguas profundas según los sistemas de oleaje identificados en el nodo de aguas profundas de Iquique, hacia el nodo N1 definido anteriormente utilizando el modelo STWAVE.

Esta transferencia fue realizada para las olas de diseño con 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno, considerando los casos de combinaciones representativos de dirección-período de olas para cada sistema de oleaje, tal como se describió en la sección anterior. Los resultados obtenidos de la transferencia de los oleajes de diseño se presentan a continuación.

## 7.1 Transferencia Oleaje de Diseño – Sistema Swell remoto SW

En la Figura 7.1 se presenta un resultado típico de la transferencia de oleaje del caso considerado de oleaje de diseño Swell remoto SW.

Los resultados de la transferencia de cada una de las condiciones de diseño Swell remoto SW para el nodo N1 se presentan en la Tabla 7.1.

CONFIDENCIAL

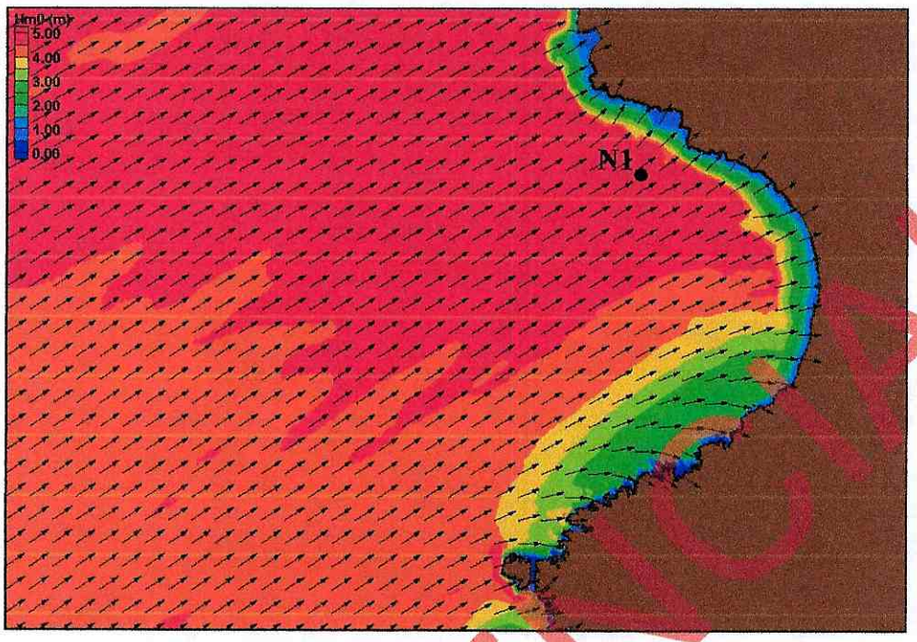



**Figura 7.1: Resultados típicos de los modelos utilizados, olas de diseño Swell remoto SW: Hmo= 5. m (Tr= 100 años), DPK= 230°, Tp=18 s**

**Tabla 7.1: Valores extremos de altura de olas en nodo N1 - Oleaje de diseño Swell remoto SW**

| Dir [°] | Tp [s] | Período de Retorno | Curva | Hmo [m] Aguas Profundas | Aguas Someras | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Hm0 [m] | DPK [°] |
| 230 | 18 | 2 | Superior | 3.8 | 3.7 | 239 |
| | | | Mejor Ajuste | 3.8 | 3.6 | 239 |
| | | 5 | Superior | 4.1 | 4.0 | 239 |
| | | | Mejor Ajuste | 4.0 | 3.8 | 239 |
| | | 10 | Superior | 4.3 | 4.2 | 239 |
| | | | Mejor Ajuste | 4.1 | 4.0 | 239 |
| | | 20 | Superior | 4.6 | 4.5 | 239 |
| | | | Mejor Ajuste | 4.4 | 4.2 | 239 |
| | | 50 | Superior | 4.9 | 4.7 | 239 |
| | | | Mejor Ajuste | 4.5 | 4.4 | 239 |
| | | 100 | Superior | 5.1 | 4.9 | 239 |
| | | | Mejor Ajuste | 4.7 | 4.5 | 239 |

CONFIDENCIAL

## 7.2 Transferencia Oleaje de Diseño – Sistema Swell cercano SW

En la Figura 7.2 se presenta un resultado típico de la transferencia de oleaje del caso considerado de oleaje Swell cercano SW. Los resultados de la transferencia de cada una de las condiciones de diseño para el nodo N1 se presentan en la Tabla 7.2.

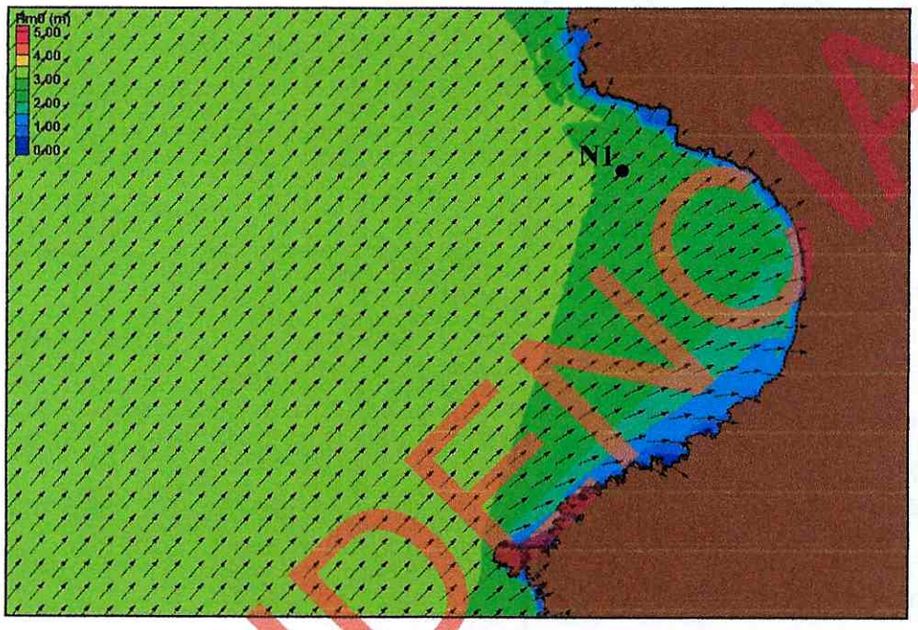



**Figura 7.2: Resultados típicos de los modelos utilizados, olas de diseño Swell cercano SW: Hmo= 3.5 m (Tr= 100 años), DPK= 218°, Tp=7 s**

**Tabla 7.2: Valores extremos de altura de olas en nodo N1 - Oleaje de diseño Swell cercano SW**

| Dir [°] | Tp [s] | Período de Retorno | Curva | Hmo [m] Aguas Profundas | Aguas Someras | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Hm0 [m] | DPK [°] |
| 218 | 7 | 2 | Superior | 2.3 | 2.0 | 228 |
| | | | Mejor Ajuste | 2.2 | 1.9 | 228 |
| | | 5 | Superior | 2.6 | 2.2 | 228 |
| | | | Mejor Ajuste | 2.4 | 2.1 | 228 |
| | | 10 | Superior | 2.8 | 2.4 | 228 |
| | | | Mejor Ajuste | 2.6 | 2.2 | 228 |
| | | 20 | Superior | 3.1 | 2.6 | 228 |
| | | | Mejor Ajuste | 2.8 | 2.4 | 228 |
| | | 50 | Superior | 3.3 | 2.8 | 228 |
| | | | Mejor Ajuste | 2.9 | 2.5 | 228 |
| | | 100 | Superior | 3.5 | 3.0 | 228 |
| | | | Mejor Ajuste | 3.1 | 2.7 | 228 |

CONFIDENCIAL

## 7.3 Transferencia Oleaje de Diseño – Sistema Swell remoto NW

En la Figura 7.3 se presenta un resultado típico de la transferencia de oleaje del caso considerado de oleaje Swell remoto NW. Los resultados de la transferencia de cada una de las condiciones de diseño para el nodo N1 se presentan en la Tabla 7.3.

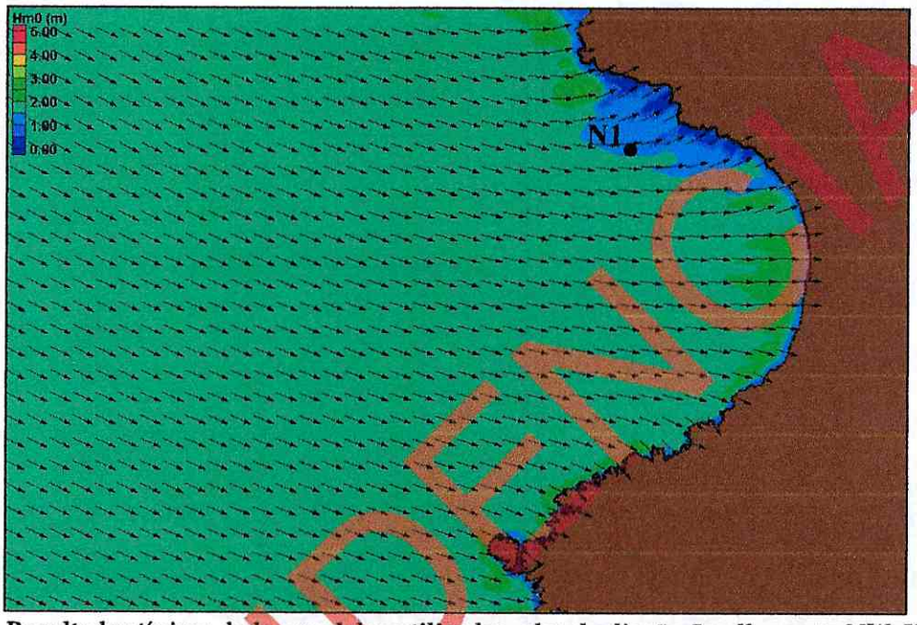



**Figura 7.3: Resultados típicos de los modelos utilizados, olas de diseño Swell remoto NW: Hmo= 2.1 m (Tr= 100 años), DPK= 300°, Tp=19 s**

**Tabla 7.3: Valores extremos de altura de olas en nodo N1 - Oleaje de diseño Swell remoto NW**

| Dir [°] | Tp [s] | Período de Retorno | Curva | Hmo [m] Aguas Profundas | Aguas Someras | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Hm0 [m] | DPK [°] |
| 300 | 19 | 2 | Superior | 1.1 | 0.9 | 279 |
| | | | Mejor Ajuste | 1.1 | 0.9 | 279 |
| | | 5 | Superior | 1.3 | 1.1 | 279 |
| | | | Mejor Ajuste | 1.2 | 1.0 | 279 |
| | | 10 | Superior | 1.5 | 1.3 | 279 |
| | | | Mejor Ajuste | 1.4 | 1.1 | 279 |
| | | 20 | Superior | 1.7 | 1.4 | 279 |
| | | | Mejor Ajuste | 1.5 | 1.3 | 279 |
| | | 50 | Superior | 1.9 | 1.6 | 279 |
| | | | Mejor Ajuste | 1.6 | 1.4 | 279 |
| | | 100 | Superior | 2.1 | 1.7 | 279 |
| | | | Mejor Ajuste | 1.8 | 1.5 | 279 |

CONFIDENCIAL

## 8.0 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El estudio de olas fue realizado tomando como base de datos de olas en aguas profundas los 30 años de espectros direccionales definidos durante la actualización del proyecto SHOA: Olas Chile, denominado Olas Chile IV.

De manera de transferir los datos de olas generados por el modelo *Hindcast* hacia los puntos de interés, se realizó una transferencia espectral de estos datos mediante la aplicación del modelo STWAVE. Con la utilización de este modelo se pudo obtener el clima de olas operacional en la ubicación del terminal proyectado (Nodo N1).

Los resultados de la transferencia del clima de olas operacional en N1 indica que el oleaje en aguas someras proviene mayoritariamente del SW, específicamente entre los 220° (41.5%) y 230° (43.7%), y un porcentaje menor (9.3%) que proviene desde la dirección 240°. Los períodos presentan un rango de aparición que abarca desde los 8 s hasta los 20 s (98.8%).

En relación con las alturas significativas (Hmo) del oleaje operacional, se observa que el 90% del tiempo la altura de las olas están por debajo de 1,05 m en el nodo N1.

De modo de validar el proceso de *hindcast* y transferencia de oleaje, los datos resultantes en el nodo Ninv fueron cotejados con registros de oleaje direccional efectuados entre el 10 de agosto y el 11 de Septiembre del año 2014. Las comparaciones estadísticas realizadas entre las mediciones y los datos de oleaje resultantes del *Hindcast* fueron satisfactorias.

De modo de estimar los eventos de diseño, se realizó una partición espectral multimodal del nodo Iquique en aguas profundas, identificando tres sistemas de oleaje importantes, los cuales corresponden a un sistema Swell remoto SW, un sistema Swell cercano SW y otro sistema Swell remoto NW. A partir de los eventos seleccionados se extrapolaron las alturas de olas de diseño, las cuales fueron transferidas espectralmente hacia la zona de estudio.

Se definieron las alturas de olas asociadas a los 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno, para el nodo N1, y para diversos límites de confianza. Para efectos de diseño de estructuras, se recomienda que se adopte valores entre la altura de ola asociada con los 50 años de período de retorno (50% de probabilidad de excedencia) y el límite superior de la altura de olas asociada con los 100 años de período de retorno (2.5 % de probabilidad de excedencia). La selección final dependerá de la naturaleza y el tipo de estructura que se diseñará, y del tipo de riesgo que se quiera asumir.

Luego de la trnaferencia de oleaje extremo hacia aguas someras, se tiene que la ola de diseño en N1 para el caso Swell remoto SW es igual a 4.9 m con una dirección incidente de 239°. Así mismo, para el sistema Swell cercano SW la ola en N1 es de 3 m con una dirección 228°, mientras que el sistema de oleaje Swell remoto NW presenta una altura de 1.7 m con una dirección de 279° para el mismo punto.

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

# Anexo A

## Datos de Generación de Espectros de Entrada a Modelo STWAVE

Para crear las funciones de transferencias de oleaje desde aguas profundas hacia los puntos de interés, se realizaron simulaciones con el modelo STWAVE, versión 4.0, considerando altura significativa del oleaje (Hmo) de 1 m; períodos (Tp) de 6 a 24 seg y direcciones del SSW al NNE con aumento de 15°.

De manera de crear los espectros de entrada al modelo, para cada caso considerado se generó un espectro utilizando una forma espectral TMA (Bouws et al 1985), y con una dispersióndireccional igual a $\cos^{nn}\alpha$. Los parámetros utilizados para cada uno de los casos de generación de espectros se presentan en la Tabla A1.

**Tabla A1**
**Parámetros de espectro TMA ingresados a STWAVE**

| Caso | Dirección (°) | Hmo (m) | Periodo (s) | Gamma | NN | Profundidad de generación (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 19506 | 195 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 19508 | 195 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 19510 | 195 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 19512 | 195 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 19514 | 195 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 19516 | 195 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 19518 | 195 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 19520 | 195 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 19522 | 195 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 19524 | 195 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 21006 | 210 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 21008 | 210 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 21010 | 210 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 21012 | 210 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 21014 | 210 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 21016 | 210 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 21018 | 210 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 21020 | 210 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 21022 | 210 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 21024 | 210 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 22506 | 225 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 22508 | 225 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 22510 | 225 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 22512 | 225 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 22514 | 225 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 22516 | 225 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 22518 | 225 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 22520 | 225 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 22522 | 225 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 22524 | 225 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |

CONFIDENCIAL

| Caso | Dirección (°) | Hmo (m) | Periodo (s) | Gamma | NN | Profundidad de generación (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24006 | 240 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 24008 | 240 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 24010 | 240 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 24012 | 240 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 24014 | 240 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 24016 | 240 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 24018 | 240 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 24020 | 240 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 24022 | 240 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 24024 | 240 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 25506 | 255 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 25508 | 255 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 25510 | 255 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 25512 | 255 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 25514 | 255 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 25516 | 255 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 25518 | 255 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 25520 | 255 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 25522 | 255 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 25524 | 255 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 27006 | 270 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 27008 | 270 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 27010 | 270 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 27012 | 270 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 27014 | 270 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 27016 | 270 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 27018 | 270 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 27020 | 270 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 27022 | 270 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 27024 | 270 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 28506 | 285 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 28508 | 285 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 28510 | 285 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 28512 | 285 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 28514 | 285 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 28516 | 285 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 28518 | 285 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 28520 | 285 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 28522 | 285 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 28524 | 285 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |

CONFIDENCIAL

| Caso | Dirección (°) | Hmo (m) | Periodo (s) | Gamma | NN | Profundidad de generación (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30006 | 300 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 30008 | 300 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 30010 | 300 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 30012 | 300 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 30014 | 300 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 30016 | 300 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 30018 | 300 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 30020 | 300 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 30022 | 300 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 30024 | 300 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 31506 | 315 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 31508 | 315 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 31510 | 315 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 31512 | 315 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 31514 | 315 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 31516 | 315 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 31518 | 315 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 31520 | 315 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 31522 | 315 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 31524 | 315 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 33006 | 330 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 33008 | 330 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 33010 | 330 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 33012 | 330 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 33014 | 330 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 33016 | 330 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 33018 | 330 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 33020 | 330 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 33022 | 330 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 33024 | 330 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |
| 34506 | 345 | 1 | 6 | 3.3 | 76 | 500 |
| 34508 | 345 | 1 | 8 | 3.3 | 76 | 500 |
| 34510 | 345 | 1 | 10 | 3.3 | 76 | 500 |
| 34512 | 345 | 1 | 12 | 4 | 76 | 500 |
| 34514 | 345 | 1 | 14 | 5 | 76 | 500 |
| 34516 | 345 | 1 | 16 | 6 | 76 | 500 |
| 34518 | 345 | 1 | 18 | 7 | 76 | 500 |
| 34520 | 345 | 1 | 20 | 8 | 76 | 500 |
| 34522 | 345 | 1 | 22 | 8 | 76 | 500 |
| 34524 | 345 | 1 | 24 | 8 | 76 | 500 |

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

# Anexo B

## Resultados del Análisis Estadístico de Valores Extremos

Para el análisis de valores extremos se utilizó el método de Separación de Swells (Hanson, 2001), el cual permite la extracción de parámetros de oleaje a partir de la evolución de cada tomenta presente en el nodo de aguas profundas estudiado.

Se ajustaron diversas distribuciones de valores extremos, siendo la distribución exponencial la que mejor se ajustó a los datos de olas en aguas profundas en ambos cuadrantes, según los resultados de los tests de confianza.

Para obtener los resultados de valores extremos en función de distintos períodos de retorno, se adoptaron las siguientes variables auxiliares, según FSR, 1975:

$$\beta = \frac{N(\bar{x} - \min)}{N-1} \qquad x_o = \min - \frac{\beta}{N}$$

Donde: N: Número de datos

$\bar{x}$ : Promedio de la muestra

min: Valor mínimo de la muestra

La Tabla C1 muestra los valores de β y $x_o$ para los sistemas de oleaje identificados:

Tabla C1. Variables auxiliares distribución exponencial para sistemas de oleaje identificados.

| **Sistema de oleaje** | β | $x_o$ |
|---|---|---|
| Swell remoto SW | 0.24 | 3.59 |
| Swell cercano SW | 0.23 | 2.05 |
| Swell remoto NW | 0.18 | 0.94 |

La función que entrega las alturas extremas para cada período de retorno se define según:

$$x(T_r) = x_o + \beta(LN(\lambda) - LN(T_r))$$

Donde: Tr: Período de retorno, en años

$\lambda$ : Se define como $1/\alpha$ y corresponde al tiempo promedio entre eventos, en este caso es igual a 1.

CONFIDENCIAL

000778

www.baird.com

Baird

oceans
*engineering*
lakes
*design*
rivers
*science*
watersheds
*construction*

CONFIDENCIAL

# Estudio de respuesta de buque atracado y estimación de *downtime* Terminal Punta Cotitira

**Fecha** 09 Octubre 2014
**Número de Proyecto** 0900.103



# Estudio de respuesta de buque atracado y estimación de *downtime* Terminal Punta Cotitira

*Preparado para*

NORTHPORT

**Northport**
**Nueva de Lyon 96, of. 204**
**Providencia, Santiago**

*Preparado por*

Baird

**Baird & Associates S.A.**
**Padre Mariano 181, of. 902, Providencia, Santiago**

*Para mayor información, favor contactar a*
*Patricio Monárdez (562) 236-1222*
*pmonardez@baird.com*

*Número de proyecto: 0900.103*

CONFIDENCIAL

| Revisión | Fecha | Estado | Comentarios | Preparado por | Revisado por | Aprobado por |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Octubre 09, 2014 | Final | | CMV | PMS | PMS |

Este informe fue preparado por Baird and Associates S.A., para para Northport. El material contenido en él refleja la opinión de Baird & Associates de acuerdo a la información disponible en el momento de su elaboración. Cualquier uso o decisión tomada, basada en este informe, por parte de terceros, es de entera responsabilidad de ellos. Baird & Associates no se hace responsable por daños y/o perjuicios causados como resultado de las decisiones o acciones tomadas por terceros, en relación con la información entregada en este informe.

## ÍNDICE


1.0 INTRODUCCIÓN ..... 1

1.1 Descripción del contenido del informe ..... 1

2.0 RESUMEN DE CLIMA DE OLEAJE EN EL SITIO DE PROYECTO ..... 2

3.0 SIMULACIÓN DE RESPUESTA DE BUQUE ATRACADO ..... 6

3.1 Representación de la nave modelada ..... 6

3.2 Configuración del terminal ..... 7

3.2.1 Líneas de Amarre ..... 9

3.2.2 Defensas ..... 10

3.3 Condiciones medioambientales en la simulación ..... 10

3.3.1 Oleaje ..... 10

3.3.2 Vientos ..... 11

3.3.3 Corrientes ..... 11

4.0 ESTIMACIÓN DE *DOWNTIME* ..... 12

4.1 Criterios límite de movimiento ..... 12

4.2 Algoritmo de análisis de operabilidad ..... 13

4.3 Resultados: Disponibilidad del terminal ..... 14

4.4 Optimización: Rotación del terminal ..... 16

5.0 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS ..... 18

ANEXO A – *DOWNTIME* PROMEDIO ANUAL Y MENSUAL

ANEXO B – *PLANOS DE CONFIGURACIÓN GENERAL DEL TERMINAL*


CONFIDENCIAL

000781



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ubicación del nodo N1 ..... 2
Figura 2.2: Rosas de intensidad - alturas en N1 ..... 4
Figura 2.3: Rosa de puntos- períodos en N1 ..... 4
Figura 2.4: Gráfico de excedencia de altura de ola (Hmo) – N1 ..... 5
Figura 3.1: Modelo de paneles utilizado (nave 59.000 DWT) ..... 6
Figura 3.2: Configuración del terminal - nave Supramax ..... 7
Figura 3.3: Configuración del terminal - nave Panamax ..... 8
Figura 3.4: Configuración del terminal - nave Cape Size ..... 8
Figura 3.5: Propiedades amarras de polipropileno ..... 9
Figura 4.1: Diagrama de flujo del cálculo de la operabilidad ..... 13
Figura 4.2: Diagrama de barras de *downtime* – Distintas orientaciones de terminal ..... 16

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Coordenadas del nodo N1 ..... 2
Tabla 2.2: Listado de las representaciones gráficas y tablas, energía completa ..... 3
Tabla 2.3: Tabla bi-variable de olas– Altura ($H_{mo}$) por Período (Tp) – N1 ..... 3
Tabla 2.4: Tabla bi-variable de olas – Altura ($H_{mo}$) por Dirección (DPK) – N1 ..... 3
Tabla 3.1: Dimensiones de la Nave ..... 6
Tabla 3.2: Características del sistema de amarre ..... 9
Tabla 3.3: Características del sistema de defensas ..... 10
Tabla 3.4: Combinaciones de estados de mar considerados en la simulación ..... 10
Tabla 4.1: Movimientos máximos recomendados para una descarga segura y eficiente ..... 12
Tabla 4.2: Resultados de *downtime* detallado – Nave Supramax ..... 14
Tabla 4.3: Resultados de *downtime* detallado – Nave Panamax ..... 14
Tabla 4.4: Resultados de *downtime* detallado – Nave Cape Size ..... 15
Tabla 4.5: *Downtime* promedio anual y mensual - Nave Supramax ..... 17

CONFIDENCIAL

# 1.0 INTRODUCCIÓN

Baird & Associates S.A. (Baird) ha sido contratada por Northport para determinar la disponibilidad de un terminal marítimo para exportación de sal en el sector de Caleta Patillos, Región de Tarapacá.

Para este estudio se consideró como base el clima de oleaje desarrollado por Baird y reportado en el documento ME-001-BAIRD-NORTHPORT, desarrollado para este mismo proyecto (Baird, 2014).

El análisis de respuesta de buque fondeado fue realizado mediante la aplicación de los modelos numéricos Wavescat (Van der Molen, W. 2011), para el análisis de difracción-radiación y generación de coeficientes hidrodinámicos de las naves y Quaysim (de Bont et al, 2010), para la simulación de la nave atracada. Para la estimación de la disponibilidad se utilizó el software SHIPWARE desarrollado por Baird.

El análisis de respuesta de buque atracado considera sólo los efectos de las solicitaciones por oleaje y viento sobre el buque atracado en el terminal, dejando fuera del análisis elementos tales como detención de equipos de carga, rendimiento de trabajadores, presencia o no presencia del buque en el terminal, etc.

## 1.1 Descripción del contenido del informe

El **Capítulo 2** de este informe contiene un resumen del clima de oleaje en aguas someras en el terminal.

Un resumen de la configuración del modelo y la metodología empleada se muestran en el **Capítulo 3.**

En el **Capítulo 4** se presenta la estimación del porcentaje de operabilidad del terminal.

Finalmente, las conclusiones y comentarios del estudio se exponen en el **Capítulo 5.**

CONFIDENCIAL

## 2.0 RESUMEN DE CLIMA DE OLEAJE EN EL SITIO DE PROYECTO

El estudio detallado del clima de olas fue realizado por Baird para Northport en el memorándum ME-001-BAIRD-NORTHPORT desarrollado para este mismo proyecto (Baird, 2014). De este estudio se obtuvo el clima de oleaje en aguas someras en un punto representativo del terminal coincidente con la ubicación del centro de masa del barco, para las alternativas de naves requeridas por el cliente. Este nodo se denomina N1.

En la Figura 2.1 y la Tabla 2.1 se muestran la posición y coordenadas del nodo N1, respectivamente.

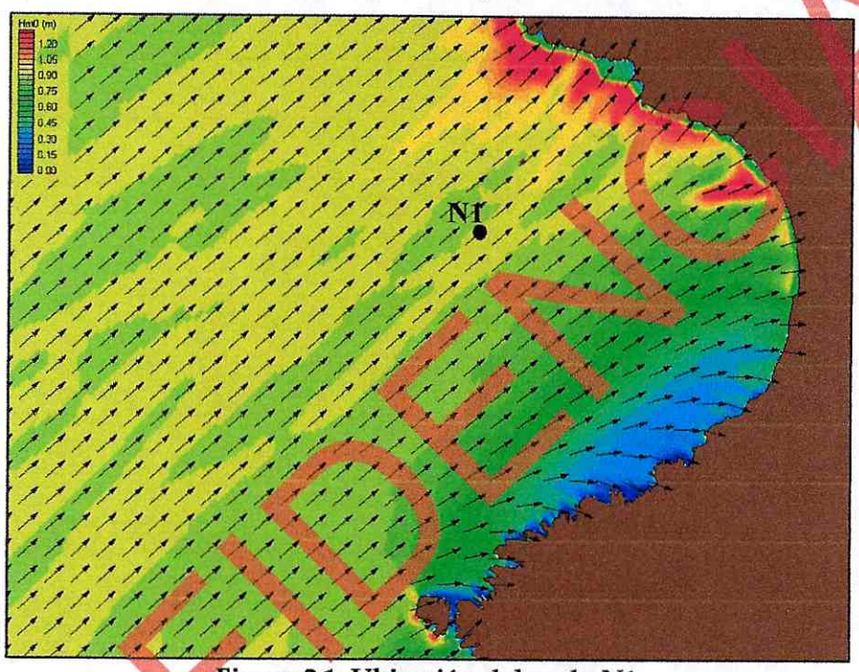



**Figura 2.1: Ubicación del nodo N1**

**Tabla 2.1: Coordenadas del nodo N1**

| Nodo | UTM | | Profundidad (en modelo) |
|---|---|---|---|
| | Este | Norte | |
| N1 | 375,536 | 7,707,030 | 26 m |

Nodo N1: Centro de la nave de mayor tamaño

Los resultados relevantes del clima de olas en N1, obtenidos del estudio de oleaje antes mencionado, se muestran en la Tabla 2.2.

CONFIDENCIAL

**Tabla 2.2: Listado de las representaciones gráficas y tablas, energía completa**

| Representación | N1 |
|---|---|
| Tabla Bi-variable de altura significativa por período | Tabla 2.3 |
| Tabla Bi-variable de altura significativa por dirección | Tabla 2.4 |
| Rosas de altura ($H_{m0}$) | Figura 2.2 |
| Rosas de puntos de períodos (Tp) | Figura 2.3 |
| Curva de excedencia de $H_{m0}$ | Figura 2.4 |

**Tabla 2.3: Tabla bi-variable de olas– Altura ($H_{mo}$) por Período (Tp) – N1**

| Wave Height (m) | Wave Period (s) 0.00-2.00 | 2.00-4.00 | 4.00-6.00 | 6.00-8.00 | 8.00-10.00 | 10.00-12.00 | 12.00-14.00 | 14.00-16.00 | 16.00-18.00 | 18.00-20.00 | 20.00-22.00 | 22.00-24.00 | 24.00+ | Total | C(%) | Maximum Period (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00-0.25 | | | | | | | | | | | | | | | 100.00 | |
| 0.25-0.50 | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | 0.00 | 100.00 | 15.01 |
| 0.50-0.75 | | | 0.01 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.30 | 0.10 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | | | 0.77 | 100.00 | 20.89 |
| 0.75-1.00 | | 0.00 | 0.05 | 0.11 | 0.47 | 2.02 | 2.41 | 0.96 | 0.37 | 0.10 | 0.03 | 0.00 | | 6.53 | 99.22 | 23.36 |
| 1.00-1.25 | | | 0.07 | 0.15 | 0.91 | 5.06 | 7.48 | 2.87 | 0.95 | 0.37 | 0.08 | 0.02 | | 17.96 | 92.70 | 23.36 |
| 1.25-1.50 | | | 0.03 | 0.14 | 0.73 | 5.98 | 11.48 | 4.06 | 1.51 | 0.60 | 0.14 | 0.01 | | 24.69 | 74.73 | 23.36 |
| 1.50-1.75 | | | 0.01 | 0.06 | 0.31 | 3.17 | 10.87 | 4.72 | 1.84 | 0.41 | 0.08 | 0.00 | | 20.97 | 50.04 | 23.36 |
| 1.75-2.00 | | | | 0.03 | 0.10 | 1.20 | 7.12 | 4.48 | 1.09 | 0.28 | 0.04 | | | 14.36 | 29.08 | 21.17 |
| 2.00-2.25 | | | | 0.00 | 0.02 | 0.24 | 3.13 | 3.41 | 0.82 | 0.17 | 0.02 | | | 7.82 | 14.72 | 21.49 |
| 2.25-2.50 | | | | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 1.04 | 2.06 | 0.55 | 0.12 | 0.01 | 0.00 | | 3.82 | 6.89 | 23.36 |
| 2.50-2.75 | | | | | | 0.00 | 0.28 | 1.03 | 0.43 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | | 1.82 | 3.07 | 23.36 |
| 2.75-3.00 | | | | | | | 0.05 | 0.36 | 0.30 | 0.07 | 0.01 | | | 0.78 | 1.25 | 21.49 |
| 3.00-3.25 | | | | | | | 0.01 | 0.16 | 0.12 | 0.02 | 0.00 | | | 0.30 | 0.47 | 20.75 |
| 3.25-3.50 | | | | | | | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | | | 0.12 | 0.17 | 20.07 |
| 3.50-3.75 | | | | | | | | 0.02 | 0.01 | 0.00 | | | | 0.04 | 0.05 | 18.91 |
| 3.75-4.00 | | | | | | | | 0.00 | | | | | | 0.00 | 0.01 | 15.65 |
| 4.00-4.25 | | | | | | | | 0.01 | | | | | | 0.01 | 0.01 | 15.34 |
| 4.25-4.50 | | | | | | | | 0.00 | | | | | | 0.00 | 0.00 | 15.30 |
| 4.50-4.75 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| 4.75-5.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| 5.00+ | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| Totals | | 0.00 | 0.15 | 0.53 | 2.65 | 17.89 | 44.16 | 24.32 | 7.58 | 2.24 | 0.44 | 0.03 | | 100.00 | | |
| C(%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 99.84 | 99.32 | 96.67 | 78.77 | 34.61 | 10.29 | 2.71 | 0.47 | 0.03 | -0.00 | | | |

**Tabla 2.4: Tabla bi-variable de olas – Altura ($H_{mo}$) por Dirección (DPK) – N1**

| Direction | Wave Height (m) 0.00-0.25 | 0.25-0.50 | 0.50-0.75 | 0.75-1.00 | 1.00-1.25 | 1.25-1.50 | 1.50-1.75 | 1.75-2.00 | 2.00-2.25 | 2.25-2.50 | 2.50-2.75 | 2.75-3.00 | 3.00-3.25 | 3.25-3.50 | 3.50-3.75 | 3.75-4.00 | 4.00-4.25 | 4.25-4.50 | 4.50-4.75 | 4.75-5.00 | 5.00+ | Total | C(%) | Maximum Height (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 200.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100.00 | |
| 210.00 | | | 0.06 | 0.29 | 0.38 | 0.19 | 0.03 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | 0.95 | 100.00 | 1.77 |
| 220.00 | | | 0.19 | 2.20 | 7.37 | 11.38 | 9.77 | 6.13 | 2.75 | 1.11 | 0.42 | 0.15 | 0.03 | 0.00 | | | | | | | | 41.50 | 99.05 | 3.28 |
| 230.00 | | 0.00 | 0.28 | 2.53 | 6.87 | 9.44 | 8.81 | 6.96 | 4.38 | 2.33 | 1.21 | 0.54 | 0.21 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | 43.71 | 57.56 | 4.25 |
| 240.00 | | | 0.12 | 0.92 | 1.89 | 2.28 | 1.75 | 1.10 | 0.59 | 0.33 | 0.19 | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | | | | | | | 9.35 | 13.85 | 3.74 |
| 250.00 | | | 0.04 | 0.18 | 0.30 | 0.30 | 0.26 | 0.11 | 0.09 | 0.04 | 0.00 | | | | | | | | | | | 1.32 | 4.50 | 2.52 |
| 260.00 | | | 0.00 | 0.04 | 0.11 | 0.12 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | 0.33 | 3.18 | 2.04 |
| 270.00 | | | 0.01 | 0.08 | 0.23 | 0.28 | 0.10 | 0.02 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | 0.73 | 2.85 | 2.09 |
| 280.00 | | | 0.06 | 0.28 | 0.81 | 0.70 | 0.22 | 0.03 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | 2.11 | 2.11 | 2.08 |
| 290.00 | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 1.02 |
| 300.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -0.00 | |
| Totals | | 0.00 | 0.77 | 6.53 | 17.96 | 24.69 | 20.97 | 14.36 | 7.82 | 3.82 | 1.82 | 0.78 | 0.30 | 0.12 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | 100.00 | | |
| C(%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 99.22 | 92.70 | 74.73 | 50.04 | 29.08 | 14.72 | 6.89 | 3.07 | 1.25 | 0.47 | 0.17 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |

CONFIDENCIAL

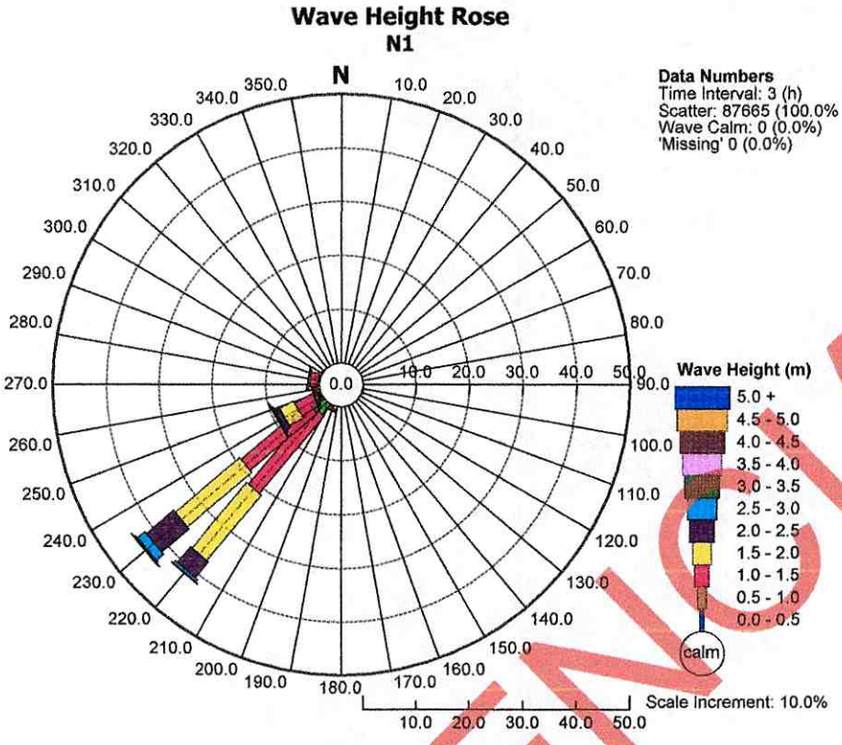



**Figura 2.2: Rosas de intensidad - alturas en N1**

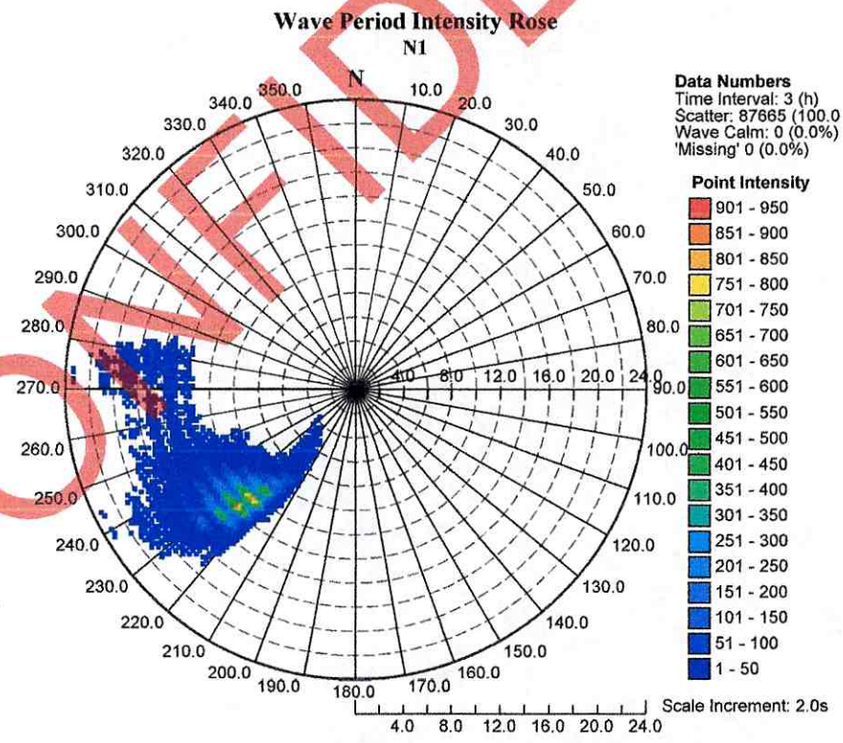



**Figura 2.3: Rosa de puntos- períodos en N1**

CONFIDENCIAL

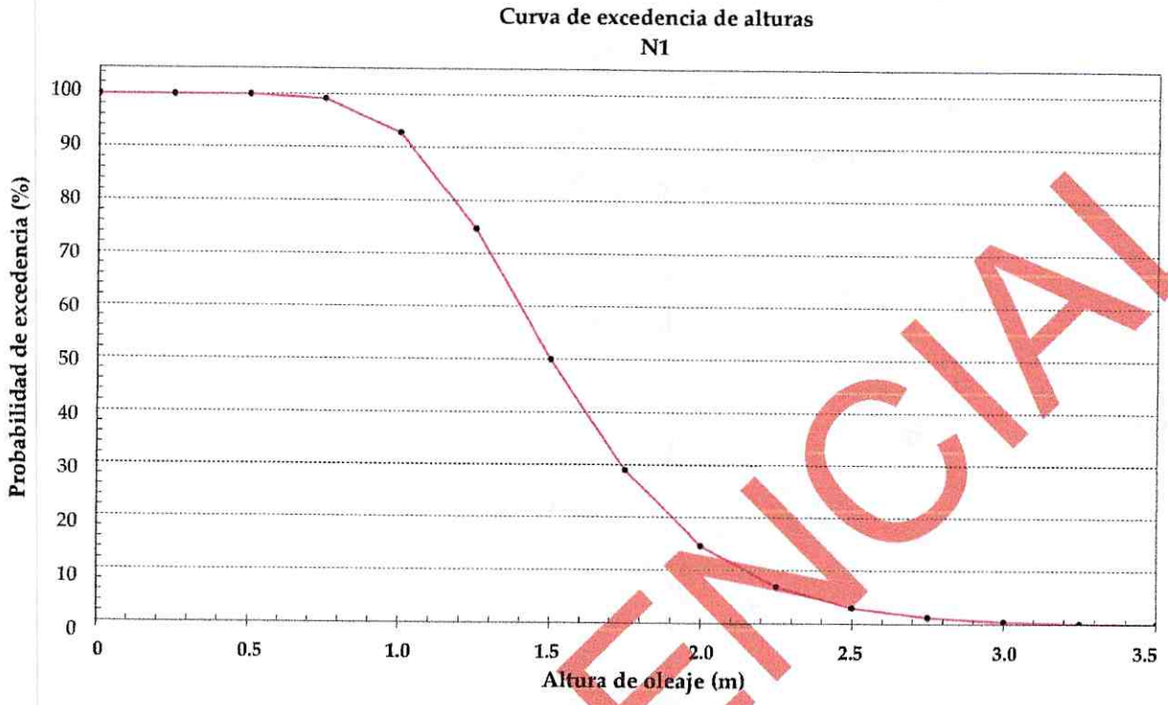



**Figura 2.4: Gráfico de excedencia de altura de ola (Hmo) – N1**

CONFIDENCIAL

# 3.0 SIMULACIÓN DE RESPUESTA DE BUQUE ATRACADO

En el presente capítulo se describe la simulación de respuesta de buque utilizando el tren de modelos numéricos Wavescat - Quaysim y la metodología empleada en la estimación del *downtime* sobre la base de criterios de movimiento límite de un barco atracado.

## 3.1 Representación de la nave modelada

Para realizar las simulaciones se crearon modelos hidrodinámicos específicos para las naves a estudiar y que consideran la batimetría del sitio. Las naves utilizadas correspondieron a barcos con capacidades de 59.000 DWT, 83.500 DWT, 172.000 DWT, según las naves especificadas por el cliente mediante correo electrónico con fecha 14 de Agosto de 2014. Las características de las naves se muestran en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1: Dimensiones de la Nave**

| Característica | Símbolo | Unidad | Nave Supramax (59.000 DWT) | Nave Panamax (83.500 DWT) | Nave Cape Size (172.000 DWT) |
|---|---|---|---|---|---|
| Eslora | $L_{pp}$ | m | 189 | 223 | 279 |
| Manga | B | m | 32.3 | 32.2 | 45 |
| Calado | T | m | 12.7 | 14.6 | 17.7 |

Para definir las características hidrodinámica de los barcos antes mencionados a la profundidad específica del puerto se utilizó el modelo de paneles 3D Wavescat. La Figura 3.1 a continuación muestra el modelo utilizado para la porción sumergida del casco del barco de 59.000 DWT.

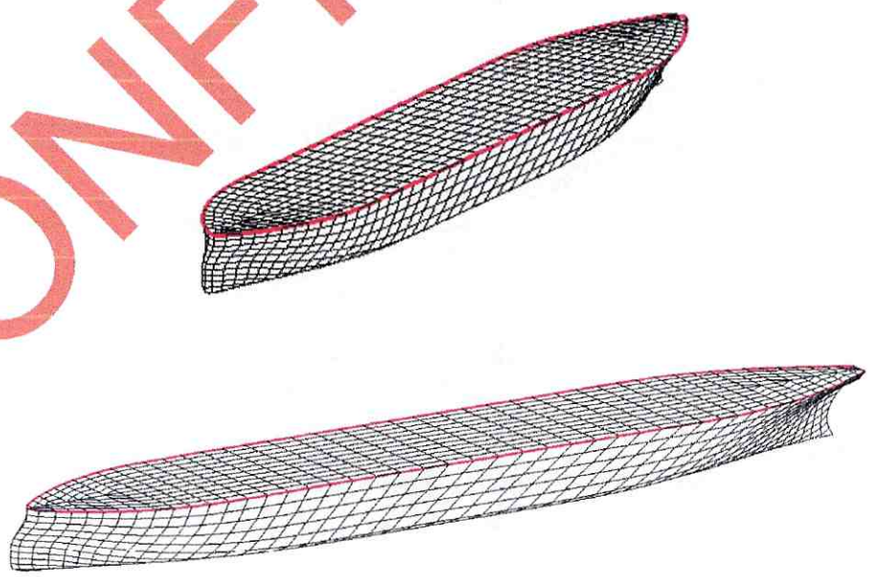


**Figura 3.1: Modelo de paneles utilizado (nave 59.000 DWT)**

CONFIDENCIAL

## 3.2 Configuración del terminal

Para la simulación de la nave atracada se consideró una configuración definida conceptualmente de acuerdo a la experiencia de Baird. El terminal está orientado en 220° y considera 2 sitios de atraque separados por el cabezo.

La configuración del terminal considera un total de 4 postes de amarre (PA) y 5 duques de alba (DA), con ganchos de escape sobre estos. La descripción de amarres es como sigue:

**a) Nave Supramax**

La configuración para la nave tipo Supramax considera el uso de 2 ganchos de escape dobles sobre PA2 y PA3, cada uno con 4 traveses, totalizando 8 amarras (ver Figura 3.2). Se hace notar que esta configuración se obtuvo después de optimizar el esquema de amarras. El uso de *springs*, si bien disminuye el *surge*, aumenta el *sway*, por lo cual se adoptó este esquema sin *springs* (ver resultados en sección 4.3, *Resultados: Disponibilidad del terminal*).

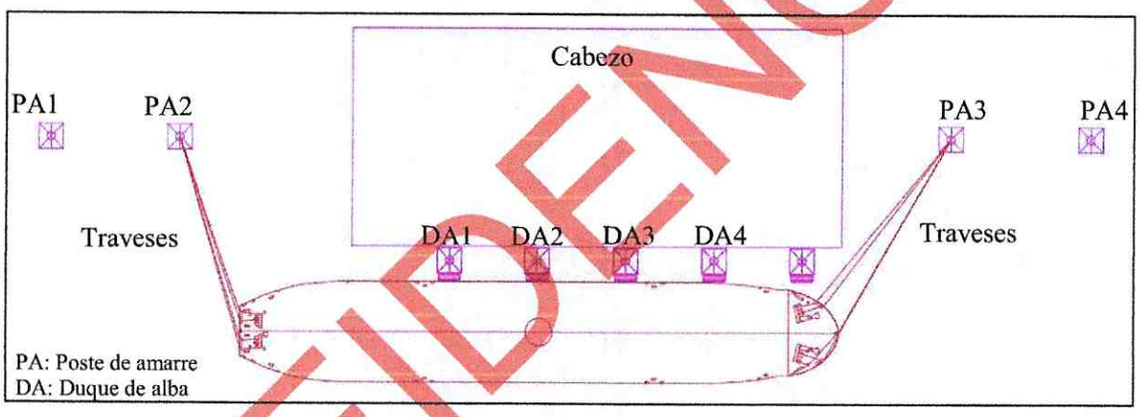



**Figura 3.2: Configuración del terminal - nave Supramax**

**b) Nave Panamax**

Para la nave Panamax se utilizó una configuración con 2 ganchos de escape dobles sobre PA2 y PA3, considerando 4 traveses cada uno y otros 2 ganchos de escape dobles con 2 *springs* cada uno situados sobre DA1 y DA4, utilizando un total de 12 líneas (ver Figura 3.3).

CONFIDENCIAL

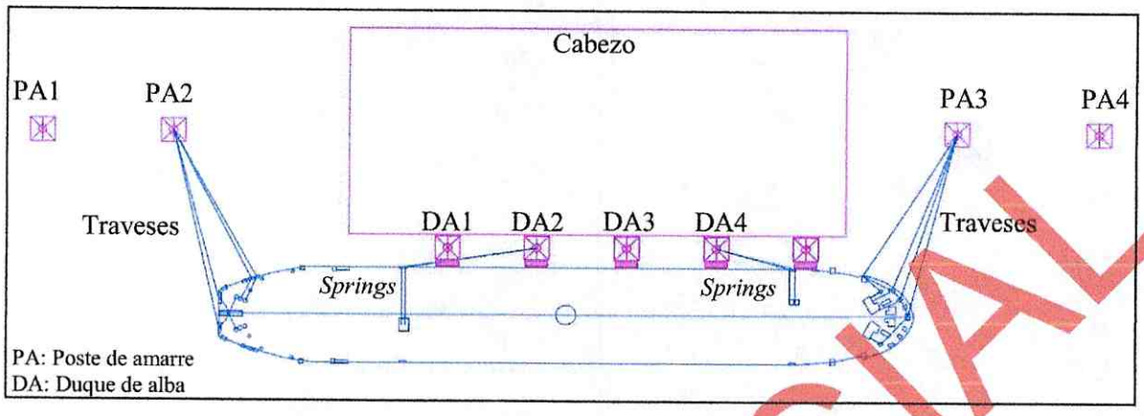



**Figura 3.3: Configuración del terminal - nave Panamax**

**c) Nave Cape Size**

Para la configuración de la nave Cape Size, se consideró 6 elementos de amarre. 2 ganchos de escape dobles sobre PA1 y PA4, totalizando 4 traveses cada uno, dos ganchos de escape triples sobre PA2 y PA3 que constan de 3 traveses cada una y 2 ganchos de escape dobles con 2 *springs* cada uno situados sobre DA1 y DA5, con un total de 18 líneas para esta configuración de amarre. (ver Figura 3.4).

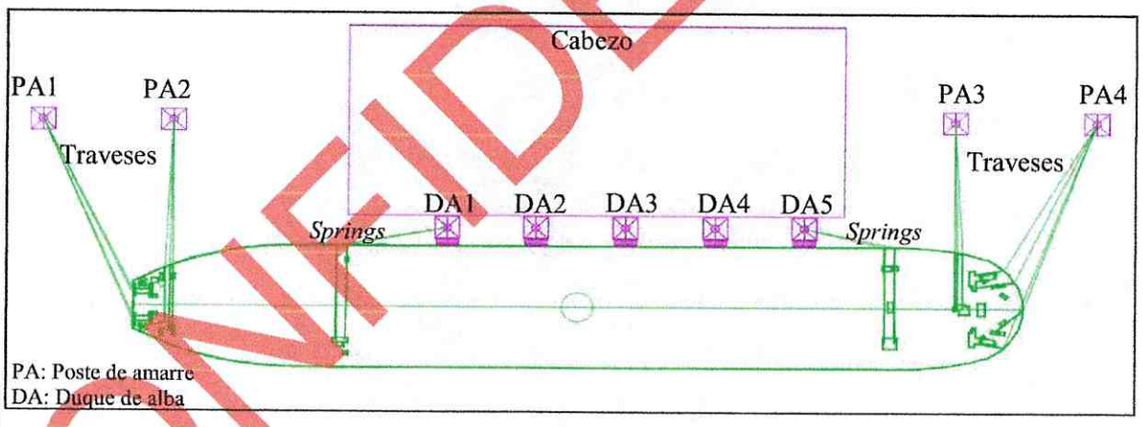



**Figura 3.4: Configuración del terminal - nave Cape Size**

Las características de espías de amarre fueron obtenidas a partir de la metodología del Número de Equipo propuesta por la *InternationalAssociation of Classification Societies (IACS)*.

Para todas las simulaciones se consideró un 10% de pretensión de la carga mínima de rotura de la espía de amarre (MBL).

Las naves Supramax y Panamax consideran 4 elementos de defensa, mientras que la nave Cape Size considera 5 defensas.

CONFIDENCIAL

### 3.2.1 *Líneas de Amarre*

La configuración de amarras para cada nave se resume en la Tabla 3.2. Para todos los casos se consideraron espías de polipropileno con una pretensión de 10% de la carga mínima de rotura (MBL), según la práctica estándar. Las características mecánicas no lineales de las espías fueron obtenidas de *Marlow Ropes Catalogue*. La Figura 3.5 muestra la relación extensión vs carga de las líneas utilizadas.




**Figura 3.5: Propiedades amarras de polipropileno**

**Tabla 3.2: Características del sistema de amarre**

| Nave | Número de traveses (proa y popa) | Número de *springs* | Mena (mm) | Número de mena | MBL(ton) |
|---|---|---|---|---|---|
| Supramax | 8 | 0 (*) | 72 | 9 | 61.5 |
| Panamax | 8 | 4 | 80 | 10 | 75.5 |
| Cape Size | 14 | 4 | 80 | 10 | 75.5 |

(*): Se eliminaron los *springs* luego de optimizar el sistema de amarres mediante el modelo numérico.

CONFIDENCIAL

### 3.2.2 Defensas

El sistema de atraque considera 5 duques de alba, con defensas del tipo *pneumatic*. Para las naves Supramax y Panamax se considera la interacción con 4 defensas, mientras que para la nave Cape Size, la configuración considera 5 defensas. Las características de éstas se resumen en la Tabla 3.3. Las propiedades mecánicas no lineales están incorporadas internamente en el programa y se basan en el catálogo de Bridgestone (*Cylinder Fender Catalogue, Bridgestone Tire Co. Ltd.*).

**Tabla 3.3: Características del sistema de defensas**

| Denfensa | |
|---|---|
| Tipo | Pneumatic |
| Altura | 4500 mm |
| Deformación de diseño | 60.0% |
| Reacción | 5690 kN |

## 3.3 Condiciones medioambientales en la simulación

### 3.3.1 Oleaje

Se consideraron 600 casos de oleaje determinados al combinar 10 alturas significativas y 6 períodos peak con 10 direcciones peak. La Tabla 3.2 muestra las alturas significativas (Hs), períodos peak (Tp) y direcciones peak (DPK) consideradas en la simulación. En todos los casos simulados se consideró una marea media de 0.8 m.

**Tabla 3.4: Combinaciones de estados de mar considerados en la simulación**

| Altura de ola Hs (m) | Período Peak Tp (s) | Dirección peak del oleaje DPK (°) |
|---|---|---|
| 0.50 | | 190 |
| 0.75 | | 205 |
| 1.00 | 7 | 225 |
| 1.25 | 10 | 245 |
| 1.50 | 13 | 265 |
| 1.75 | 16 | 275 |
| 2.00 | 19 | 295 |
| 2.25 | 22 | 315 |
| 2.50 | | 335 |
| 3.00 | | 350 |

CONFIDENCIAL

### 3.3.2 Vientos

Para las simulaciones se consideró una magnitud de viento igual a 6 m/s. Este valor se obtuvo desde el documento de referencia *"Estudio Oceanografía 1-2-2007.pdf"* provisto por Northport. Se utilizó un espectro NPD, recomendado por el API (*American Petroleum Institute*), siempre perpendicular a la orientación de la nave y sacándola de las defensas.

### 3.3.3 Corrientes

Al igual que los vientos, las corrientes incluidas en las simulaciones fueron obtenidas a partir del documento de referencia *"Estudio Oceanografía 1-2-2007.pdf"* proporcionado por Northport, considerando en las simulaciones una magnitud de corrientes igual a 0.1 cm/s, perpendicular a la orientación de la nave.

CONFIDENCIAL

# 4.0 ESTIMACIÓN DE *DOWNTIME*

## 4.1 Criterios límite de movimiento

Para estimar el *downtime* del terminal se utilizaron los criterios de movimiento máximo en un buque fondeado para operaciones de descarga segura y eficiente. Específicamente las recomendaciones de PIANC (1995), que corresponden a la publicación de mayor reconocimiento internacional. De dichas recomendaciones se utilizaron los criterios para una nave granelera cargada mediante cinta transportadora. Ver Tabla 4.1.

**Tabla 4.1: Movimientos máximos recomendados para una descarga segura y eficiente**

| Criterio | Surge (Vaivén) | Sway (Deriva) | Heave (Alteada) | Roll (Balance) | Pitch (Cabeceo) | Yaw (Guiñada) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PIANC | 5.0 m | 2.5 m | - | - | - | 3.0 |

Además se consideró que las espías de amarra no debían superar el 50% de la carga mínima de rotura (MBL), según las recomendaciones de OCIMF en *Mooring Equipment Guidelines (2008)*.

CONFIDENCIAL

## 4.2 Algoritmo de análisis de operabilidad

Para la estimación de la operabilidad del terminal se utilizó un algoritmo creado por Baird de modo de comparar la respuesta de buque atracado para cada condición de oleaje en los 30 años (cada 3 horas) con el criterio límite establecido. Una condición de *downtime* sucede cuando cualquier movimiento del barco excede su criterio límite, o las líneas de amarre exceden su capacidad operacional. La suma de todos los eventos de falla (*downtime*) permite calcular la operabilidad del terminal. Una representación de este algoritmo se presenta en el diagrama de la Figura 4.1.

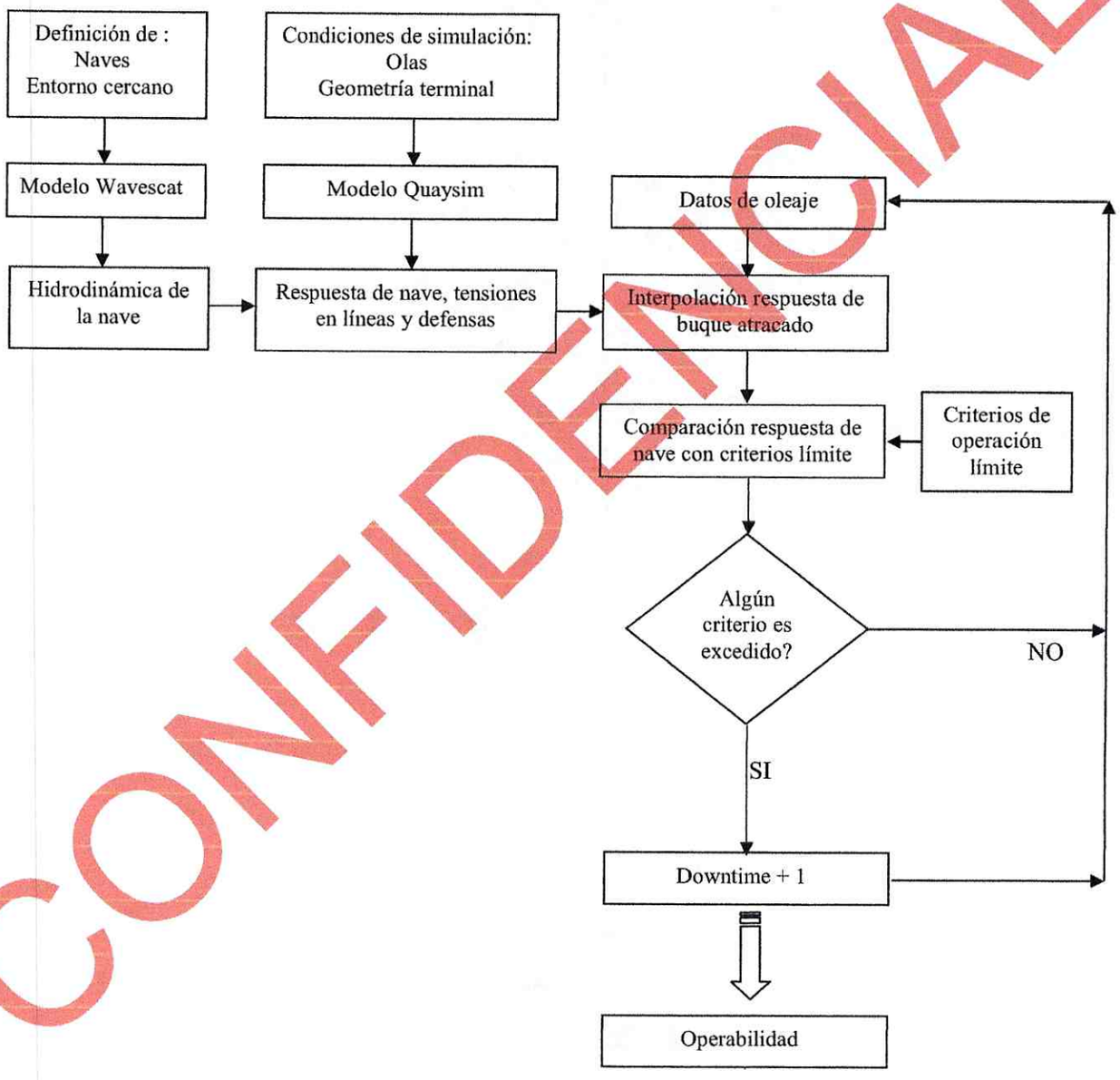



**Figura 4.1: Diagrama de flujo del cálculo de la operabilidad**

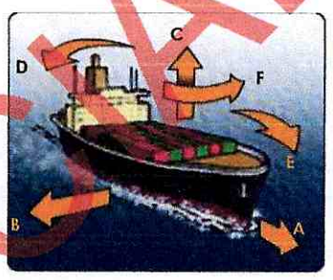
CONFIDENCIAL

## 4.3 Resultados: Disponibilidad del terminal

Con el objeto de contar con una indicación de los modos de falla principales, a continuación se presentan con los porcentajes de ocurrencia de "fallas" para cada movimiento de las naves, la tensión de cada línea y también las defensas utilizadas, con una orientación del terminal igual a 220° (ver Tabla 4.2 a Tabla 4.4).

**Tabla 4.2: Resultados de *downtime* detallado – Nave Supramax**

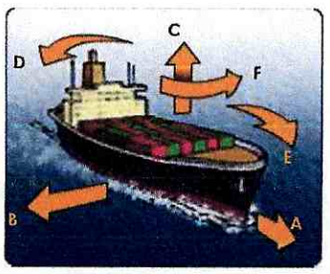
| Variable | A Surge | B Sway | C Heave | D Roll | E Pitch | F Yaw |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vaivén | Deriva | Alteada | Balance | Cabeceo | Guiñada |
| N°Ocurrencias | 13130 | 11985 | 0 | 0 | 0 | 4972 |
| Downtime (%) | 15* | 14* | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Disponibilidad (%) | 85 | 86 | 100 | 100 | 100 | 94 |
| **Variable** | **Falla Leg 1** | **Falla Leg 2** | **Falla Leg 3** | **Falla Leg 4** | **Falla Leg 5** | **Falla Leg 6** |
| N°Ocurrencias | 789 | 832 | 525 | 380 | 1365 | 986 |
| Downtime (%) | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Disponibilidad (%) | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 |
| **Variable** | **Falla Leg 7** | **Falla Leg 8** | **Falla Fender 1** | **Falla Fender 2** | **Falla Fender 3** | **Falla Fender 4** |
| N°Ocurrencias | 616 | 529 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Downtime (%) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Disponibilidad (%) | 99 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 |




(*): Considerando *Springs*, los valores serían: *Surge* = 3%, *Sway* = 25%.

**Tabla 4.3: Resultados de *downtime* detallado – Nave Panamax**

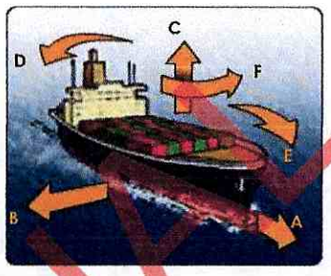
| Variable | A Surge | B Sway | C Heave | D Roll | E Pitch | F Yaw |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vaivén | Deriva | Alteada | Balance | Cabeceo | Guiñada |
| N°Ocurrencias | 752 | 12207 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Downtime (%) | 1 | 14 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Disponibilidad (%) | 99 | 86 | 100 | 100 | 100 | 99 |
| **Variable** | **Falla Leg 1** | **Falla Leg 2** | **Falla Leg 3** | **Falla Leg 4** | **Falla Leg 5** | **Falla Leg 6** |
| N°Ocurrencias | 103 | 441 | 461 | 115 | 1455 | 1750 |
| Downtime (%) | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Disponibilidad (%) | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 |
| **Variable** | **Falla Leg 7** | **Falla Leg 8** | **Falla Leg 9** | **Falla Leg 10** | **Falla Leg 11** | **Falla Leg 12** |
| N°Ocurrencias | 432 | 390 | 281 | 387 | 533 | 170 |
| Downtime (%) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Disponibilidad (%) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| **Variable** | **Falla Fender 1** | **Falla Fender 2** | **Falla Fender 3** | **Falla Fender 4** | | |
| N°Ocurrencias | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Downtime (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Disponibilidad (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | | |




CONFIDENCIAL

**Tabla 4.4: Resultados de *downtime* detallado – Nave Cape Size**

| Variable | A Surge | B Sway | C Heave | D Roll | E Pitch | F Yaw |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vaivén | Deriva | Alteada | Balance | Cabeceo | Guiñada |
| N°Ocurrencias | 2096 | 11743 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Downtime (%) | 3 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Disponibilidad (%) | 97 | 86 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| **Variable** | **Falla Leg 1** | **Falla Leg 2** | **Falla Leg 3** | **Falla Leg 4** | **Falla Leg 5** | **Falla Leg 6** |
| N°Ocurrencias | 193 | 695 | 1180 | 1619 | 2114 | 2104 |
| Downtime (%) | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Disponibilidad (%) | 99 | 99 | 98 | 98 | 97 | 97 |
| **Variable** | **Falla Leg 7** | **Falla Leg 8** | **Falla Leg 9** | **Falla Leg 10** | **Falla Leg 11** | **Falla Leg 12** |
| N°Ocurrencias | 641 | 768 | 884 | 863 | 1384 | 1596 |
| Downtime (%) | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Disponibilidad (%) | 99 | 99 | 98 | 99 | 98 | 98 |
| **Variable** | **Falla Leg 13** | **Falla Leg 14** | **Falla Leg 15** | **Falla Leg 16** | **Falla Leg 17** | **Falla Leg 18** |
| N°Ocurrencias | 1676 | 4988 | 1214 | 1076 | 459 | 389 |
| Downtime (%) | 2 | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Disponibilidad (%) | 98 | 94 | 98 | 98 | 99 | 99 |
| **Variable** | **Falla Fender 1** | **Falla Fender 2** | **Falla Fender 3** | **Falla Fender 4** | **Falla Fender 5** | |
| N°Ocurrencias | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Downtime (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Disponibilidad (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |




CONFIDENCIAL

## 4.4 Optimización: Rotación del terminal

El *downtime* es altamente sensible al ángulo de incidencia del oleaje respecto de la orientación del terminal marítimo. Para maximizar la operatividad del mismo (minimizar *downtime*), se simularon distintas orientaciones para la infraestructura. El criterio utilizado consistió en rotar las naves en torno de sus centros de masa, con el fin de mantener la consecuencia con el clima de olas definido.

El efecto del cambio de orientación del terminal en el *downtime* resultante se muestra en la Figura 4.2.

El detalle de los promedios anuales y mensuales del *downtime* para todos los años analizados con una orientación del terminal de 220° se presenta en las tablas incluidas en el Anexo A. En dichas tablas, el color rojo indica que el downtime promedio mensual excede el 20%. Este número corresponde a un *benchamark* de la práctica apoyado por la teoría de olas para 1 sitio y 1 producto. Corresponde al límite razonable para servicios portuarios (tiempos de atención, *demurrage*) de la naturaleza de este proyecto.

De la figura se concluye que la orientación óptima es de 220°, con un *downtime* de 17% para la nave Supramax y un 14% para las naves Panamax y Cape Size.

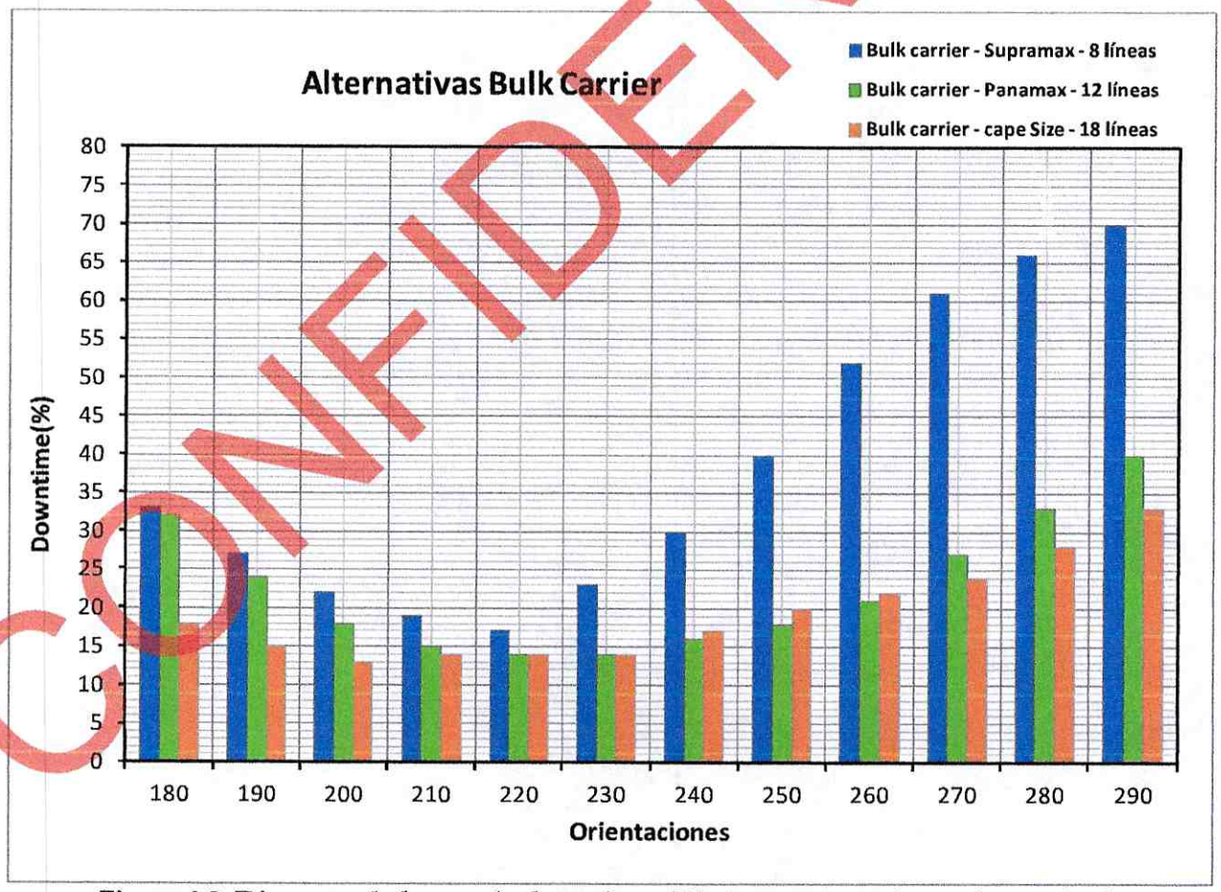



**Figura 4.2: Diagrama de barras de *downtime* – Distintas orientaciones de terminal**

CONFIDENCIAL

Se hace notar que existen varios años con meses consecutivos en los cuales se excede el 20% de *downtime*. En la Tabla 4.5 se muestran los resultados para la nave Supramax, por lo cual es necesario revisar los efectos que esto podría tener en la operación del terminal por medio de un modelo de simulación portuaria.

**Tabla 4.5: *Downtime* promedio anual y mensual - Nave Supramax**

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | max | min | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980 | 13 | 13 | 0 | 0 | 35 | 5 | 14 | 25 | 2 | 17 | 12 | 9 | 35 | 0 | 12 |
| 1981 | 24 | 13 | 5 | 8 | 21 | 2 | 11 | 5 | 0 | 4 | 15 | 6 | 24 | 0 | 9 |
| 1982 | 3 | 10 | 13 | 7 | 24 | 3 | 8 | 15 | 19 | 13 | 8 | 2 | 24 | 2 | 10 |
| 1983 | 15 | 57 | 20 | 11 | 16 | 10 | 13 | 25 | 8 | 6 | 10 | 0 | 57 | 0 | 16 |
| 1984 | 18 | 13 | 1 | 4 | 15 | 4 | 28 | 15 | 1 | 27 | 34 | 8 | 34 | 1 | 14 |
| 1985 | 28 | 21 | 6 | 28 | 18 | 0 | 3 | 16 | 40 | 29 | 44 | 23 | 44 | 0 | 21 |
| 1986 | 15 | 21 | 22 | 9 | 31 | 9 | 8 | 10 | 9 | 14 | 15 | 15 | 31 | 8 | 15 |
| 1987 | 33 | 13 | 6 | 18 | 12 | 12 | 17 | 23 | 18 | 12 | 24 | 12 | 33 | 6 | 17 |
| 1988 | 5 | 0 | 8 | 9 | 6 | 28 | 15 | 30 | 16 | 17 | 26 | 15 | 30 | 0 | 14 |
| 1989 | 0 | 8 | 17 | 25 | 11 | 38 | 30 | 35 | 19 | 18 | 12 | 8 | 38 | 0 | 18 |
| 1990 | 13 | 13 | 0 | 4 | 0 | 5 | 10 | 15 | 16 | 43 | 12 | 8 | 43 | 0 | 12 |
| 1991 | 4 | 14 | 2 | 0 | 5 | 7 | 10 | 7 | 14 | 17 | 9 | 1 | 17 | 0 | 8 |
| 1992 | 8 | 8 | 6 | 0 | 0 | 4 | 6 | 16 | 12 | 6 | 12 | 9 | 16 | 0 | 7 |
| 1993 | 0 | 15 | 11 | 16 | 18 | 13 | 19 | 20 | 9 | 8 | 15 | 14 | 20 | 0 | 13 |
| 1994 | 7 | 6 | 12 | 10 | 14 | 29 | 23 | 23 | 11 | 14 | 33 | 10 | 33 | 6 | 16 |
| 1995 | 29 | 9 | 3 | 19 | 11 | 8 | 4 | 12 | 9 | 13 | 2 | 1 | 29 | 1 | 10 |
| 1996 | 13 | 10 | 14 | 15 | 24 | 5 | 13 | 21 | 9 | 29 | 29 | 9 | 29 | 5 | 16 |
| 1997 | 10 | 36 | 0 | 8 | 6 | 37 | 16 | 35 | 3 | 12 | 19 | 0 | 37 | 0 | 15 |
| 1998 | 12 | 43 | 17 | 20 | 21 | 37 | 50 | 72 | 34 | 27 | 27 | 29 | 72 | 12 | 32 |
| 1999 | 4 | 6 | 23 | 9 | 6 | 28 | 27 | 14 | 34 | 28 | 22 | 30 | 34 | 4 | 19 |
| 2000 | 8 | 9 | 20 | 8 | 18 | 31 | 19 | 10 | 25 | 19 | 11 | 5 | 31 | 5 | 15 |
| 2001 | 11 | 6 | 22 | 5 | 27 | 14 | 9 | 19 | 20 | 25 | 19 | 4 | 27 | 4 | 15 |
| 2002 | 13 | 0 | 2 | 20 | 25 | 8 | 21 | 12 | 33 | 37 | 28 | 11 | 37 | 0 | 17 |
| 2003 | 12 | 19 | 1 | 15 | 31 | 30 | 41 | 39 | 32 | 40 | 19 | 18 | 41 | 1 | 25 |
| 2004 | 27 | 12 | 21 | 30 | 21 | 43 | 37 | 11 | 49 | 29 | 23 | 8 | 49 | 8 | 26 |
| 2005 | 21 | 14 | 17 | 23 | 35 | 22 | 36 | 22 | 28 | 17 | 3 | 5 | 36 | 3 | 20 |
| 2006 | 10 | 5 | 21 | 27 | 9 | 48 | 5 | 21 | 31 | 33 | 33 | 10 | 48 | 5 | 21 |
| 2007 | 4 | 0 | 17 | 36 | 14 | 20 | 19 | 35 | 49 | 26 | 8 | 13 | 49 | 0 | 19 |
| 2008 | 6 | 4 | 25 | 18 | 15 | 45 | 19 | 32 | 18 | 37 | 42 | 3 | 45 | 3 | 22 |
| 2009 | 4 | 12 | 36 | 33 | 15 | 8 | 44 | 40 | 16 | 22 | 20 | 13 | 44 | 4 | 22 |
| max | 33 | 57 | 36 | 36 | 35 | 48 | 50 | 72 | 49 | 43 | 44 | 30 | 72 | | |
| min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 4 | 2 | 0 | | 0 | |
| Promedio | 12 | 14 | 12 | 14 | 17 | 18 | 19 | 23 | 19 | 21 | 19 | 10 | | | 17 |

En el Anexo B se entregan planos con opciones de configuración general del terminal orientado en 220°, según se indica a continuación:

- *0900.103 – IM – 001* Configuración general Terminal Northport Opción A, Sitio Norte. En este caso se mantiene el eje original del puente de acceso y se reorienta el cabezo a 220°.
- *0900.103 – IM – 002* Configuración general Terminal Northport Opción B, Sitio Sur. En este caso se reorientan el puente de acceso y el cabezo a 220°.

El sistema de carga indicado en estos planos es sólo referencial. El número de sitios y los sistemas de transferencia de carga a considerar se definirán en los estudios de simulación portuaria y trade-off.

Además se entrega el plano *0900.103 – IM – 003* con la configuración de amarras para los tres tipos de naves consideradas en el estudio.

CONFIDENCIAL

## 5.0 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Luego de realizadas las simulaciones, se determinó que la disponibilidad promedio del terminal para carga de sal en naves tipo supramax es de un 17%, mientras que para naves panamax y Cape Size es de un 14% según los criterios PIANC.

Del análisis de la orientación se obtuvo que la disponibilidad óptima promedio, considerando los tres tamaños de naves de manera simultánea ocurre con el terminal orientado en 220°.

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

# Anexo A

## *Downtime* promedio anual y mensual

## Tabla A.1: *Downtime* promedio anual y mensual - Nave Supramax

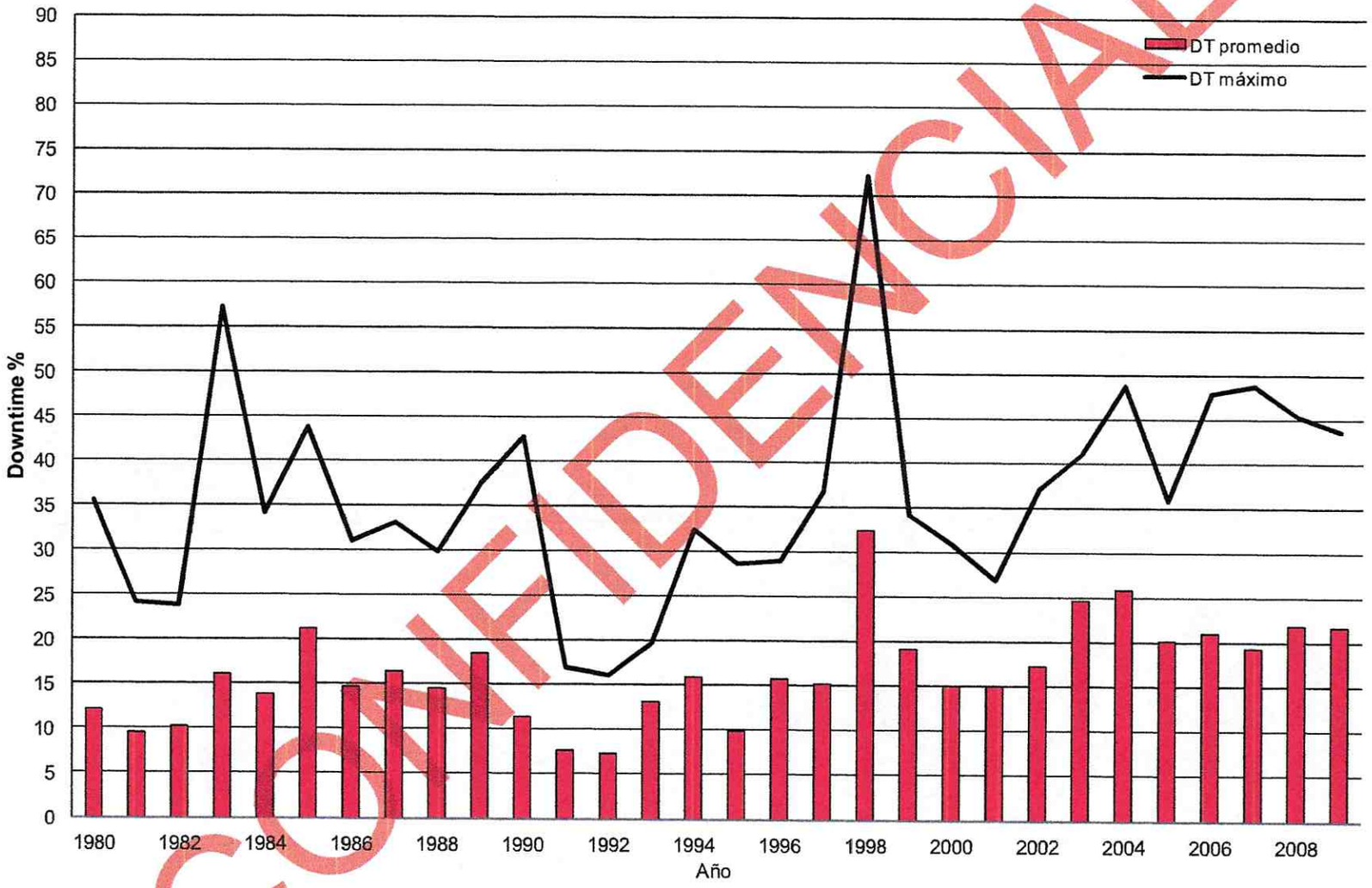
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | max | min | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980 | 13 | 13 | 0 | 0 | 35 | 5 | 14 | 25 | 2 | 17 | 12 | 9 | 35 | 0 | 12 |
| 1981 | 24 | 13 | 5 | 8 | 21 | 2 | 11 | 5 | 0 | 4 | 15 | 6 | 24 | 0 | 9 |
| 1982 | 3 | 10 | 13 | 7 | 24 | 3 | 8 | 15 | 19 | 13 | 8 | 2 | 24 | 2 | 10 |
| 1983 | 15 | 57 | 20 | 11 | 16 | 10 | 13 | 25 | 8 | 6 | 10 | 0 | 57 | 0 | 16 |
| 1984 | 18 | 13 | 1 | 4 | 15 | 4 | 28 | 15 | 1 | 27 | 34 | 8 | 34 | 1 | 14 |
| 1985 | 28 | 21 | 6 | 28 | 18 | 0 | 3 | 16 | 40 | 29 | 44 | 23 | 44 | 0 | 21 |
| 1986 | 15 | 21 | 22 | 9 | 31 | 9 | 8 | 10 | 9 | 14 | 15 | 15 | 31 | 8 | 15 |
| 1987 | 33 | 13 | 6 | 18 | 12 | 12 | 17 | 23 | 18 | 12 | 24 | 12 | 33 | 6 | 17 |
| 1988 | 5 | 0 | 8 | 9 | 6 | 28 | 15 | 30 | 16 | 17 | 26 | 15 | 30 | 0 | 14 |
| 1989 | 0 | 8 | 17 | 25 | 11 | 38 | 30 | 35 | 19 | 18 | 12 | 8 | 38 | 0 | 18 |
| 1990 | 13 | 13 | 0 | 4 | 0 | 5 | 10 | 15 | 16 | 43 | 12 | 8 | 43 | 0 | 12 |
| 1991 | 4 | 14 | 2 | 0 | 5 | 7 | 10 | 7 | 14 | 17 | 9 | 1 | 17 | 0 | 8 |
| 1992 | 8 | 8 | 6 | 0 | 0 | 4 | 6 | 16 | 12 | 6 | 12 | 9 | 16 | 0 | 7 |
| 1993 | 0 | 15 | 11 | 16 | 18 | 13 | 19 | 20 | 9 | 8 | 15 | 14 | 20 | 0 | 13 |
| 1994 | 7 | 6 | 12 | 10 | 14 | 29 | 23 | 23 | 11 | 14 | 33 | 10 | 33 | 6 | 16 |
| 1995 | 29 | 9 | 3 | 19 | 11 | 8 | 4 | 12 | 9 | 13 | 2 | 1 | 29 | 1 | 10 |
| 1996 | 13 | 10 | 14 | 15 | 24 | 5 | 13 | 21 | 9 | 29 | 29 | 9 | 29 | 5 | 16 |
| 1997 | 10 | 36 | 0 | 8 | 6 | 37 | 16 | 35 | 3 | 12 | 19 | 0 | 37 | 0 | 15 |
| 1998 | 12 | 43 | 17 | 20 | 21 | 37 | 50 | 72 | 34 | 27 | 27 | 29 | 72 | 12 | 32 |
| 1999 | 4 | 6 | 23 | 9 | 6 | 28 | 27 | 14 | 34 | 28 | 22 | 30 | 34 | 4 | 19 |
| 2000 | 8 | 9 | 20 | 8 | 18 | 31 | 19 | 10 | 25 | 19 | 11 | 5 | 31 | 5 | 15 |
| 2001 | 11 | 6 | 22 | 5 | 27 | 14 | 9 | 19 | 20 | 25 | 19 | 4 | 27 | 4 | 15 |
| 2002 | 13 | 0 | 2 | 20 | 25 | 8 | 21 | 12 | 33 | 37 | 28 | 11 | 37 | 0 | 17 |
| 2003 | 12 | 19 | 1 | 15 | 31 | 30 | 41 | 39 | 32 | 40 | 19 | 18 | 41 | 1 | 25 |
| 2004 | 27 | 12 | 21 | 30 | 21 | 43 | 37 | 11 | 49 | 29 | 23 | 8 | 49 | 8 | 26 |
| 2005 | 21 | 14 | 17 | 23 | 35 | 22 | 36 | 22 | 28 | 17 | 3 | 5 | 36 | 3 | 20 |
| 2006 | 10 | 5 | 21 | 27 | 9 | 48 | 5 | 21 | 31 | 33 | 33 | 10 | 48 | 5 | 21 |
| 2007 | 4 | 0 | 17 | 36 | 14 | 20 | 10 | 35 | 49 | 26 | 8 | 13 | 49 | 0 | 19 |
| 2008 | 6 | 4 | 25 | 18 | 15 | 45 | 19 | 32 | 18 | 37 | 42 | 3 | 45 | 3 | 22 |
| 2009 | 4 | 12 | 36 | 33 | 15 | 8 | 44 | 40 | 16 | 22 | 20 | 13 | 44 | 4 | 22 |
| **max** | 33 | 57 | 36 | 36 | 35 | 48 | 50 | 72 | 49 | 43 | 44 | 30 | 72 | | |
| **min** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 4 | 2 | 0 | | 0 | |
| **Promedio** | 12 | 14 | 12 | 14 | 17 | 18 | 19 | 23 | 19 | 21 | 19 | 10 | | | 17 |

CONFIDENCIAL



0900.103

**Figura A.1: *Downtime* promedio anual – Nave Supramax**

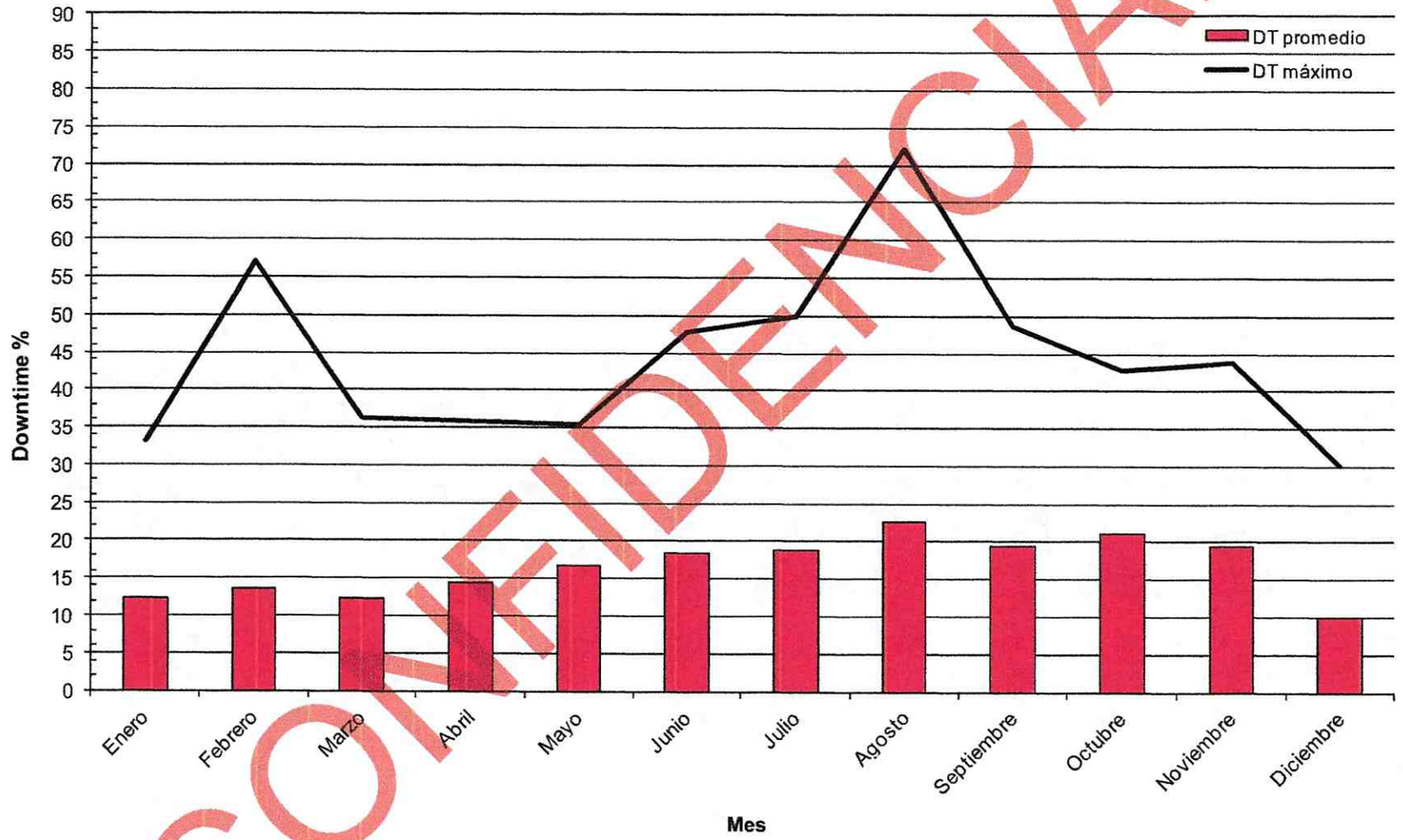



CONFIDENCIAL



0008.2

**Figura A.2: *Downtime* promedio mensual – Nave Supramax**




CONFIDENCIAL



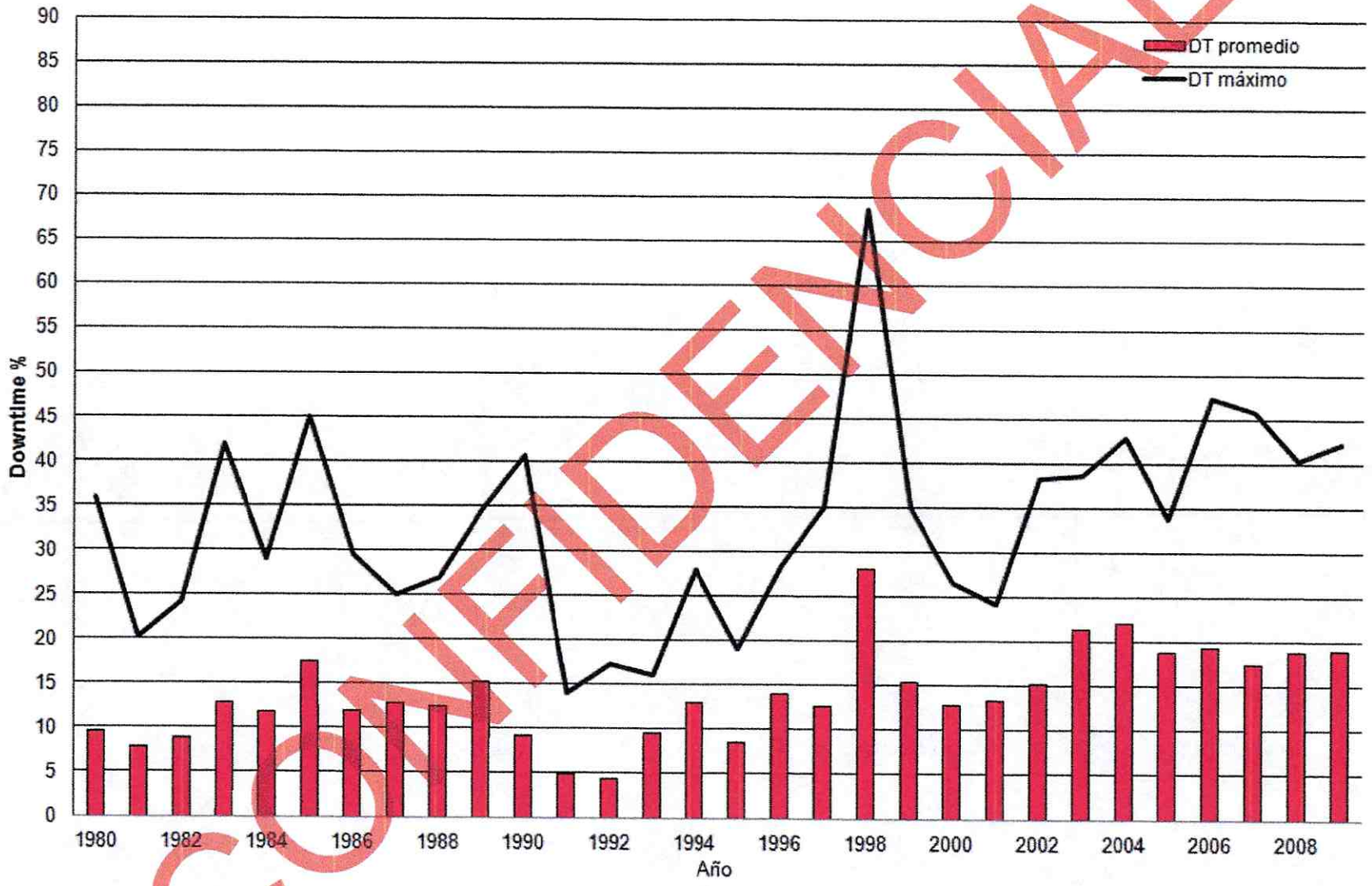
000803

## Tabla A.2: *Downtime* promedio anual y mensual - Nave Panamax

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | max | min | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980 | 5 | 11 | 0 | 0 | 36 | 5 | 15 | 22 | 5 | 10 | 3 | 3 | 36 | 0 | 10 |
| 1981 | 19 | 7 | 0 | 6 | 20 | 5 | 9 | 8 | 0 | 0 | 15 | 5 | 20 | 0 | 8 |
| 1982 | 0 | 7 | 6 | 3 | 24 | 2 | 7 | 16 | 17 | 12 | 8 | 4 | 24 | 0 | 9 |
| 1983 | 1 | 42 | 20 | 8 | 18 | 11 | 10 | 24 | 7 | 4 | 9 | 0 | 42 | 0 | 13 |
| 1984 | 9 | 10 | 1 | 0 | 15 | 1 | 29 | 13 | 1 | 27 | 26 | 8 | 29 | 0 | 12 |
| 1985 | 13 | 5 | 3 | 30 | 19 | 3 | 1 | 11 | 35 | 27 | 45 | 19 | 45 | 1 | 18 |
| 1986 | 12 | 11 | 16 | 3 | 29 | 10 | 8 | 11 | 8 | 14 | 12 | 11 | 29 | 3 | 12 |
| 1987 | 23 | 1 | 3 | 15 | 7 | 12 | 16 | 25 | 16 | 8 | 23 | 3 | 25 | 1 | 13 |
| 1988 | 0 | 0 | 5 | 7 | 0 | 24 | 17 | 27 | 16 | 17 | 25 | 11 | 27 | 0 | 12 |
| 1989 | 0 | 8 | 10 | 23 | 4 | 35 | 22 | 29 | 15 | 18 | 10 | 9 | 35 | 0 | 15 |
| 1990 | 4 | 9 | 0 | 3 | 0 | 5 | 10 | 10 | 11 | 41 | 9 | 7 | 41 | 0 | 9 |
| 1991 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 4 | 10 | 7 | 12 | 14 | 4 | 0 | 14 | 0 | 5 |
| 1992 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 17 | 7 | 7 | 8 | 4 | 17 | 0 | 4 |
| 1993 | 0 | 7 | 6 | 8 | 16 | 13 | 11 | 16 | 6 | 10 | 16 | 6 | 16 | 0 | 9 |
| 1994 | 1 | 2 | 9 | 9 | 13 | 28 | 21 | 25 | 13 | 8 | 27 | 1 | 28 | 1 | 13 |
| 1995 | 19 | 5 | 3 | 18 | 10 | 5 | 5 | 13 | 8 | 11 | 4 | 2 | 19 | 2 | 9 |
| 1996 | 9 | 3 | 13 | 11 | 22 | 8 | 8 | 23 | 8 | 27 | 28 | 8 | 28 | 3 | 14 |
| 1997 | 9 | 23 | 0 | 3 | 6 | 34 | 15 | 35 | 2 | 8 | 16 | 0 | 35 | 0 | 13 |
| 1998 | 8 | 30 | 13 | 10 | 21 | 35 | 47 | 69 | 35 | 26 | 26 | 18 | 69 | 8 | 28 |
| 1999 | 4 | 1 | 19 | 4 | 4 | 23 | 27 | 14 | 35 | 22 | 19 | 14 | 35 | 1 | 15 |
| 2000 | 9 | 7 | 17 | 7 | 10 | 27 | 24 | 10 | 20 | 18 | 3 | 0 | 27 | 0 | 13 |
| 2001 | 4 | 9 | 15 | 5 | 24 | 10 | 6 | 21 | 18 | 23 | 20 | 6 | 24 | 4 | 13 |
| 2002 | 8 | 0 | 0 | 18 | 23 | 5 | 21 | 13 | 33 | 38 | 19 | 4 | 38 | 0 | 15 |
| 2003 | 5 | 9 | 0 | 11 | 27 | 29 | 39 | 38 | 31 | 37 | 15 | 17 | 39 | 0 | 21 |
| 2004 | 18 | 6 | 15 | 25 | 15 | 41 | 39 | 10 | 43 | 26 | 20 | 7 | 43 | 6 | 22 |
| 2005 | 20 | 10 | 17 | 15 | 33 | 21 | 34 | 20 | 26 | 19 | 6 | 6 | 34 | 6 | 19 |
| 2006 | 13 | 5 | 21 | 21 | 5 | 48 | 6 | 17 | 23 | 31 | 32 | 10 | 48 | 5 | 19 |
| 2007 | 0 | 0 | 12 | 33 | 10 | 18 | 10 | 31 | 46 | 29 | 7 | 12 | 46 | 0 | 17 |
| 2008 | 0 | 0 | 23 | 13 | 10 | 39 | 18 | 29 | 18 | 34 | 40 | 3 | 40 | 0 | 19 |
| 2009 | 0 | 10 | 30 | 31 | 15 | 3 | 42 | 41 | 14 | 21 | 13 | 9 | 42 | 0 | 19 |
| **max** | 23 | 42 | 30 | 33 | 36 | 48 | 47 | 69 | 46 | 41 | 45 | 19 | 69 | | |
| **min** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 3 | 0 | | 0 | |
| **Promedio** | 7 | 8 | 9 | 11 | 15 | 17 | 18 | 22 | 18 | 20 | 17 | 7 | | | 14 |

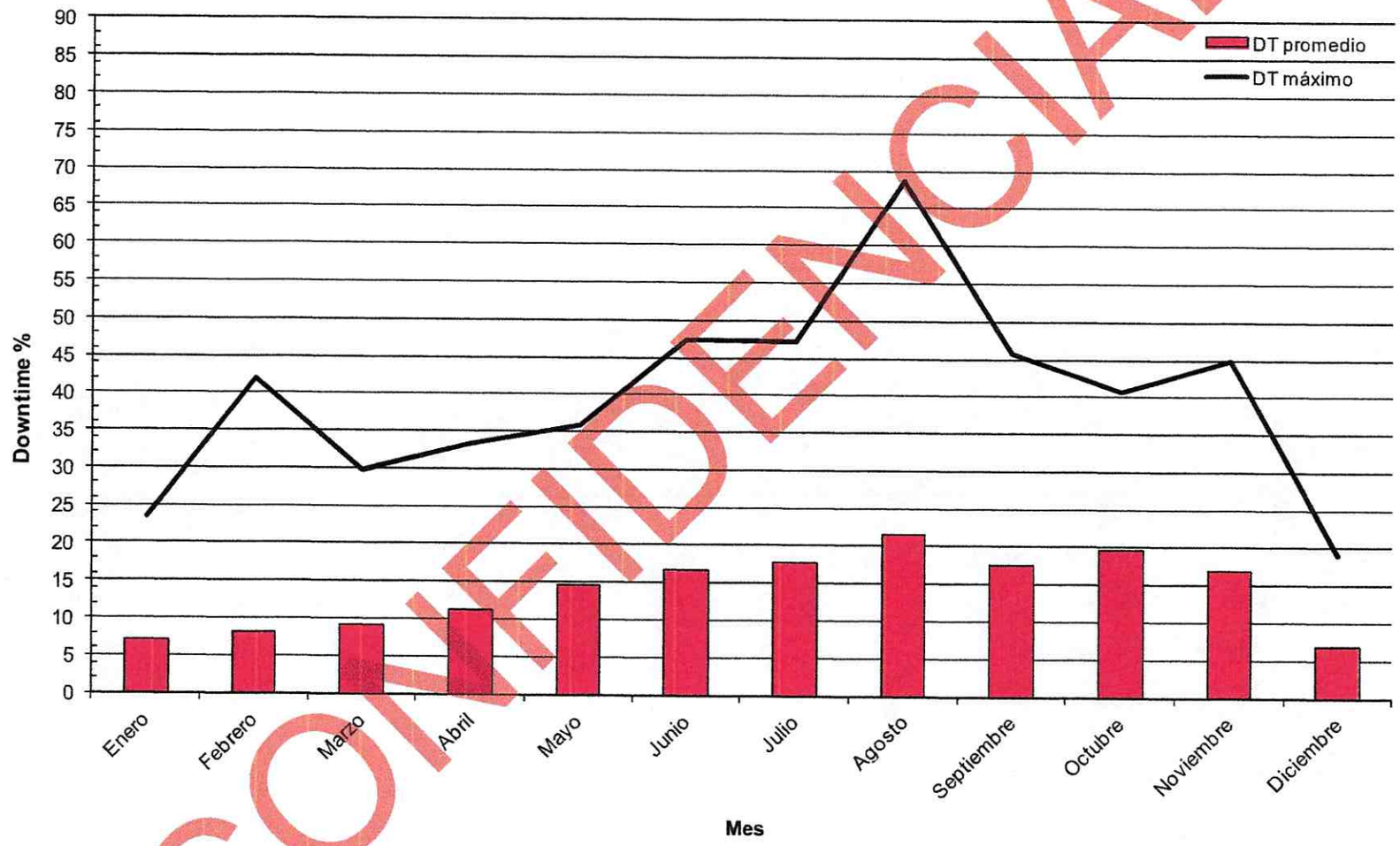
CONFIDENCIAL

**Figura A.3: *Downtime* promedio anual – Nave Panamax**




CONFIDENCIAL

**Figura A.4: *Downtime* promedio mensual – Nave Panamax**




CONFIDENCIAL

## Tabla A.3: *Downtime* promedio anual y mensual - Nave Cape Size

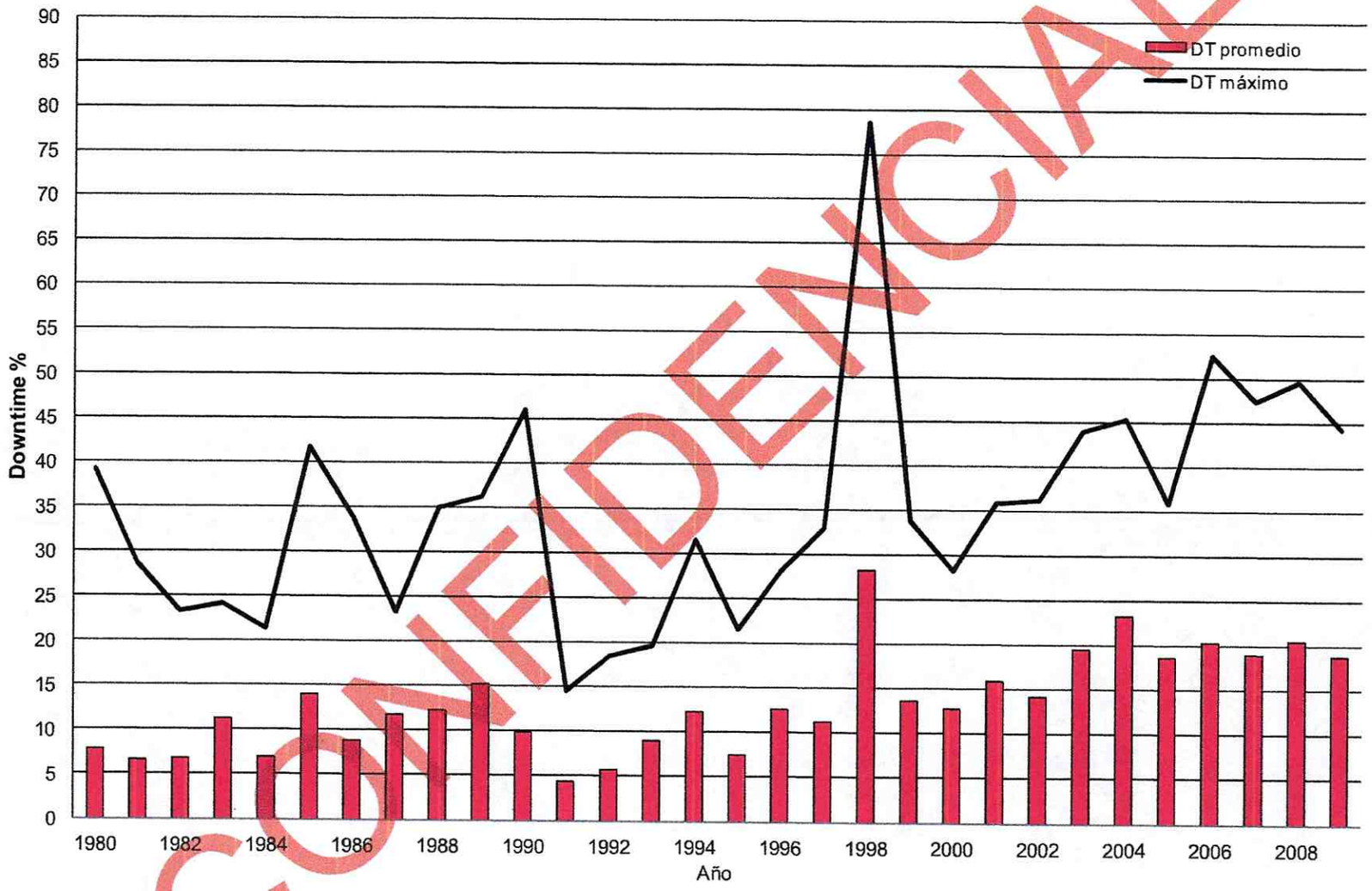
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | max | min | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980 | 4 | 5 | 0 | 0 | 39 | 5 | 10 | 26 | 1 | 1 | 2 | 1 | 39 | 0 | 8 |
| 1981 | 3 | 6 | 0 | 11 | 29 | 1 | 6 | 8 | 0 | 0 | 15 | 2 | 29 | 0 | 7 |
| 1982 | 0 | 0 | 4 | 2 | 23 | 3 | 3 | 15 | 9 | 13 | 8 | 2 | 23 | 0 | 7 |
| 1983 | 0 | 21 | 7 | 8 | 20 | 13 | 12 | 24 | 8 | 9 | 15 | 0 | 24 | 0 | 11 |
| 1984 | 0 | 0 | 1 | 0 | 17 | 0 | 21 | 17 | 0 | 12 | 5 | 11 | 21 | 0 | 7 |
| 1985 | 4 | 0 | 4 | 31 | 17 | 1 | 0 | 6 | 42 | 25 | 28 | 10 | 42 | 0 | 14 |
| 1986 | 6 | 2 | 9 | 2 | 34 | 9 | 4 | 10 | 6 | 13 | 7 | 5 | 34 | 2 | 9 |
| 1987 | 15 | 0 | 2 | 14 | 7 | 16 | 14 | 17 | 20 | 11 | 23 | 1 | 23 | 0 | 12 |
| 1988 | 0 | 0 | 10 | 8 | 0 | 35 | 20 | 21 | 16 | 13 | 20 | 6 | 35 | 0 | 12 |
| 1989 | 2 | 5 | 13 | 25 | 8 | 36 | 26 | 30 | 17 | 15 | 1 | 5 | 36 | 1 | 15 |
| 1990 | 0 | 4 | 2 | 5 | 0 | 7 | 9 | 18 | 9 | 46 | 17 | 3 | 46 | 0 | 10 |
| 1991 | 0 | 1 | 2 | 0 | 4 | 4 | 13 | 8 | 15 | 0 | 6 | 0 | 15 | 0 | 4 |
| 1992 | 0 | 1 | 2 | 5 | 0 | 10 | 6 | 19 | 8 | 11 | 5 | 3 | 19 | 0 | 6 |
| 1993 | 0 | 0 | 7 | 4 | 20 | 11 | 16 | 19 | 7 | 8 | 14 | 2 | 20 | 0 | 9 |
| 1994 | 0 | 1 | 10 | 8 | 13 | 27 | 19 | 27 | 12 | 0 | 32 | 1 | 32 | 0 | 12 |
| 1995 | 8 | 1 | 3 | 22 | 11 | 4 | 1 | 11 | 7 | 17 | 5 | 1 | 22 | 1 | 7 |
| 1996 | 8 | 2 | 17 | 13 | 27 | 6 | 8 | 13 | 8 | 28 | 19 | 3 | 28 | 2 | 13 |
| 1997 | 5 | 7 | 2 | 2 | 7 | 33 | 13 | 32 | 5 | 10 | 20 | 0 | 33 | 0 | 11 |
| 1998 | 6 | 18 | 8 | 12 | 15 | 41 | 58 | 79 | 34 | 30 | 32 | 6 | 79 | 6 | 28 |
| 1999 | 1 | 0 | 14 | 0 | 0 | 26 | 23 | 11 | 34 | 28 | 24 | 4 | 34 | 0 | 14 |
| 2000 | 10 | 3 | 17 | 12 | 19 | 28 | 17 | 15 | 15 | 15 | 2 | 0 | 28 | 0 | 13 |
| 2001 | 1 | 8 | 15 | 4 | 36 | 18 | 4 | 23 | 23 | 26 | 18 | 15 | 36 | 1 | 16 |
| 2002 | 6 | 0 | 0 | 28 | 21 | 3 | 17 | 17 | 36 | 32 | 8 | 3 | 36 | 0 | 14 |
| 2003 | 1 | 8 | 0 | 13 | 24 | 23 | 44 | 36 | 32 | 32 | 11 | 11 | 44 | 0 | 19 |
| 2004 | 9 | 0 | 18 | 33 | 18 | 45 | 44 | 12 | 45 | 33 | 23 | 0 | 45 | 0 | 23 |
| 2005 | 11 | 7 | 13 | 23 | 33 | 32 | 36 | 23 | 25 | 12 | 9 | 2 | 36 | 2 | 19 |
| 2006 | 7 | 2 | 24 | 23 | 10 | 53 | 10 | 20 | 26 | 34 | 28 | 10 | 53 | 2 | 20 |
| 2007 | 0 | 0 | 16 | 33 | 13 | 20 | 11 | 27 | 48 | 34 | 7 | 20 | 48 | 0 | 19 |
| 2008 | 0 | 0 | 24 | 11 | 9 | 38 | 25 | 31 | 14 | 42 | 50 | 3 | 50 | 0 | 21 |
| 2009 | 0 | 8 | 31 | 44 | 15 | 2 | 44 | 40 | 15 | 19 | 3 | 6 | 44 | 0 | 19 |
| **max** | 15 | 21 | 31 | 44 | 39 | 53 | 58 | 79 | 48 | 46 | 50 | 20 | 79 | | |
| **min** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | | 0 | |
| **Promedio** | 4 | 4 | 9 | 13 | 16 | 18 | 18 | 22 | 18 | 19 | 15 | 5 | | | 14 |

CONFIDENCIAL



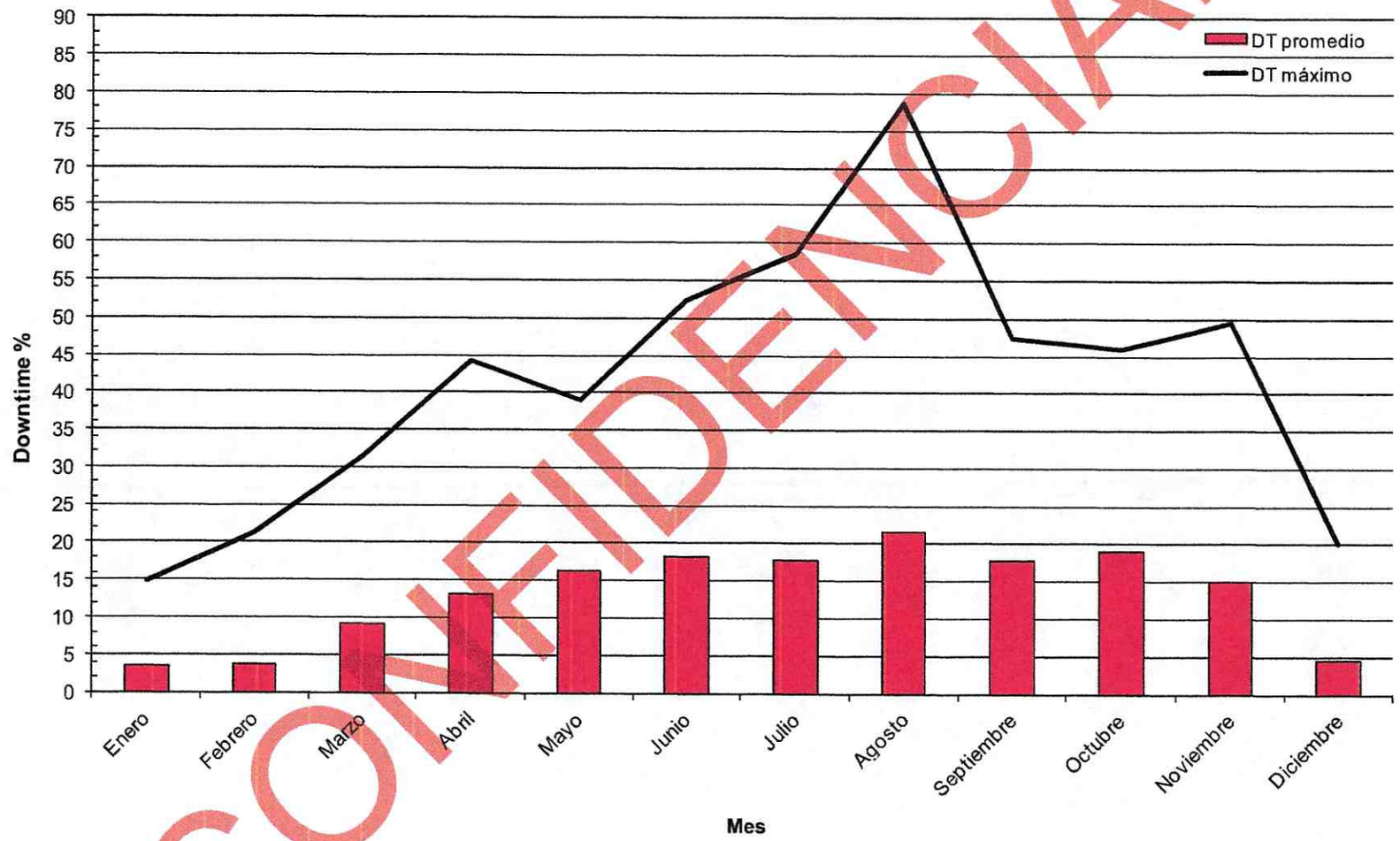
JUC817

**Figura A.5: *Downtime* promedio anual – Nave Cape Size**




CONFIDENCIAL

**Figura A.5: *Downtime* promedio mensual – Nave Cape Size**




CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

# Anexo B
# Planos de configuración general del terminal

000811

www.baird.com

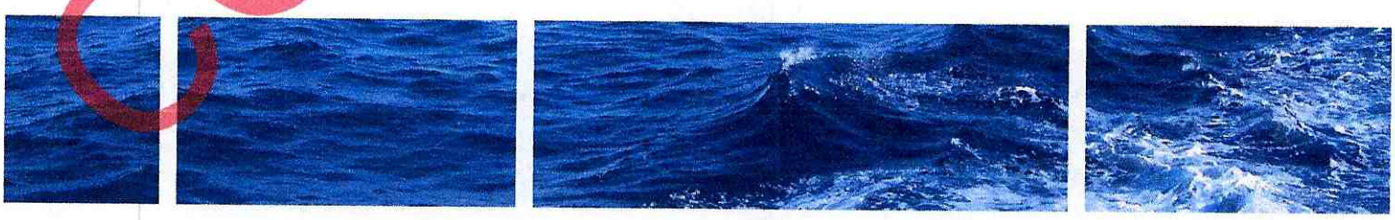
Baird

oceans
*engineering*
lakes
*design*
rivers
*science*
watersheds
*construction*

CONFIDENCIAL

# Estudio de simulación portuaria
# Terminal Punta Cotitira

| | |
|---|---|
| **Fecha** | **14 Octubre 2014** |
| **Número de Proyecto** | **0900.104** |
| **Número del Informe** | **0900.104 - 1** |



www.baird.com

# Estudio de simulación portuaria
# Terminal Punta Cotitira

*Preparado para*

NORTHPORT

**Northport SpA**
**Nueva de Lyon 96, of. 204**
**Providencia, Santiago**

*Preparado por*

Baird

**Baird & Associates S.A.**
**Padre Mariano 181, of. 902, Providencia, Santiago**

*Para mayor información, favor contactar a*
*Patricio Monárdez (562) 236-1222*
*pmonardez@baird.com*

*Número de proyecto: 0900.104*

| Revisión | Fecha | Estado | Comentarios | Preparado por | Revisado por | Aprobado por |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | Octubre 14, 2014 | Borrador | Para Revisión Cliente | BHA/HAS | PMS | PMS |

Este informe fue preparado por Baird and Associates S.A., para para Northport. El material contenido en él refleja la opinión de Baird & Associates de acuerdo a la información disponible en el momento de su elaboración. Cualquier uso o decisión tomada, basada en este informe, por parte de terceros, es de entera responsabilidad de ellos. Baird & Associates no se hace responsable por daños y/o perjuicios causados como resultado de las decisiones o acciones tomadas por terceros, en relación con la información entregada en este informe.

CONFIDENCIAL

## ÍNDICE

1.0 INTRODUCCIÓN ..... 1
1.1 Descripción del contenido del informe ..... 1
1.2 Antecedentes ..... 1
2.0 RESUMEN DE CLIMA DE OLEAJE EN EL SITIO DE PROYECTO ..... 2
2.1 Resultados ..... 2
2.2 Comparación *hindcast* Baird y mediciones con ADCP ..... 5
3.0 RESUMEN DE SIMULACIÓN DE RESPUESTA DE BUQUE ATRACADO ..... 7
3.1 Representación de la nave modelada ..... 7
3.2 Configuración del terminal ..... 8
3.3 Criterios límite de movimiento ..... 9
3.4 Resultados ..... 10
4.0 SIMULACIÓN PORTUARIA ..... 11
4.1 Supuestos generales del modelo ..... 11
4.1.1 Esquema general del modelo ..... 11
4.1.2 Paso temporal de la simulación ..... 12
4.1.3 Llegada de productos al acopio ..... 12
4.1.4 Matriz de naves ..... 13
4.1.5 Tasas de transferencia de carga ..... 13
4.1.6 Llegada de naves al puerto ..... 13
4.1.7 Downtime climático del terminal y remolcadores ..... 14
4.1.8 Espera de naves a la gira y demurrage ..... 15
4.1.9 Atraque y desatraque de naves ..... 15
4.2 Simulación con tasa de embarque variable (Tipo 1) ..... 15
4.2.1 Características de la simulación ..... 15
4.2.2 Escenarios simulados ..... 16
4.2.3 Resultados ..... 16
4.3 Simulación con tasa de embarque fija (Tipo 2) ..... 25
4.3.1 Características de la simulación ..... 25
4.3.2 Escenarios simulados ..... 25
4.3.3 Resultados ..... 25
*4.3.3.1 Ocupación ..... 26*
*4.3.3.2 Tiempo total en el puerto ..... 28*
*4.3.3.3 Stockpile ..... 30*
*4.3.3.4 Demurrage ..... 32*
5.0 CONCLUSIONES ..... 34

ANEXO A – *RESULTADOS NUMERO DE NAVES Y TONELADAS EMBARCADAS PARA LOS ESCENARIOS 1, 2 Y 3.*

CONFIDENCIAL

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ubicación del nodo N1 ..... 2
Figura 2.2: Rosas de intensidad - alturas en N1 ..... 4
Figura 2.3: Rosa de puntos- períodos en N1 ..... 4
Figura 2.4: Gráfico de excedencia de altura de ola (Hmo) – N1 ..... 5
Figura 2.5: Validación directa en el sitio – Punta Cotitira ..... 6
Figura 3.1: Modelo de paneles utilizado (nave 59.000 DWT) ..... 7
Figura 3.2: Configuración del terminal - nave Supramax ..... 8
Figura 3.3: Configuración del terminal - nave Panamax ..... 8
Figura 3.4: Configuración del terminal - nave Cape Size ..... 9
Figura 4.1: Diagrama de flujo del modelo de operación portuaria ..... 12
Figura 4.2: Función de densidad de probabilidad ajustada a los tiempos de retraso ..... 14
Figura 4.3: Ocupación – Plan 3,5 MMTon ..... 18
Figura 4.4: Tiempo Total en el Puerto – Plan 3,5 MMTon ..... 19
Figura 4.5: *Demurrage* – Plan 3,5 MMTon ..... 20
Figura 4.6: Ocupación – 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m ..... 21
Figura 4.7: Tiempo Total en el Puerto– 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m ..... 22
Figura 4.8: *Demurrage* – 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m ..... 23
Figura 4.9: Esquema cálculo parámetros de resumen de las simulaciones ..... 26
Figura 4.10: Ocupación del Puerto – Escenarios 1, 2 y 3 ..... 27
Figura 4.11: Tiempo total en el puerto – Escenarios 1,2 y 3 ..... 29
Figura 4.12: Toneladas de *Stockpile* – Escenarios 1,2 y 3 ..... 31
Figura 4.13: Días de *Demurrage*– Escenarios 1,2 y 3 ..... 33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Coordenadas del nodo N1 ..... 2
Tabla 2.2: Listado de las representaciones gráficas y tablas del Clima de Olas ..... 3
Tabla 2.3: Tabla bi-variable de olas– Altura ($H_{mo}$) por Período (Tp) – N1 ..... 3
Tabla 2.4: Tabla bi-variable de olas – Altura ($H_{mo}$) por Dirección (DPK) – N1 ..... 3
Tabla 3.1: Dimensiones de la Nave ..... 7
Tabla 3.2: Movimientos máximos recomendados para una descarga segura y eficiente ..... 9
Tabla 3.3: *Downtime* promedio anual y mensual - Nave Supramax ..... 10
Tabla 4.1: Planes de volúmenes anuales a exportar. ..... 12
Tabla 4.2: Matriz de naves ..... 13
Tabla 4.3: Matriz de escenarios de simulaciones Tipo 1 ..... 16
Tabla 4.4: Matriz de escenarios de simulaciones Tipo 2 ..... 25
Tabla 4.5: Porcentaje de ocupación máximo y mínimo entre los años 3 y 28 ..... 26
Tabla 4.6: Horas de Tiempo total en el puerto máximo y mínimo entre los años 3 y 28 ..... 28
Tabla 4.7: Miles de toneladas de *stockpile* máximo y mínimo entre los años 3 y 28 ..... 30
Tabla 4.8: Dias de *Demurrage* promedio, máximo y mínimo entre los años 3 y 28. ..... 32
Tabla 4.9: Valor presente en USD para cada escenario y distintas tasas de descuento ..... 32

CONFIDENCIAL

# 1.0 INTRODUCCIÓN

Baird & Associates S.A. (Baird) ha sido contratada por Northport SpA para desarrollar una simulación portuaria del terminal de Punta Cotitira en el sector de Caleta Patillos, Región de Tarapacá, el cual está planificado para la exportación de sal. Para el análisis se consideró como base el estudio de clima de oleaje y respuesta de buque atracado desarrollado anteriormente por Baird para Northport.

La simulación portuaria permite analizar el efecto del *downtime* climático en la operación del sitio. Este método se ha aplicado en terminales similares con alta exposición al oleaje, obteniendo resultados confiables con el suficiente nivel de detalle para analizar la factibilidad de operar en cualquier instante del tiempo. Los resultados de ésta simulación permiten sacar el máximo provecho de los estudios de oleaje y respuesta de buque atracado.

Los objetivos primordiales del presente estudio son los siguientes:

- Definir la tasa de transferencia considerando la disponibilidad climática, el volumen de material a exportar, el número de sitios de atraque y el límite operacional del remolcador.
- Cálculo del *demurrage* y tamaño mínimo de *stockpile* para cada escenario.

Esta información permitirá apoyar el análisis de *trade-off* en etapas posteriores del proyecto y así definir el tipo de cargador de barcos que requerirá el terminal.

## 1.1 Descripción del contenido del informe

El **Capítulo 2** de este informe contiene un resumen del clima de oleaje en aguas someras en el terminal.

Un resumen del análisis de respuesta de buque empleada para la estimación del porcentaje de operabilidad del terminal se muestra en el **Capítulo 3**.

Los supuestos y resultados de la simulación portuaria se presentan en el **Capítulo 4**.

Finalmente, en el **Capítulo 5** se presentan las conclusiones del estudio.

## 1.2 Antecedentes

A continuación se indica la lista de documentos que sirvieron como antecedentes para el desarrollo de la simulación portuaria:

*Ref 1.* *0900 101-ME-001-BAIRD-NORTHPORT.* Clima de oleaje operacional. Terminal Punta Cotitira, Iquique. Lunes 11 de Agosto de 2014.

*Ref 2.* *0900 104-ME-001-BAIRD-NORTHPORT.* Terminal Punta Cotitira, Iquique. Supuestos de la Simulación Operacional Portuaria. Martes 02 de Septiembre de 2014.

*Ref 3.* *0900.103-Estudio de respuesta de nave atracada y downtime_RevB.* Estudio de respuesta de buque atracado y estimación de downtime, Terminal Punta Cotitira. Viernes 03 de Octubre de 2014.

CONFIDENCIAL

# 2.0 RESUMEN DE CLIMA DE OLEAJE EN EL SITIO DE PROYECTO

## 2.1 Resultados

El estudio detallado del clima de olas fue reportado por Baird a Northport en la Ref. 1. De ese estudio se obtuvo el clima de oleaje en aguas someras en un punto representativo del terminal coincidente con la ubicación del centro de masa del barco, para las alternativas de naves requeridas por el cliente. Este nodo se denominó N1.

En la Figura 2.1 y la Tabla 2.1 se muestran la posición y coordenadas del nodo N1, respectivamente.

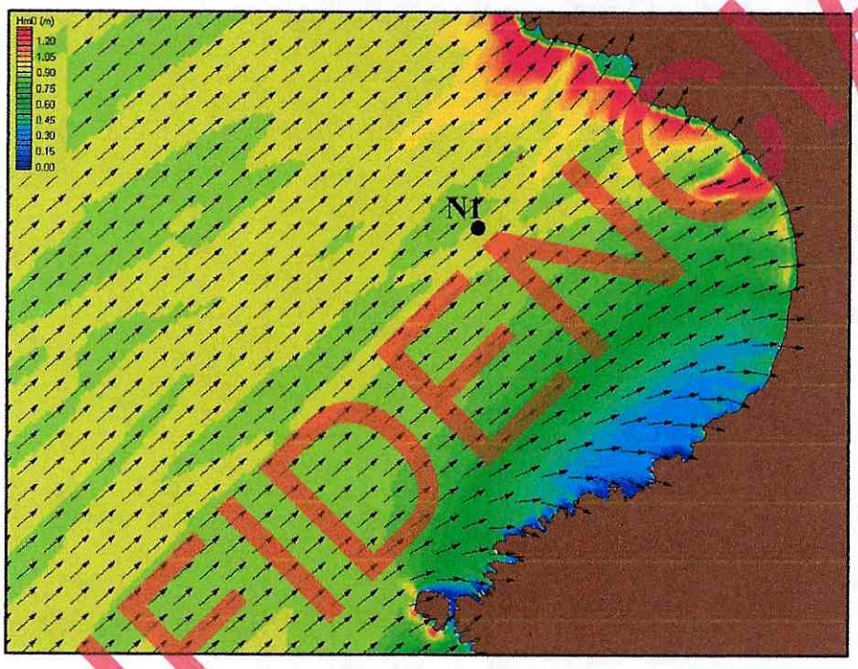



**Figura 2.1: Ubicación del nodo N1**

**Tabla 2.1: Coordenadas del nodo N1**

| Nodo | UTM | | Profundidad (en modelo) |
|---|---|---|---|
| | Este | Norte | |
| N1 | 375,536 | 7,707,030 | 26 m |

Nodo N1: Centro de la nave de mayor tamaño

El listado de gráficos y tablas del clima de olas en N1 se muestra en la Tabla 2.2.

CONFIDENCIAL

**Tabla 2.2: Listado de las representaciones gráficas y tablas del Clima de Olas**

| Representación | N1 |
|---|---|
| Tabla Bi-variable de altura significativa por período | Tabla 2.3 |
| Tabla Bi-variable de altura significativa por dirección | Tabla 2.4 |
| Rosas de altura ($H_{m0}$) | Figura 2.2 |
| Rosas de puntos de períodos (Tp) | Figura 2.3 |
| Curva de excedencia de $H_{m0}$ | Figura 2.4 |

**Tabla 2.3: Tabla bi-variable de olas– Altura ($H_{mo}$) por Período (Tp) – N1**

| Wave Height (m) | Wave Period (s) 0.00-2.00 | 2.00-4.00 | 4.00-6.00 | 6.00-8.00 | 8.00-10.00 | 10.00-12.00 | 12.00-14.00 | 14.00-16.00 | 16.00-18.00 | 18.00-20.00 | 20.00-22.00 | 22.00-24.00 | 24.00+ | Total | C(%) | Maximum Period (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.00-0.25 | | | | | | | | | | | | | | | 100.00 | |
| 0.25-0.50 | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | 0.00 | 100.00 | 15.01 |
| 0.50-0.75 | | | 0.01 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.30 | 0.10 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | | | 0.77 | 100.00 | 20.89 |
| 0.75-1.00 | | 0.00 | 0.05 | 0.11 | 0.47 | 2.02 | 2.41 | 0.96 | 0.37 | 0.10 | 0.03 | 0.00 | | 6.53 | 99.22 | 23.36 |
| 1.00-1.25 | | | 0.07 | 0.15 | 0.91 | 5.06 | 7.48 | 2.87 | 0.95 | 0.37 | 0.08 | 0.02 | | 17.96 | 92.70 | 23.36 |
| 1.25-1.50 | | | 0.03 | 0.14 | 0.73 | 5.98 | 11.49 | 4.06 | 1.51 | 0.60 | 0.14 | 0.01 | | 24.69 | 74.73 | 23.36 |
| 1.50-1.75 | | | 0.01 | 0.06 | 0.31 | 3.17 | 10.87 | 4.72 | 1.34 | 0.41 | 0.08 | 0.00 | | 20.97 | 50.04 | 23.36 |
| 1.75-2.00 | | | | 0.03 | 0.10 | 1.20 | 7.12 | 4.48 | 1.09 | 0.28 | 0.04 | | | 14.36 | 29.08 | 21.17 |
| 2.00-2.25 | | | | 0.00 | 0.02 | 0.24 | 3.13 | 3.41 | 0.82 | 0.17 | 0.02 | | | 7.82 | 14.72 | 21.49 |
| 2.25-2.50 | | | | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 1.04 | 2.06 | 0.55 | 0.12 | 0.01 | 0.00 | | 3.82 | 6.89 | 23.36 |
| 2.50-2.75 | | | | | | 0.00 | 0.28 | 1.03 | 0.43 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | | 1.82 | 3.07 | 23.36 |
| 2.75-3.00 | | | | | | | 0.05 | 0.36 | 0.30 | 0.07 | 0.01 | | | 0.78 | 1.25 | 21.49 |
| 3.00-3.25 | | | | | | | 0.01 | 0.16 | 0.12 | 0.02 | 0.00 | | | 0.30 | 0.47 | 20.75 |
| 3.25-3.50 | | | | | | | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | | | 0.12 | 0.17 | 20.07 |
| 3.50-3.75 | | | | | | | | 0.02 | 0.01 | 0.00 | | | | 0.04 | 0.05 | 18.91 |
| 3.75-4.00 | | | | | | | | 0.00 | | | | | | 0.00 | 0.01 | 15.65 |
| 4.00-4.25 | | | | | | | | 0.01 | | | | | | 0.01 | 0.01 | 15.34 |
| 4.25-4.50 | | | | | | | | 0.00 | | | | | | 0.00 | 0.00 | 15.30 |
| 4.50-4.75 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| 4.75-5.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| 5.00+ | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | |
| Totals | | 0.00 | 0.15 | 0.53 | 2.65 | 17.89 | 44.16 | 24.32 | 7.58 | 2.24 | 0.44 | 0.03 | | 100.00 | | |
| C(%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 99.84 | 99.32 | 96.67 | 78.77 | 34.61 | 10.29 | 2.71 | 0.47 | 0.03 | -0.00 | | | |

**Tabla 2.4: Tabla bi-variable de olas – Altura ($H_{mo}$) por Dirección (DPK) – N1**

| Direction | Wave Height (m) 0.00-0.25 | 0.25-0.50 | 0.50-0.75 | 0.75-1.00 | 1.00-1.25 | 1.25-1.50 | 1.50-1.75 | 1.75-2.00 | 2.00-2.25 | 2.25-2.50 | 2.50-2.75 | 2.75-3.00 | 3.00-3.25 | 3.25-3.50 | 3.50-3.75 | 3.75-4.00 | 4.00-4.25 | 4.25-4.50 | 4.50-4.75 | 4.75-5.00 | 5.00+ | Total | C(%) | Maximum Height (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 200.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100.00 | |
| 210.00 | | | 0.06 | 0.29 | 0.38 | 0.19 | 0.03 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | 0.95 | 100.00 | 1.77 |
| 220.00 | | | 0.19 | 2.20 | 7.37 | 11.38 | 9.77 | 6.13 | 2.75 | 1.11 | 0.42 | 0.15 | 0.03 | 0.00 | | | | | | | | 41.50 | 99.05 | 3.28 |
| 230.00 | | 0.00 | 0.28 | 2.53 | 6.87 | 9.44 | 8.81 | 6.96 | 4.38 | 2.33 | 1.21 | 0.54 | 0.21 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | 43.71 | 57.56 | 4.25 |
| 240.00 | | | 0.12 | 0.92 | 1.89 | 2.28 | 1.75 | 1.10 | 0.59 | 0.33 | 0.19 | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | | | | | | | 9.35 | 13.85 | 3.74 |
| 250.00 | | | 0.04 | 0.18 | 0.30 | 0.30 | 0.26 | 0.11 | 0.09 | 0.04 | 0.00 | | | | | | | | | | | 1.32 | 4.50 | 2.52 |
| 260.00 | | | 0.00 | 0.04 | 0.11 | 0.12 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | 0.33 | 3.18 | 2.04 |
| 270.00 | | | 0.01 | 0.08 | 0.23 | 0.28 | 0.10 | 0.02 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | 0.73 | 2.85 | 2.09 |
| 280.00 | | | 0.06 | 0.28 | 0.81 | 0.70 | 0.22 | 0.03 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | 2.11 | 2.11 | 2.08 |
| 290.00 | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 1.02 |
| 300.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -0.00 | |
| Totals | | 0.00 | 0.77 | 6.53 | 17.96 | 24.69 | 20.97 | 14.36 | 7.82 | 3.82 | 1.82 | 0.78 | 0.30 | 0.12 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | 100.00 | | |
| C(%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 99.22 | 92.70 | 74.73 | 50.04 | 29.08 | 14.72 | 6.89 | 3.07 | 1.25 | 0.47 | 0.17 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |

CONFIDENCIAL

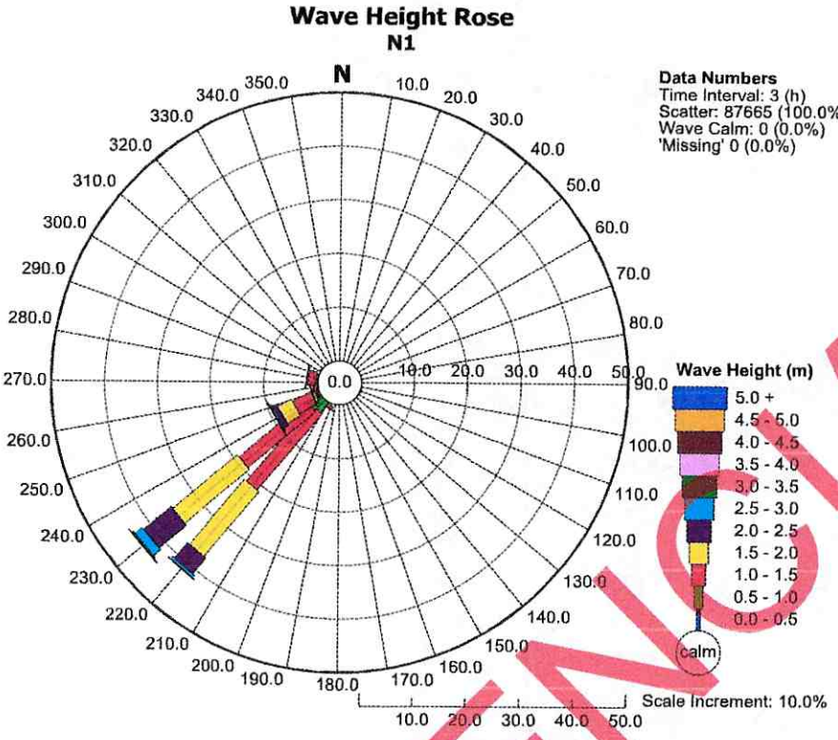



**Figura 2.2: Rosas de intensidad - alturas en N1**

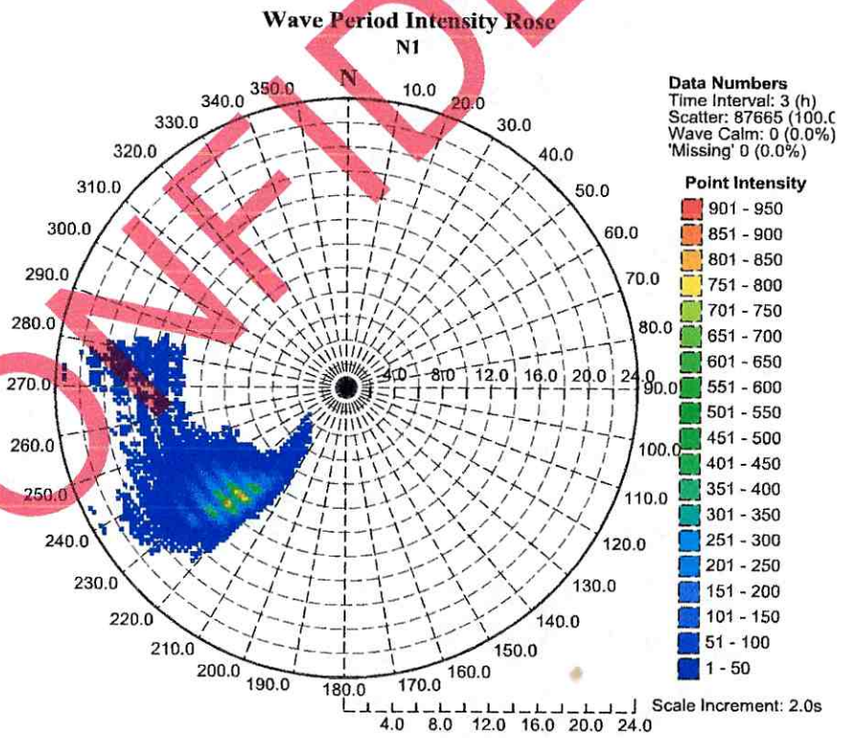



**Figura 2.3: Rosa de puntos- períodos en N1**

CONFIDENCIAL

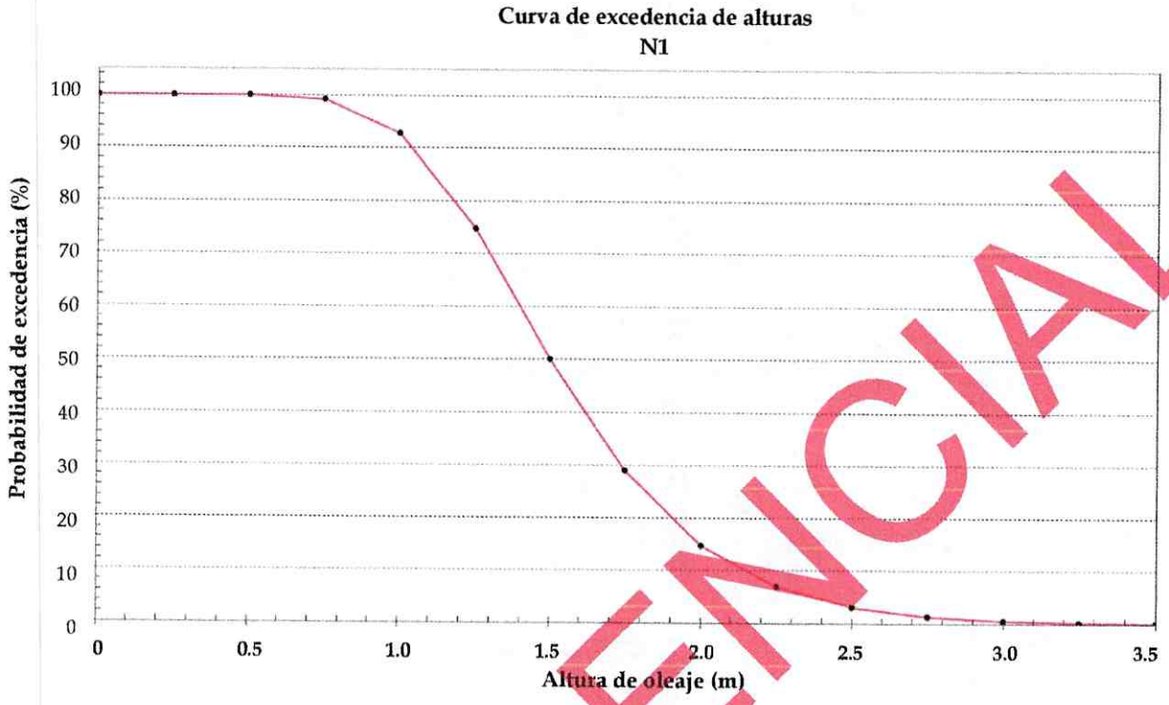



**Figura 2.4: Gráfico de excedencia de altura de ola (Hmo) – N1**

## 2.2 Comparación *hindcast* Baird y mediciones con ADCP

Para que el estudio de clima de olas cumpla con lo especificado por la instrucción 3201 del SHOA y tenga validez para ser utilizado en la construcción del terminal marítimo, se deben realizar dos campañas de medición de oleaje con ADCP durante un mes cada una, en invierno y verano. Baird ejecutó la Campaña de Invierno bajo solicitud de Northport, cuyos valores fueron comparadas con los resultados de estudio de oleaje (*hindcast* o análisis retrospectivo)

En general el *hindcast* se ajusta bien a las mediciones, indicando que el *hindcast* en aguas profundas y el proceso de propagación de oleaje hacia aguas someras se realizaron de manera correcta. En la Figura 2.5 se muestran gráficos que comparan la altura, período y dirección de ola entre el *hindcast* de oleaje en aguas someras de Baird (línea verde) y las mediciones (línea negra).

En caso de desarrollarse un *forecast* (pronóstico) de oleaje en aguas someras utilizando la misma metodología que en el desarrollo del *hindcast*, los resultados podrían ser utilizados para decretar cierres de puerto.

CONFIDENCIAL

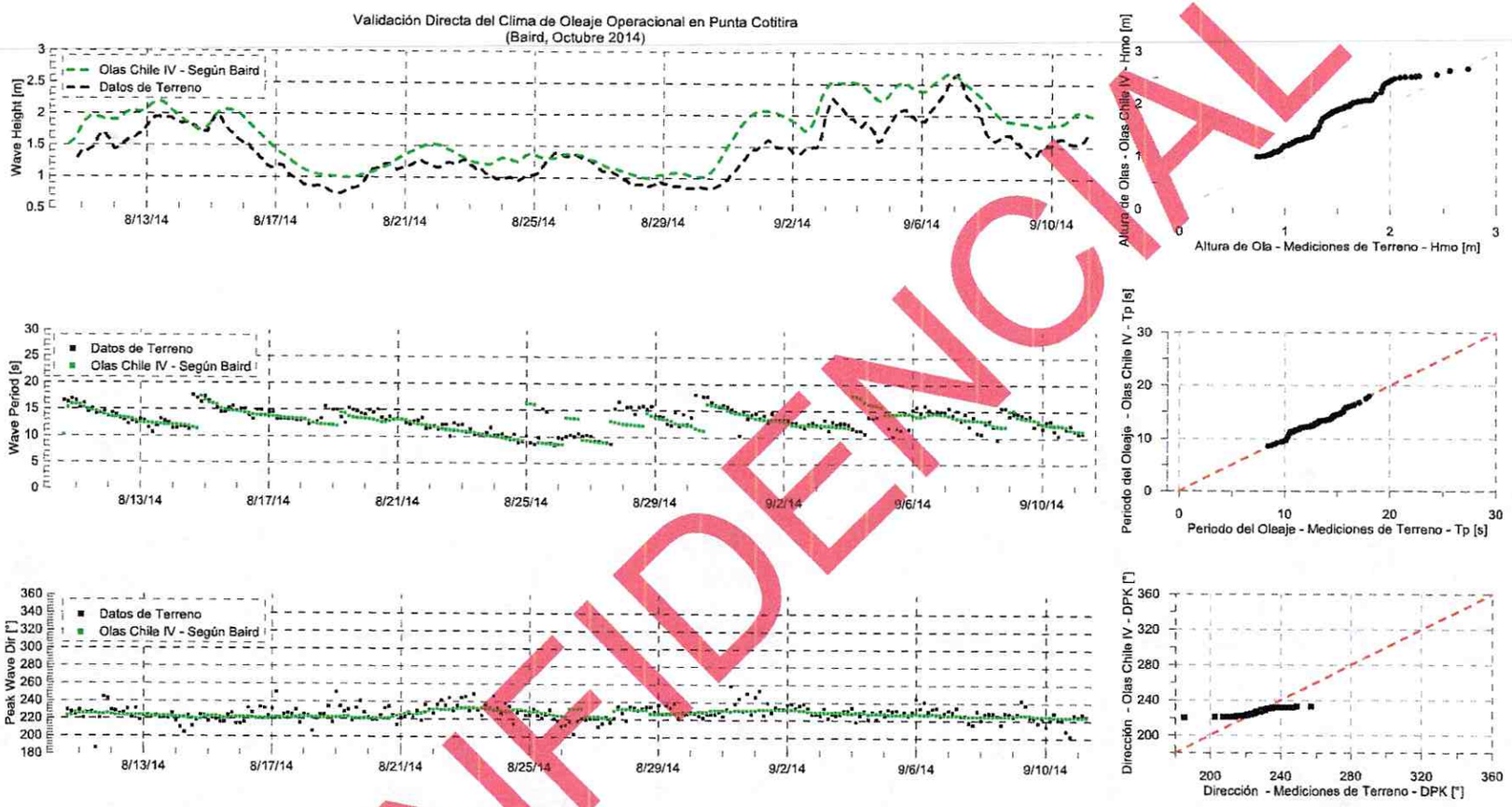



**Figura 2.5: Validación directa en el sitio – Punta Cotitira**

CONFIDENCIAL



028000

## 3.0 RESUMEN DE SIMULACIÓN DE RESPUESTA DE BUQUE ATRACADO

A continuación se resume la simulación de respuesta de buque, para lo cual se utilizó el tren de modelos numéricos Wavescat - Quaysim y la metodología empleada en la estimación del *downtime* sobre la base de criterios de movimiento límite de un barco atracado.

### 3.1 Representación de la nave modelada

Para realizar las simulaciones se crearon modelos hidrodinámicos específicos para las naves a estudiar y que consideran la batimetría del sitio. Las naves utilizadas correspondieron a barcos con capacidades de 59.000 DWT, 83.500 DWT, y 172.000 DWT, según las naves especificadas por Northport mediante correo electrónico con fecha 14 de Agosto de 2014. Las características de las naves se muestran en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1: Dimensiones de la Nave**

| Característica | Símbolo | Unidad | Nave Supramax (59.000 DWT) | Nave Panamax (83.500 DWT) | Nave Cape Size (172.000 DWT) |
|---|---|---|---|---|---|
| Eslora | $L_{pp}$ | m | 189 | 223 | 279 |
| Manga | B | m | 32.3 | 32.2 | 45 |
| Calado | T | m | 12.7 | 14.6 | 17.7 |

Para definir las características hidrodinámica de los barcos antes mencionados a la profundidad específica del puerto se utilizó el modelo de paneles 3D Wavescat. La Figura 3.1 a continuación muestra el modelo utilizado para la porción sumergida del casco del barco de 59.000 DWT.

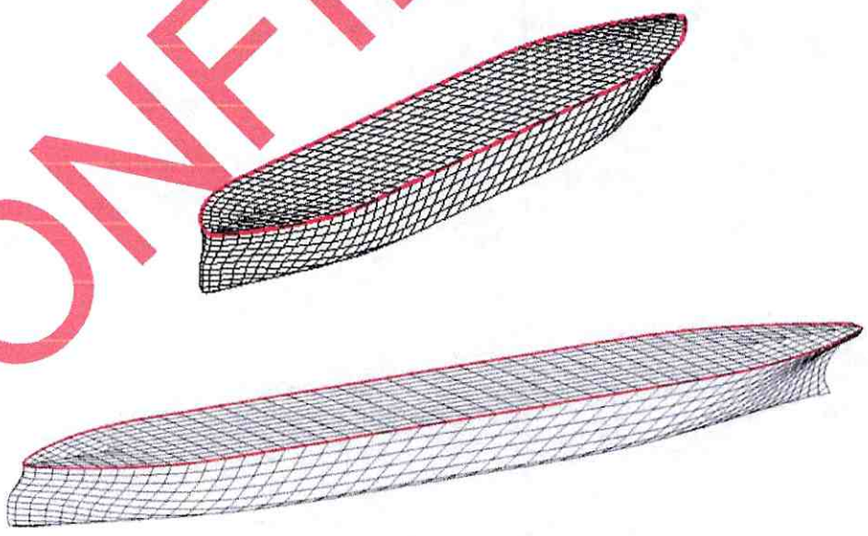


**Figura 3.1: Modelo de paneles utilizado (nave 59.000 DWT)**

CONFIDENCIAL

## 3.2 Configuración del terminal

Para la simulación de la nave atracada se consideró una configuración definida conceptualmente de acuerdo a la experiencia de Baird. El terminal está orientado en 220°, dirección en la cual se minimiza el *downtime* de acuerdo al oleaje imperante (Ref 3). La configuración del terminal considera un total de 4 postes de amarre (PA) y 5 duques de alba (DA), con ganchos de escape sobre estos. La descripción de amarres es como sigue:

**a) Nave Supramax**

La configuración para la nave tipo Supramax considera el uso de 2 ganchos de escape dobles sobre PA2 y PA3, cada uno con 4 traveses, totalizando 8 amarras (ver Figura 3.2). Se hace notar que esta configuración se obtuvo después de optimizar el esquema de amarras. El uso de *springs*, si bien disminuye el *surge*, aumenta el *sway*, por lo cual se adoptó este esquema sin *springs* (ver resultados en sección 4.3, *Resultados: Disponibilidad del terminal*).

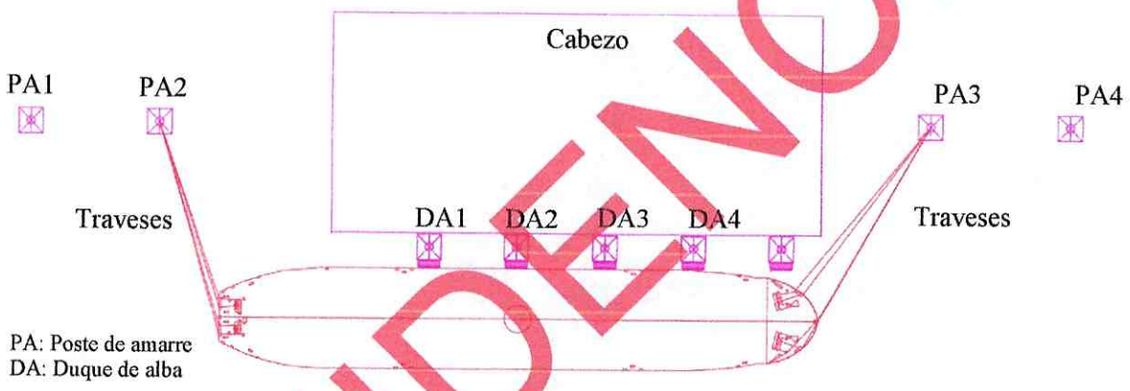



**Figura 3.2: Configuración del terminal - nave Supramax**

**b) Nave Panamax**

Para la nave Panamax se utilizó una configuración con 2 ganchos de escape dobles sobre PA2 y PA3, considerando 4 traveses cada uno y otros 2 ganchos de escape dobles con 2 *springs* cada uno situados sobre DA1 y DA4, utilizando un total de 12 líneas (ver Figura 3.3).

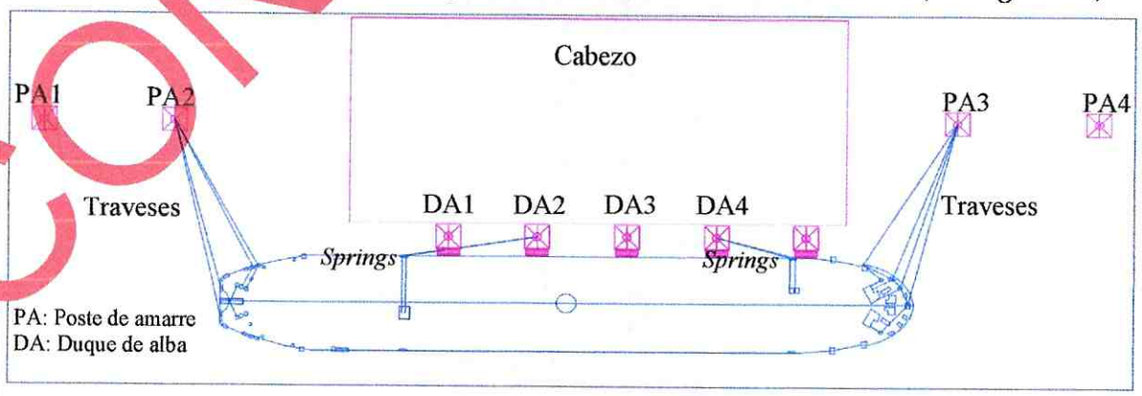



**Figura 3.3: Configuración del terminal - nave Panamax**

CONFIDENCIAL

**c) Nave Cape Size**

Para la configuración de la nave Cape Size, se consideró 6 elementos de amarre. 2 ganchos de escape dobles sobre PA1 y PA4, totalizando 4 traveses cada uno, dos ganchos de escape triples sobre PA2 y PA3 que constan de 3 traveses cada una y 2 ganchos de escape dobles con 2 *springs* cada uno situados sobre DA1 y DA5, con un total de 18 líneas para esta configuración de amarre. (ver Figura 3.4).

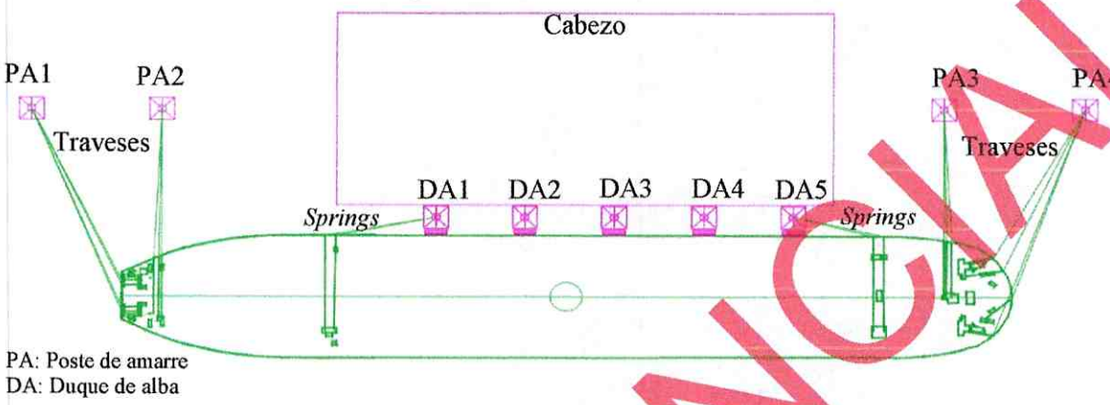



**Figura 3.4: Configuración del terminal - nave Cape Size**

Las características de espías de amarre fueron obtenidas a partir de la metodología del Número de Equipo propuesta por la *International Association of Classification Societies (IACS)*.

Para todas las simulaciones se consideró un 10% de pretensión de la carga mínima de rotura de la espía de amarre (MBL).

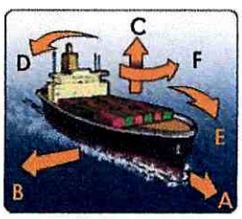
Las naves Supramax y Panamax consideran 4 elementos de defensa, mientras que la nave Cape Size considera 5 defensas.

## 3.3 Criterios límite de movimiento

Para estimar el *downtime* del terminal se utilizaron los criterios de movimiento máximo en un buque fondeado para operaciones de descarga segura y eficiente. Específicamente se usaron las recomendaciones de PIANC (1995), que corresponden a la publicación de mayor reconocimiento internacional. De dichas recomendaciones se utilizaron los criterios para una nave granelera cargada mediante cinta transportadora y cargador de barcos. Ver Tabla 3.2.

**Tabla 3.2: Movimientos máximos recomendados para una descarga segura y eficiente**

| Criterio | A-Surge (Vaivén) | B-Sway (Deriva) | C-Heave (Alteada) | D-Roll (Balance) | E-Pitch (Cabeceo) | F-Yaw (Guiñada) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PIANC | 5.0 m | 2.5 m | - | - | - | 3.0 |




Además se consideró que las espías de amarra no debían superar el 50% de la carga mínima de rotura (MBL), según las recomendaciones de OCIMF en *Mooring Equipment Guidelines (2008)*.

CONFIDENCIAL

## 3.4 Resultados

Luego de realizadas las simulaciones de Respuesta de Buque, se determinó que la disponibilidad promedio del terminal para carga de sal en naves tipo Supramax es de un 17%, mientras que para naves Panamax y Cape Size es de un 14% según los criterios PIANC.

El detalle de los promedios anuales y mensuales del *downtime* para todos los años analizados con una orientación del terminal de 220° se presenta en la Tabla 3.3 para la nave Supramax. En dicha tabla, el color rojo indica que el *downtime* promedio mensual excede el 20%. Este número corresponde a un *benchamark* de la práctica apoyado por la teoría de olas para 1 sitio y 1 producto. Corresponde al límite razonable para servicios portuarios (tiempos de atención, *demurrage*) de la naturaleza de este proyecto. El detalle de los resultados para todas las naves se encuentra en la Ref. 3.

**Tabla 3.3: *Downtime* promedio anual y mensual - Nave Supramax**

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | max | min | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980 | 13 | 13 | 0 | 0 | 35 | 5 | 14 | 25 | 2 | 17 | 12 | 9 | 35 | 0 | 12 |
| 1981 | 24 | 13 | 5 | 8 | 21 | 2 | 11 | 5 | 0 | 4 | 15 | 6 | 24 | 0 | 9 |
| 1982 | 3 | 10 | 13 | 7 | 24 | 3 | 8 | 15 | 19 | 13 | 8 | 2 | 24 | 2 | 10 |
| 1983 | 15 | 57 | 20 | 11 | 16 | 10 | 13 | 25 | 8 | 6 | 10 | 0 | 57 | 0 | 16 |
| 1984 | 18 | 13 | 1 | 4 | 15 | 4 | 28 | 15 | 1 | 27 | 34 | 8 | 34 | 1 | 14 |
| 1985 | 28 | 21 | 6 | 28 | 18 | 0 | 3 | 16 | 40 | 29 | 44 | 23 | 44 | 0 | 21 |
| 1986 | 15 | 21 | 22 | 9 | 31 | 9 | 8 | 10 | 9 | 14 | 15 | 15 | 31 | 8 | 15 |
| 1987 | 33 | 13 | 6 | 18 | 12 | 12 | 17 | 23 | 18 | 12 | 24 | 12 | 33 | 6 | 17 |
| 1988 | 5 | 0 | 8 | 9 | 6 | 28 | 15 | 30 | 16 | 17 | 26 | 15 | 30 | 0 | 14 |
| 1989 | 0 | 8 | 17 | 25 | 11 | 38 | 30 | 35 | 19 | 18 | 12 | 8 | 38 | 0 | 18 |
| 1990 | 13 | 13 | 0 | 4 | 0 | 5 | 10 | 15 | 16 | 43 | 12 | 8 | 43 | 0 | 12 |
| 1991 | 4 | 14 | 2 | 0 | 5 | 7 | 10 | 7 | 14 | 17 | 9 | 1 | 17 | 0 | 8 |
| 1992 | 8 | 8 | 6 | 0 | 0 | 4 | 6 | 16 | 12 | 6 | 12 | 9 | 16 | 0 | 7 |
| 1993 | 0 | 15 | 11 | 16 | 18 | 13 | 13 | 20 | 9 | 8 | 15 | 14 | 20 | 0 | 13 |
| 1994 | 7 | 6 | 12 | 10 | 14 | 29 | 23 | 21 | 11 | 14 | 33 | 10 | 33 | 6 | 16 |
| 1995 | 29 | 9 | 3 | 19 | 11 | 8 | 4 | 12 | 9 | 13 | 2 | 1 | 29 | 1 | 10 |
| 1996 | 13 | 10 | 14 | 15 | 24 | 5 | 13 | 21 | 9 | 29 | 29 | 9 | 29 | 5 | 16 |
| 1997 | 10 | 36 | 0 | 8 | 6 | 37 | 16 | 35 | 3 | 12 | 19 | 0 | 37 | 0 | 15 |
| 1998 | 12 | 43 | 17 | 20 | 21 | 37 | 50 | 72 | 34 | 27 | 27 | 29 | 72 | 12 | 32 |
| 1999 | 4 | 6 | 23 | 9 | 6 | 28 | 27 | 14 | 34 | 28 | 22 | 30 | 34 | 4 | 19 |
| 2000 | 8 | 9 | 20 | 8 | 18 | 31 | 19 | 10 | 25 | 19 | 11 | 5 | 31 | 5 | 15 |
| 2001 | 11 | 6 | 22 | 5 | 27 | 14 | 9 | 19 | 20 | 25 | 19 | 4 | 27 | 4 | 15 |
| 2002 | 13 | 0 | 2 | 20 | 25 | 8 | 21 | 12 | 33 | 37 | 28 | 11 | 37 | 0 | 17 |
| 2003 | 12 | 19 | 1 | 15 | 31 | 39 | 41 | 39 | 32 | 40 | 19 | 18 | 41 | 1 | 25 |
| 2004 | 27 | 12 | 21 | 30 | 21 | 43 | 37 | 11 | 49 | 29 | 23 | 8 | 49 | 8 | 26 |
| 2005 | 21 | 14 | 17 | 23 | 35 | 22 | 36 | 22 | 28 | 17 | 3 | 5 | 36 | 3 | 20 |
| 2006 | 10 | 5 | 21 | 21 | 9 | 48 | 5 | 21 | 31 | 33 | 33 | 10 | 48 | 5 | 21 |
| 2007 | 4 | 0 | 17 | 36 | 14 | 20 | 10 | 35 | 49 | 26 | 8 | 13 | 49 | 0 | 19 |
| 2008 | 6 | 4 | 25 | 18 | 15 | 45 | 19 | 32 | 18 | 37 | 42 | 3 | 45 | 3 | 22 |
| 2009 | 4 | 12 | 36 | 33 | 15 | 8 | 44 | 40 | 16 | 22 | 20 | 13 | 44 | 4 | 22 |
| max | 33 | 57 | 36 | 36 | 35 | 48 | 50 | 72 | 49 | 43 | 44 | 30 | 72 | | |
| min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 4 | 2 | 0 | | 0 | |
| Promedio | 12 | 14 | 12 | 14 | 17 | 18 | 19 | 23 | 19 | 21 | 19 | 10 | | | 17 |

Se hace notar que existen varios años con meses consecutivos en los cuales se excede el 20% de *downtime*, por lo cual en este informe se analizan los efectos que esto podría tener en la operación del terminal.

CONFIDENCIAL

# 4.0 SIMULACIÓN PORTUARIA

La simulación dinámica de los procesos portuarios es una herramienta poderosa en la planificación de un puerto. Por lo general, estas simulaciones están orientadas a la logística operativa y rara vez contemplan aspectos meteorológicos y oceanográficos. Debido a la necesidad de construir puertos en zonas menos protegidas de las condiciones ambientales imperantes, es importante incluir dichos efectos en la simulación y cuantificar el efecto del *downtime* climático en la operación portuaria.

La simulación del Terminal Marítimo Granelero Mecanizado que Northport proyecta en Punta Cotitira permitió definir un rango de tasas de transferencia considerando la disponibilidad climática, el volumen de material a exportar y el número de sitios de atraque, calculando además el *demurrage* y el tamaño mínimo de *stockpile* para diferentes escenarios de producción. Los resultados obtenidos podrán ser utilizados en un análisis de *trade-off* para realizar recomendaciones respecto al sistema de transferencia de carga y un óptimo económico (CAPEX/OPEX).

Arena® Simulation Software, desarrollado por Rockwell Automation, fue utilizado para simular la operación del puerto. Éste es un programa de Simulación de Eventos Discretos, lo cual permite modelar el funcionamiento de un sistema en el tiempo (en este caso un puerto), obteniendo la historia de los sucesos (niveles del *stockpile*, detalles del proceso de atención de cada una de las naves) y medidas de prestaciones del sistema (ocupación y *demurrage*). Este modelo permite analizar el efecto de diversas estrategias de operación (o escenarios) en la economía de la operación portuaria.

En las secciones siguientes se describe en detalle los principales supuestos de la simulación y los resultados obtenidos.

## 4.1 Supuestos generales del modelo

### *4.1.1 Esquema general del modelo*

La Figura 4.1 muestra el diagrama de flujo simplificado del modelo de operación portuaria, el cual posee dos ramas principales: a) flujo de producto (flechas en rojo) y b) flujo de naves (azul), que se interceptan en el proceso de embarque. Además se indican las entradas de información de oleaje y *downtime* (flechas negras segmentadas).

CONFIDENCIAL

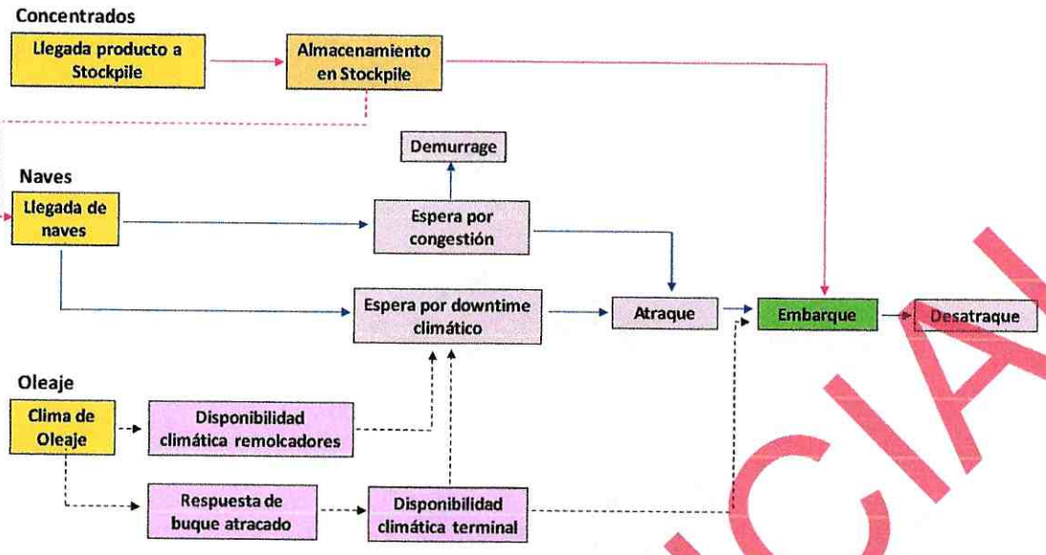



**Figura 4.1: Diagrama de flujo del modelo de operación portuaria**

### *4.1.2 Paso temporal de la simulación*

El paso temporal mínimo de la simulación es de 1 hora, para así representar adecuadamente algunos procesos de corta duración del puerto como el atraque y desatraque.

### *4.1.3 Llegada de productos al acopio*

La tasa de llegada de los productos al acopio fue considerada según los valores mostrados en la Tabla 4.1 proporcionados por Northport. Se consideraron tres planes asociados a distintos niveles de exportación, los cuales variaron respecto de lo informado en la Ref. 2, por solicitud de Northport.

**Tabla 4.1: Planes de volúmenes anuales a exportar.**

| Millones de Toneladas por Año | Años | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 - 28 |
| Plan 1 | 1,75 | 2,45 | 3,50 |
| Plan 2 | 2,00 | 2,80 | 4,00 |
| Plan 3 | 2,25 | 3,15 | 4,50 |

La tasa de entrada de los productos al acopio fue considerada constante durante cada año de simulación. El acopio fue considerado infinito en el modelo, es decir, no se consideraron restricciones al embarque por falta de *stock* ni detenciones en la llegada de productos por acopio lleno.

CONFIDENCIAL

### 4.1.4 Matriz de naves

La matriz de naves a utilizada en la simulación fue indicada por Northport, según la Tabla 4.2 Aquí se indican las frecuencias asociadas a los distintos planes de exportación y tamaños de naves consideradas dentro del modelo.

**Tabla 4.2: Matriz de naves**

| Naves por año | CapeSize | Post Panamax | Supramax | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| DWT (ton) | 168.000 | 81.200 | 56.500 | |
| Plan 1 | 6 | 20 | 16 | 42 |
| Plan 2 | 7 | 23 | 18 | 48 |
| Plan 3 | 8 | 26 | 20 | 54 |

Adicionalmente se asumió lo siguiente:

- Cada nave que arriba en el modelo está asociada a un embarque.
- Todas las naves se cargarán al 100% de su capacidad neta con solo un producto.

### 4.1.5 Tasas de transferencia de carga

Las naves fueron cargadas en el modelo a la tasa efectiva de transferencia de carga. Este valor corresponde a la tasa nominal por la eficiencia del sistema, la cual considera todos los tiempos muertos durante el proceso de carga, incluidas las fallas mecánicas durante el embarque. Se consideró un 92% de eficiencia del sistema, según lo solicitado por Northport.

El método de cálculo de la tasa efectiva de transferencia de carga para cada plan de producción se explicará en la sección 4.2.

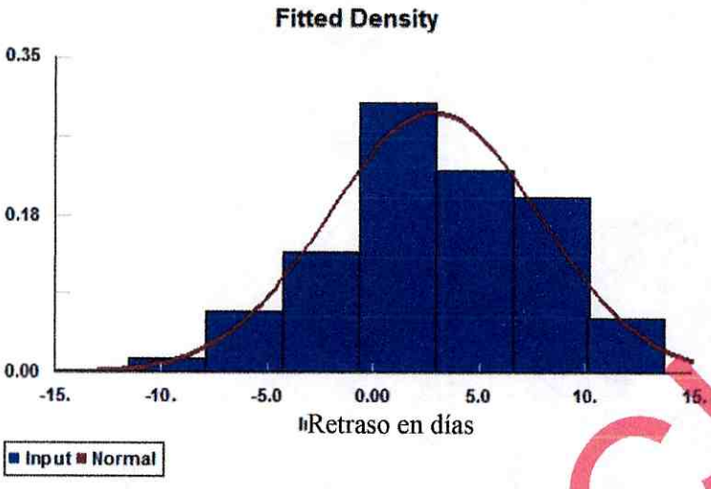
### 4.1.6 Llegada de naves al puerto

El tiempo estimado de llegada (ETA) de las naves al puerto fue calculado distribuyendo los arribos de las naves de manera uniforme a lo largo del año. El tiempo al que finalmente llegaron las naves al puerto en el modelo (tiempo real de llegada o ATA) fue definido de la siguiente manera:

$$ATA = ETA + \text{Tiempo de Retraso}$$

El tiempo de retraso de cada nave fue considerado como una variable aleatoria con una distribución de probabilidad obtenida a partir de datos de puertos similares. La Figura 4.2 muestra la función de densidad de probabilidad que se ajustó a los datos de tiempo de retraso.

CONFIDENCIAL




Tiempo de Retraso ~Normal (μ = 2.82 días, σ = 4.96 días)

**Figura 4.2: Función de densidad de probabilidad ajustada a los tiempos de retraso**

### *4.1.7 Downtime climático del terminal y remolcadores*

El *downtime* climático del terminal fue considerado a partir de los resultados del estudio de respuesta de buque (Ref. 3) para los tamaños de naves definidos por Northport, que fueron mostrados en la Tabla 3.1.

También fue considerado el *downtime* climático de los remolcadores que apoyan el atraque de la nave, considerando que éstos no podrán atracar una nave si la altura significativa de oleaje (Hm0) en el sitio supera algún valor establecido. Este valor fue definido de tal manera que el atraque no sea la operación más restrictiva del puerto, es decir, que no sea excedido más de un 17% del tiempo (el *downtime* de la nave Supramax). Este límite de altura corresponde a **Hm0 = 2.0 m**.

De acuerdo a lo anterior, se crearon los siguientes cuatro archivos de entrada de *downtime*:

- Serie de *downtime* climático de 30 años cada una hora del terminal para la nave Capesize
- Serie de *downtime* climático de 30 años cada una hora del terminal para la nave Post Panamax
- Serie de *downtime* climático de 30 años cada una hora del terminal para la nave Supramax
- Serie de disponibilidad climática de 30 años de los remolcadores.

Si una nave está siendo cargada al momento del cierre del puerto por *downtime* climático del terminal, la operación se detiene y la nave se fondeará a la gira hasta que el puerto se vuelva a abrir y los remolcadores estén disponibles para el atraque. La simulación no consideró limitaciones en el número de remolcadores disponibles.

CONFIDENCIAL

### 4.1.8 Espera de naves a la gira y demurrage

Si al llegar una nave el muelle está ocupado por otra o el puerto está cerrado por *downtime* climático, la nave espera fondeada a la gira. Para el cálculo de *demurrage*, se utilizaron las siguientes cláusulas:

- La NOR (Notice of Readiness) es entregada por el Capitán notificando por escrito al puerto que la nave está lista en todos sus aspectos y respectos para recibir carga.
- Muchos contratos de fletamentos consideran en sus cláusulas excepciones para el inicio del *laytime* (tiempo de plancha). En este caso se consideró la cláusula de días de trabajo si el tiempo lo permite (Weather working days - WWD), es decir, no se contabilizaron los días con *downtime* climático como tiempo de plancha.
- El *laytime* en el modelo fue calculado como el tamaño de embarque dividido por la tasa de embarque efectiva.
- El tiempo utilizado para atracar la nave no fue contabilizado como *laytime*.

Si el término de la operación de carga de la nave ocurre después de finalizado el *laytime*, la diferencia de tiempo entre ambos eventos se contabiliza como sobreestadía o *demurrage*. En caso contrario, la diferencia de tiempo se contabiliza como pronto despacho o *despatch*.

Se calculó el costo de *demurrage* considerando una tarifa de 22.000 USD/día según lo indicado por Northport.

### 4.1.9 Atraque y desatraque de naves

La operación de atraque y desatraque se realiza cuando los remolcadores estén disponibles en función del criterio definido en la sección 4.1.7 .

Para la operación de atraque se considera una duración de 1,5 horas, mientras que para el desatraque la duración corresponde a 1 hora.

## 4.2 Simulación con tasa de embarque variable (Tipo 1)

El objetivo de esta simulación es analizar el desempeño del puerto para un rango de tasas de embarque, dos opciones de número de sitios y dos opciones de remolcador. Con ello se logró definir cuál es la tasa efectiva de embarque más adecuada para cada plan de producción, el número de sitios requerido y el límite de operación del remolcador más apropiado.

### 4.2.1 Características de la simulación

Las características de esta simulación son las siguientes:

- Análisis de Montecarlo con 10.000 repeticiones
- Horizonte de simulación de 1 año
- Diferentes tasas de embarque para cada repetición, seleccionadas a partir de una variable aleatoria de distribución uniforme entre 500 y 5000 TPH efectivas
- Para cada repetición de la simulación durante el análisis de Montecarlo, el modelo seleccionó aleatoriamente un bloque continuo de 1 de los 30 años del respectivo archivo

CONFIDENCIAL

de entrada de *downtime* del terminal y los remolcadores. El período de tiempo seleccionado es el mismo en ambos casos.

### 4.2.2 Escenarios simulados

La Tabla 4.3 muestra los cinco (5) escenarios simulados en este caso.

**Tabla 4.3: Matriz de escenarios de simulaciones Tipo 1**

| Escenario | Producción (MM ton) | Número de sitios | Límite de operatividad de remolcador (Altura de oleaje en m) |
|---|---|---|---|
| 1 A | 3,50 | 1 | 2.0 |
| 1 B | 3,50 | 2 | 2.0 |
| 1 C | 3,50 | 1 | 1.5 |
| 2 | 4,00 | 1 | 2.0 |
| 3 | 4,50 | 1 | 2.0 |

La comparación entre los escenarios 1A y 1B permitió obtener conclusiones respecto al desempeño de un terminal con dos sitios versus el terminal con un sitio. A su vez, la comparación entre los escenarios 1A y 1C permitió obtener conclusiones respecto a los efectos del límite operacional de los remolcadores estándar en puertos chilenos (Hm0 = 1.5 m) versus los efectos del límite operacional recomendado en la sección 4.1.7 (Hm0 = 2.0 m). Los escenarios 2 y 3 fueron simulados para analizar el desempeño del puerto con las características del escenario 1A pero con mayores niveles de producción.

### 4.2.3 Resultados

Para el análisis de los resultados de los escenarios del tipo 1, se seleccionaron tres parámetros de desempeño del puerto, los cuales se indican a continuación:

- *Ocupación*: Corresponde a la razón entre el tiempo en que alguno de los sitios está reservado por una nave y el tiempo total disponible para operar.
- *Tiempo total en el puerto por nave*: Corresponde a la suma del tiempo de estadía en el puerto de todas las naves dividido por el número de ellas durante el período de análisis.
- *Demurrage:* Éste se obtiene a partir del tiempo contabilizado según las reglas indicadas en la sección 4.1.8.

Los resultados se presentan en las Figuras 4.3 y 4.4. Para cada gráfico se muestra la tasa de embarque que varía de 500 a 5000 toneladas por hora en el eje de la abscisa y los parámetros anteriormente señalados en el eje de ordenadas. Los resultados de las simulaciones se muestran con puntos azules. A estos resultados se ajustaron curvas asociadas a los percentiles 50 (línea verde), 95 (línea roja) y 99 (línea negra) de las simulaciones. Además se incluye la intersección (punto amarillo) entre las curvas asociadas a cada percentil con los siguientes criterios:

- *40 % de ocupación*. Se considera que este nivel de ocupación es adecuado para el terminal, ya que el *demurrage* comienza a aumentar significativamente por cada punto porcentual

CONFIDENCIAL

que aumente la ocupación por sobre este umbral. Este valor coincide con la recomendación de la teoría de colas.

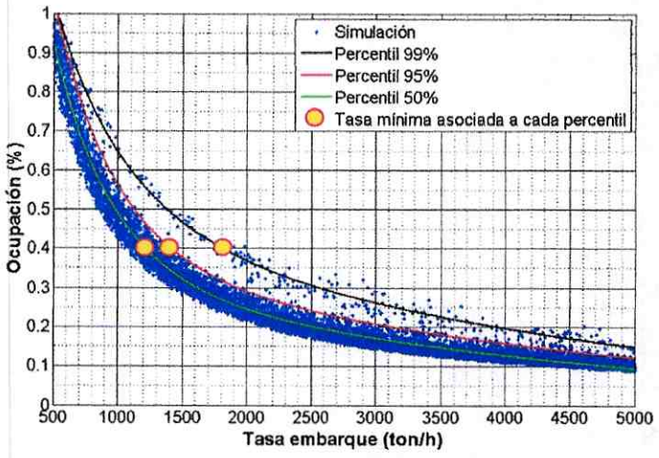
- *Tiempo total en el puerto igual 100 horas*. Se considera éste valor como umbral a partir de la experiencia práctica en otros terminales marítimos.

A continuación las Figuras 4.3 – 4.5 muestran los resultados para los escenarios 1A, 1B y 1C, mientras que las Figuras 4.6 – 4.8 muestran los resultados para los escenarios 1A, 2 y 3.

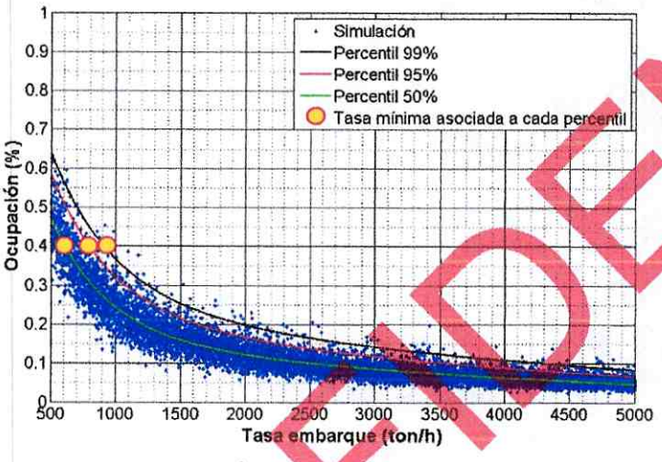
Cabe destacar que en el *hindcast* de oleaje existe un año climáticamente complejo, que corresponde a 1998. Esto genera en las simulaciones datos que se escapan levemente de las tendencias de los parámetros obtenidos para el resto de los años del *hindcast* de oleaje.

CONFIDENCIAL

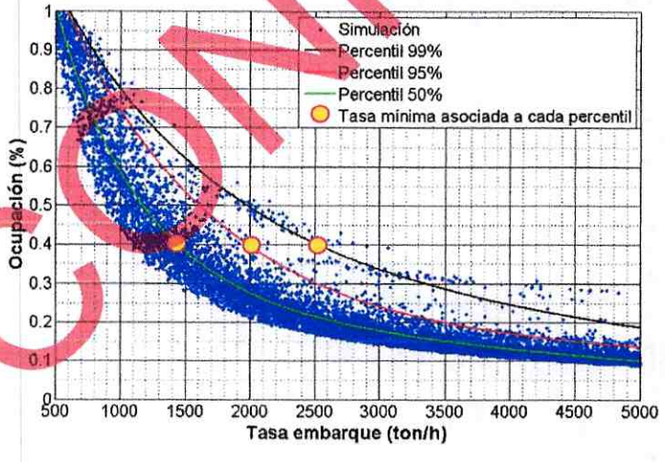
Escenario 1A - 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m




Escenario 1B - 2 Sitios – Remolcador Hm0 < 2,0m




Escenario 1C - 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 1,5m

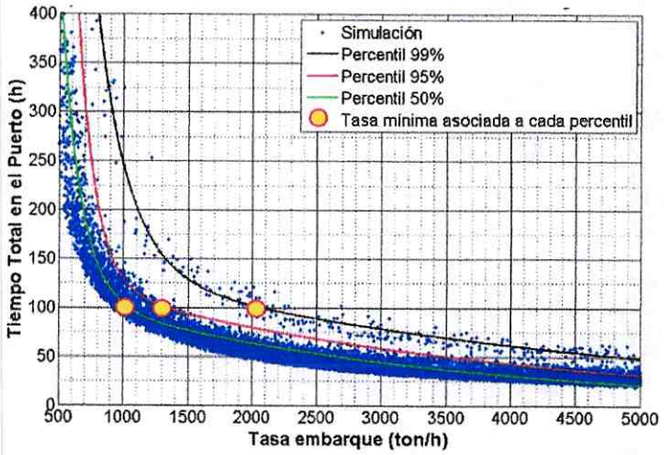



Los gráficos de la Figura 4.3 corresponden a la ocupación para cada escenario. En el escenario 1A el rango de tasas efectivas de embarque que intersectan al umbral de 40% de ocupación oscilan entre 1200 y 1700 TPH según el percentil que se considere. En el escenario 1B el rango de tasas oscila entre 600 y 900 TPH y en el escenario 1C el rango es entre 1400 y 2600 TPH. Considerando otros puertos graneleros que embarcan volúmenes de producción similares, el rango más frecuente corresponde a 1200 - 1700 TPH efectivas. El escenario 1A con 1 sitio y remolcador que opera con altura de ola menores a 2 m, tendría un desempeño equivalente a puertos similares.

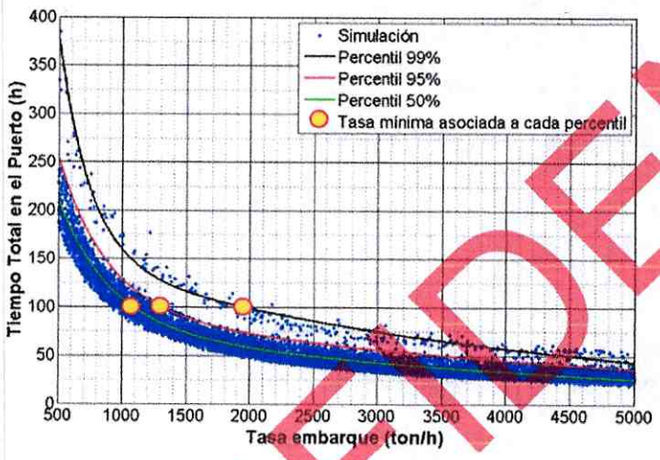
**Figura 4.3: Ocupación – Plan 3,5 MMTon**

CONFIDENCIAL

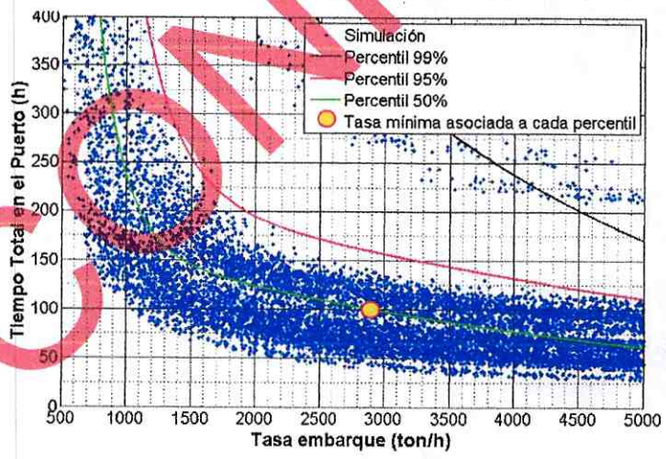
Escenario 1A - 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m




Escenario 1B - 2 Sitios – Remolcador Hm0 < 2,0m




Escenario 1C - 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 1,5m

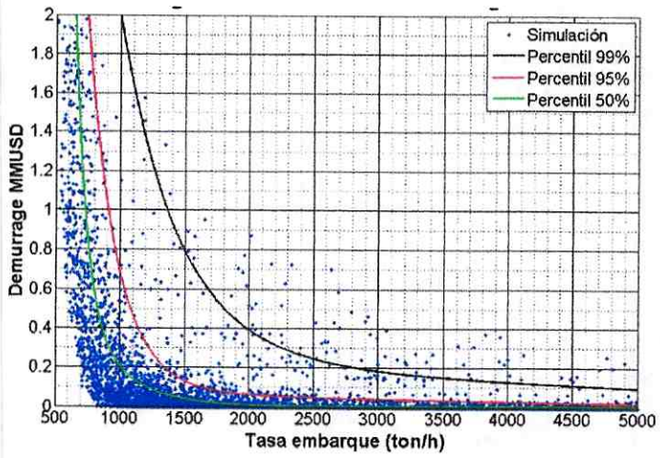



Los gráficos de la Figura 4.4 corresponden al tiempo total en el puerto. Los gráficos muestran que para el escenario 1A las tasas de embarque obtenidas para valores en torno a 100 horas son similares con las obtenidas del gráfico de ocupación. A su vez, las tasas de embarque obtenidas del escenario 1B son similares al escenario 1A, mostrando que el aumento en el número de sitios no incide mayormente en este parámetro. Por otra parte, se destaca que en el escenario 1C, incluso para tasas de embarque sobre 5000 TPH, hay muchas simulaciones que las naves superan las 100 horas de estadía en el puerto. Estos valores muestran un desempeño del puerto muy inferior al obtenido con remolcadores con límite operacional de 2 metros de altura de ola. Se destaca la sensibilidad de este parámetro al *downtime* de los remolcadores, independiente de la tasa de embarque.

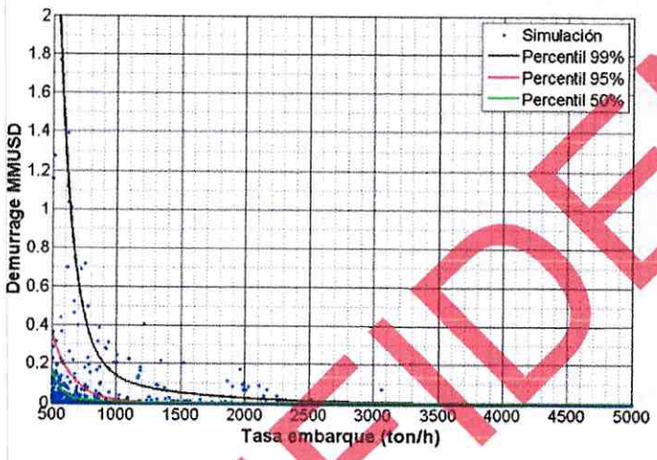
**Figura 4.4: Tiempo Total en el Puerto – Plan 3,5 MMTon**

CONFIDENCIAL

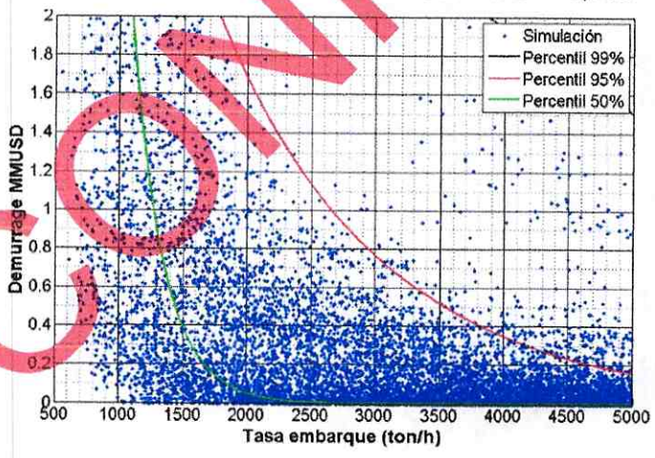
Escenario 1A - 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m




Escenario 1B - 2 Sitios – Remolcador Hm0 < 2,0m




Escenario 1C - 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 1,5m

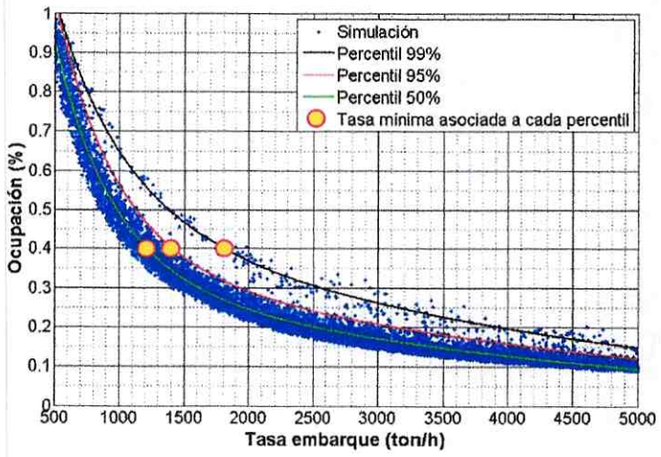



Los gráficos de la Figura 4.5 corresponden al *demurrage* contabilizado, donde para el escenario 1A los valores asociados a las tasas resultantes del análisis de los parámetros anteriores corresponden a lo usual en puertos de características similares que operan de manera eficiente (USD 100.000 a 200.000 anuales). En el escenario 1B el *demurrage* disminuye considerablemente al considerar un segundo sitio. Sin embargo, los niveles de *demurrage* del escenario 1A no serían lo suficientemente elevados para justificar un segundo sitio. Por otra parte, en el escenario 1C los valores de *demurrage* presentan gran variabilidad y valores significativamente mayores al escenario 1A, confirmando el bajo desempeño de esta alternativa.

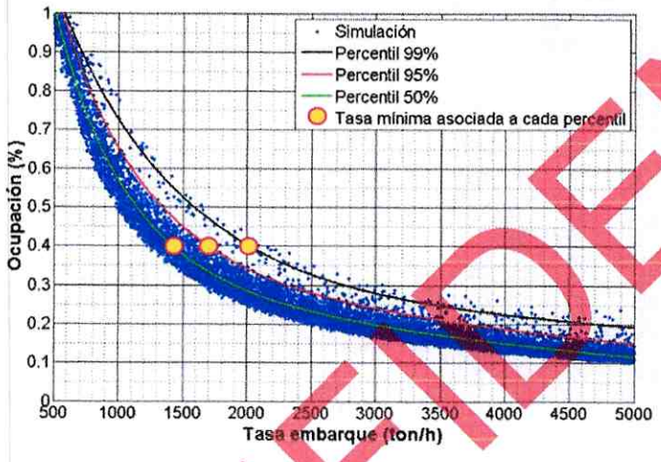
**Figura 4.5: *Demurrage* – Plan 3,5 MMTon**

CONFIDENCIAL

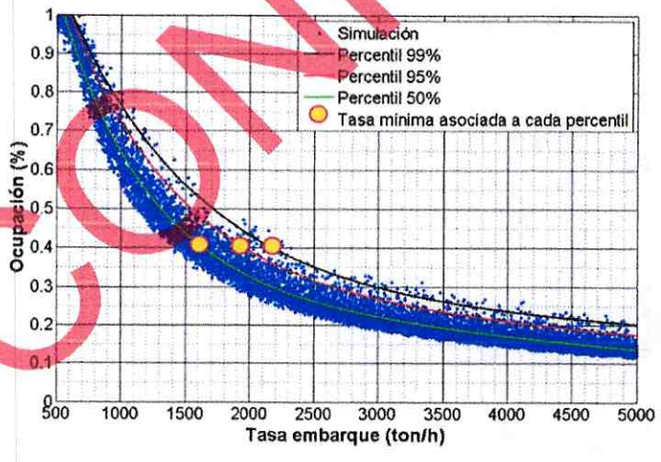
Escenario 1A - Plan 3,5 MMTon




Escenario 2 - Plan 4,0 MMTon




Escenario 3 - Plan 4,5 MMTon

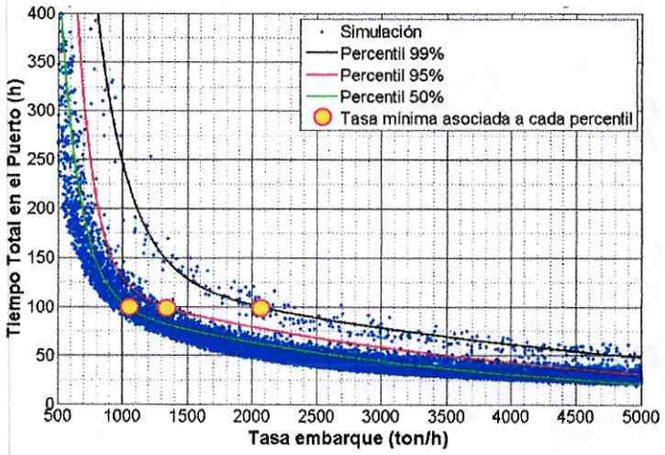



Los gráficos de la Figura 4.6 corresponden a la ocupación para cada escenario. Los resultados muestran que al elevar la producción, consecuentemente se requiere de tasas efectivas de embarque mayores para mantener los niveles de prestaciones del puerto dentro de parámetros aceptables. Para el caso del percentil 95, el cual corresponde a un índice conservador, las tasa que intersecta el umbral de 40% de ocupación en el escenario 1A es 1500 TPH, mientras que para los escenarios 2 y 3 las tasas efectivas de embarque serían 1700 y 2000 TPH, respectivamente.

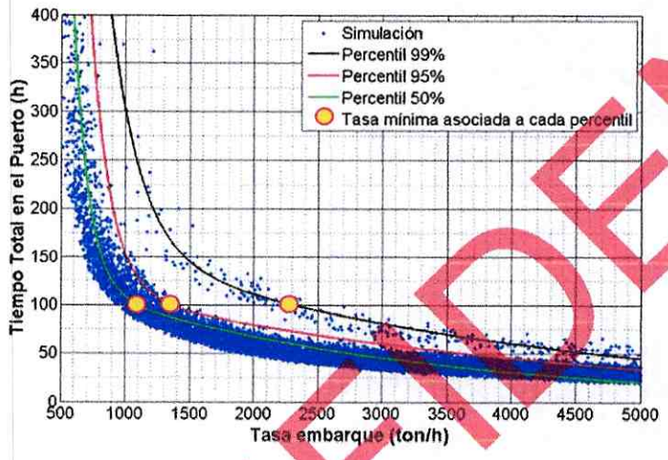
**Figura 4.6: Ocupación – 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m**

CONFIDENCIAL

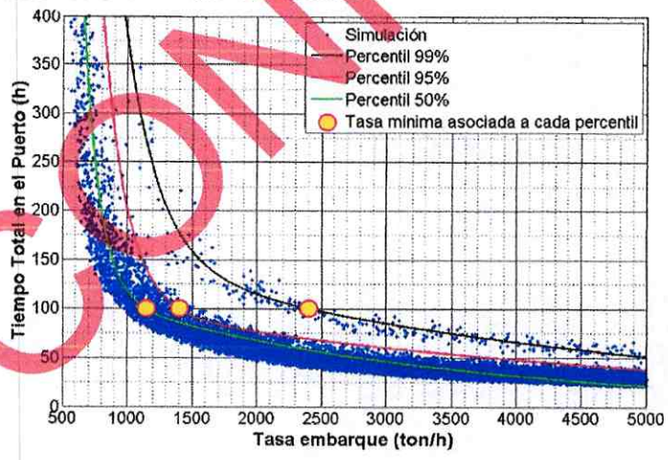
Escenario 1A - Plan 3,5 MMTon




Escenario 2 - Plan 4,0 MMTon




Escenario 3 - Plan 4,5 MMTon

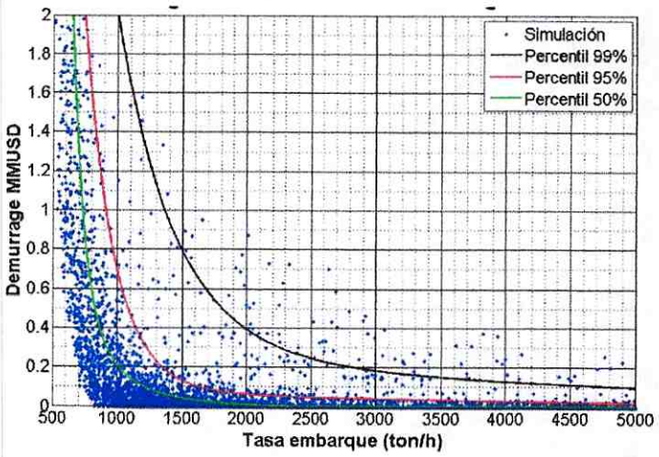



Los gráficos de la Figura 4.7 corresponden al tiempo total en el puerto. Los gráficos muestran resultados muy similares en los tres escenarios, lo cual indica que para estos niveles de producción este parámetro es poco sensible al aumento de 3.5 a 4.0 ó 4.5 millones de toneladas.

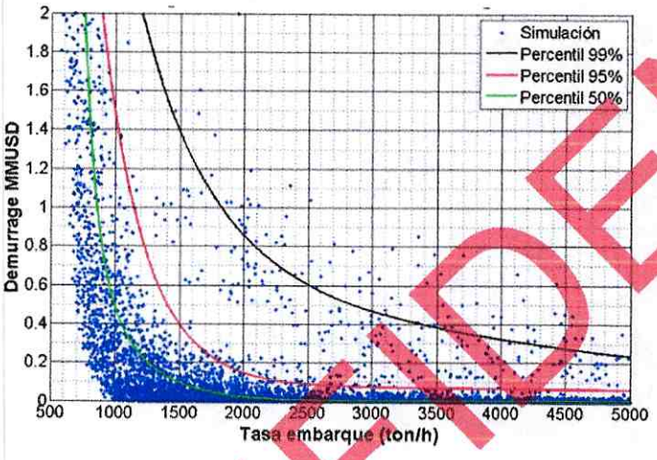
**Figura 4.7: Tiempo Total en el Puerto– 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m**

CONFIDENCIAL

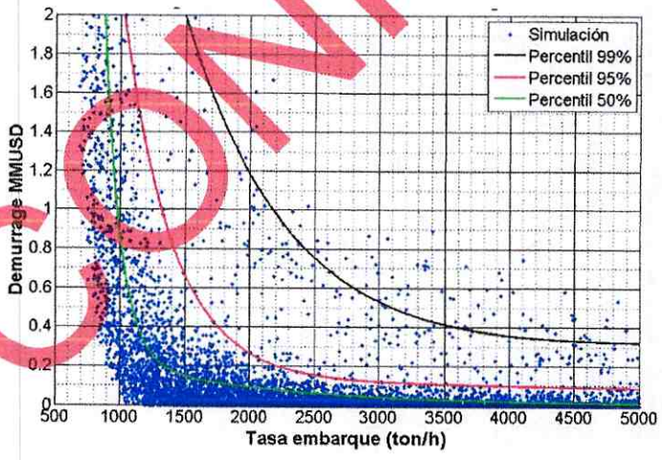
Escenario 1A - Plan 3,5 MMTon




Escenario 2 - Plan 4,0 MMTon




Escenario 3 - Plan 4,5 MMTon




Los gráficos de la Figura 4.8 corresponden al *demurrage*. Los resultados de la simulación muestran que al elevar la producción consecuentemente se incrementan los costos de *demurrage*. De todas maneras los valores obtenidos siguen siendo razonables (entre USD 200.000 a 300.000 anuales para los escenarios 2 y 3).

**Figura 4.8: *Demurrage* – 1 Sitio – Remolcador Hm0 < 2,0m**

CONFIDENCIAL

De los resultados de las Figuras 4.3 – 4.5 se desprende que, para el plan de producción de 3,5 Millones de toneladas anuales, el puerto podría operar adecuadamente con 1 sitio. Lo anterior queda condicionado al uso de un remolcador que tenga la capacidad de operar en condiciones de oleaje con alturas de hasta 2.0 m.

De los resultados de las Figuras 4.6 – 4.8 se obtienen las tasas de embarque para tres planes de producción considerando el remolcador que puede operar en condiciones de oleaje con alturas menores a 2.0 m. Estas corresponden a:

- 1500 TPH para el plan de 3,5 millones de toneladas
- 1700 TPH para el plan de 4,0 millones de toneladas
- 2000 TPH para el plan de 4,5 millones de toneladas

Todos estos valores fueron obtenidos considerando el percentil 95, que es un nivel conservador. Sin embargo, se destaca que en todos los gráficos hay algunas simulaciones que escapan del grupo mayoritario y que están por sobre el percentil 95. Todas ellas corresponden a simulaciones con el año de mayor *downtime* (1998). En caso de que los niveles de *downtime* sean similares a los que habrían ocurrido en 1998, el desempeño del puerto podría no ser adecuado. En caso de no admitirse la operación bajo esas condiciones, se debe considerar el percentil 99% de las tasas de embarque.

Las tasas efectivas de embarque obtenidas serán empleadas a continuación para evaluar el comportamiento del puerto para una tasa de embarque fija y considerando todo el horizonte de evaluación (28 años).

CONFIDENCIAL

## 4.3 Simulación con tasa de embarque fija (Tipo 2)

El objetivo de esta simulación es analizar el comportamiento de los parámetros más importantes del puerto para una tasa de embarque fija durante todo el horizonte del proyecto (28 años). Con ello se logró calcular el *demurrage* y el tamaño mínimo del *stockpile* requerido en cada caso.

### 4.3.1 Características de la simulación

Las características de esta simulación se indican a continuación:

- Análisis de Montecarlo con 500 repeticiones
- Horizonte de simulación de 28 años
- Tasa de embarque fija de acuerdo al análisis de resultados de las simulaciones con tasa de embarque variable.
- Para cada repetición de la simulación durante el análisis de Montecarlo, el modelo seleccionó aleatoriamente un bloque continuo de 28 de los 30 años del respectivo archivo de entrada de *downtime* del terminal y los remolcadores. El período de tiempo seleccionado es el mismo en ambos casos.

### 4.3.2 Escenarios simulados

La Tabla 4.3 muestra los tres (3) escenarios simulados en este caso. En todos los escenarios se consideró la opción de un sitio y remolcadores con límite operacional de 2.0 m de altura de ola de acuerdo a las conclusiones de la sección 4.2.3, variando sólo el plan de producción.

**Tabla 4.4: Matriz de escenarios de simulaciones Tipo 2**

| Escenario | Producción (MM ton) | | | Tasa de transferencia (TPH) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Año 1 | Año 2 | Años 3 a 28 | Efectiva | Nominal (*) |
| 1 | 1,75 | 2,45 | 3,50 | 1.500 | 1.630 |
| 2 | 2,00 | 2,80 | 4,00 | 1.700 | 1.850 |
| 3 | 2,25 | 3,15 | 4,50 | 2.000 | 2.175 |

(*) Tasa Nominal calculada considerando un 92% de eficiencia del sistema de acuerdo a lo indicado por Northport.

### 4.3.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados como series de tiempo para todo el horizonte de evaluación. Se han seleccionado las siguientes variables:

- Ocupación del puerto
- Tiempo total en el puerto
- Nivel de *Stockpile*
- *Demurrage*

CONFIDENCIAL

Además se muestran resultados para el número de naves y toneladas efectivas embarcadas por año, para verificar que efectivamente estos parámetros de salida coincidan con lo indicado en los archivos de entrada. Dichos gráficos se presentan en el Anexo A.

A continuación se analizan los resultados de las simulaciones para los escenarios 1, 2 y 3. Los resultados se presentan en forma de serie de tiempo para los 28 años de simulación. Para cada variable se presenta el valor promedio (línea verde) y percentil 95 (línea roja) del parámetro para cada año simulado. La Figura 4.9 presenta un esquema de la obtención de los parámetros señalados, en la cual se indica con una línea azul segmentada la correspondencia entre la curva de frecuencia acumulada de un parámetro construida con las 500 replicaciones para un año en particular y la serie de tiempo de dicho parámetro para todo el horizonte de simulación.

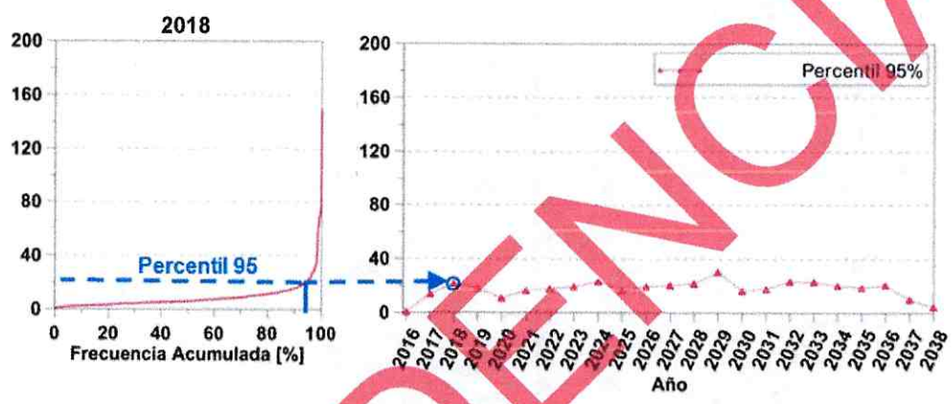



**Figura 4.9: Esquema cálculo parámetros de resumen de las simulaciones**

*4.3.3.1 Ocupación*

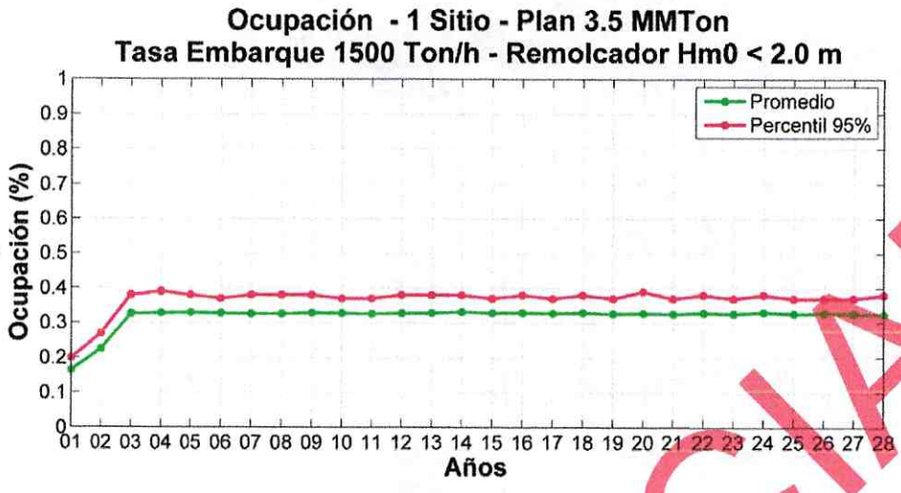
En la Figura 4.10 se muestra el promedio y percentil 95 de la ocupación por año para cada escenario. La Tabla 4.5 resume dicha figura, mostrando el valor máximo y mínimo a partir del año 3. Las tasas de embarque para los distintos escenarios de producción fueron seleccionadas de tal manera de no superar el 40% de ocupación, lo cual se ve reflejado en estos resultados. La ocupación promedio esperada es de un 33%, mientras que el percentil 95 está en torno al 40%.

**Tabla 4.5: Porcentaje de ocupación máximo y mínimo entre los años 3 y 28**

| Escenario | 3,5 MMTon – 1500TPH | | 4,0 MMTon – 1700TPH | | 4,5 MMTon – 2000TPH | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 |
| Año Máx. | 33.2% | 39.0% | 34.0% | 40.5% | 33.2% | 40.0% |
| Año Mín. | 32.5% | 37.0% | 33.4% | 38.0% | 32.5% | 38.0% |

CONFIDENCIAL

a)




b)




c)

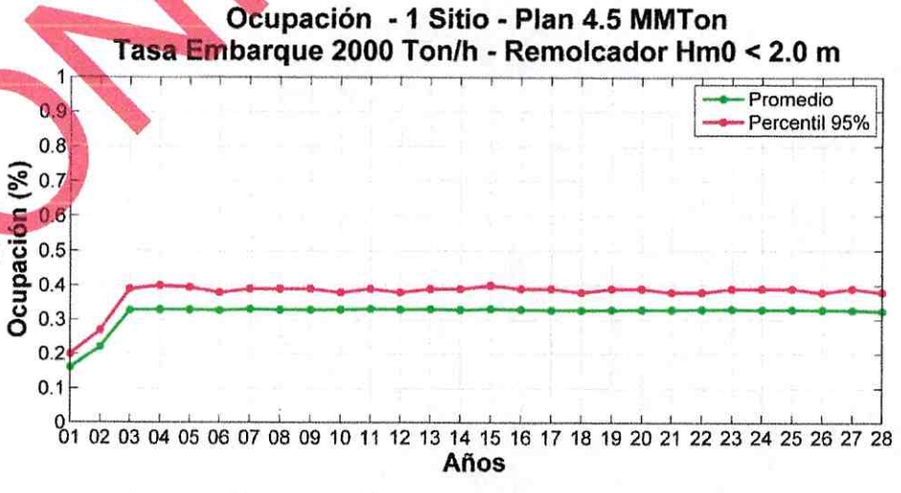



**Figura 4.10: Ocupación del Puerto – Escenarios 1, 2 y 3**

CONFIDENCIAL

*4.3.3.2 Tiempo total en el puerto*

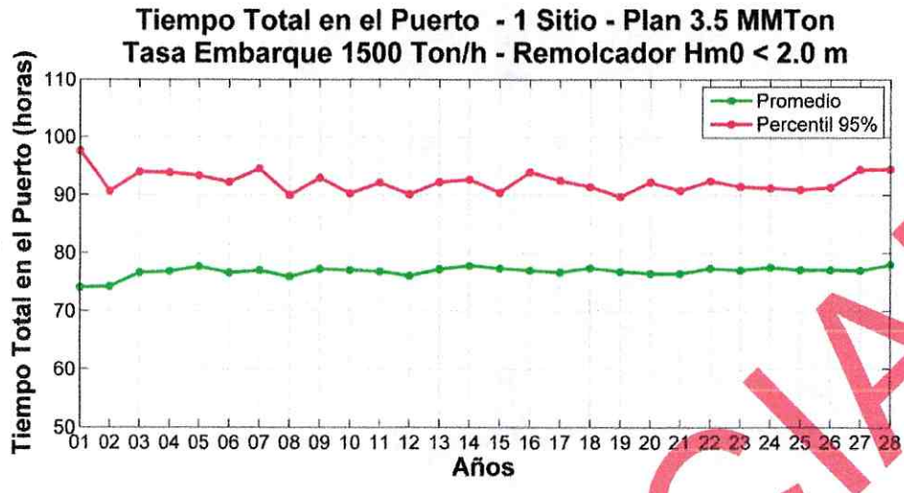
En la Figura 4.11 se muestra el promedio y percentil 95 del tiempo total en el puerto por nave por año para cada escenario. La Tabla 4.6 resume dicha figura, mostrando el valor máximo y mínimo a partir del año 3. Este parámetro disminuye a medida que se aumenta la tasa efectiva de embarque, independiente del nivel de producción, lo cual se ve reflejado en los resultados. En todos los casos el tiempo total en el puerto es menor a 100 horas.

**Tabla 4.6: Horas de Tiempo total en el puerto máximo y mínimo entre los años 3 y 28**

| Escenario | 3,5 MMTon – 1500TPH | | 4,0 MMTon – 1700TPH | | 4,5 MMTon – 2000TPH | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 |
| Año Máx. | 78 | 95 | 71 | 87 | 62 | 80 |
| Año Mín. | 76 | 90 | 69 | 82 | 61 | 75 |

CONFIDENCIAL

a)




b)




c)

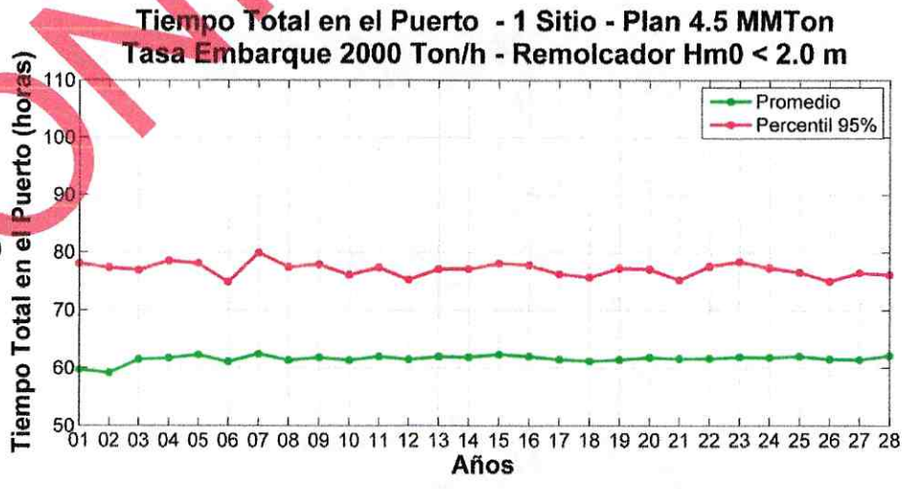



**Figura 4.11: Tiempo total en el puerto – Escenarios 1,2 y 3**

CONFIDENCIAL

#### 4.3.3.3 Stockpile

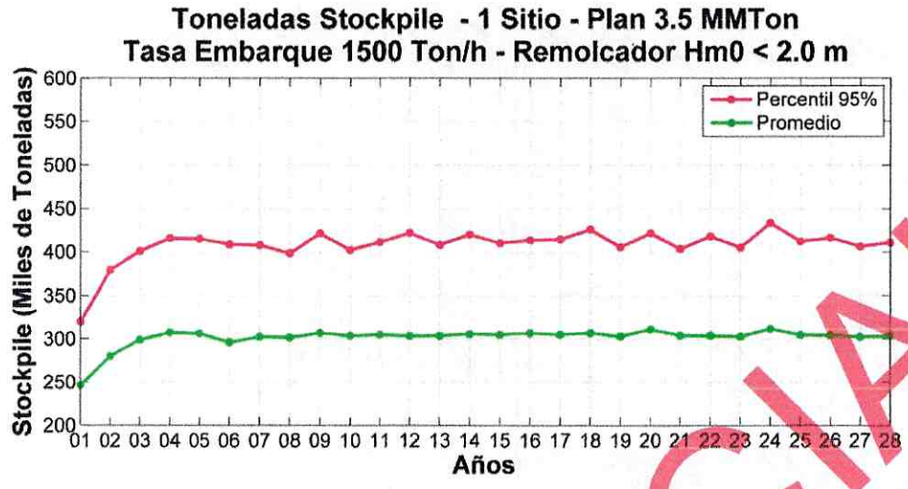
En la Figura 4.12 se muestra el promedio y percentil 95 de la amplitud máxima de los niveles de *stockpile* por año para cada escenario. La Tabla 4.7 resume dicha figura, mostrando el valor máximo y mínimo a partir del año 3. El requerimiento de *stockpile* aumenta a medida que se incrementa la producción, con valores de 434.000 ton para el escenario 1, 465.000 ton para el escenario 2 y 499.000 ton para el escenario 3.

**Tabla 4.7: Miles de toneladas de *stockpile* máximo y mínimo entre los años 3 y 28**

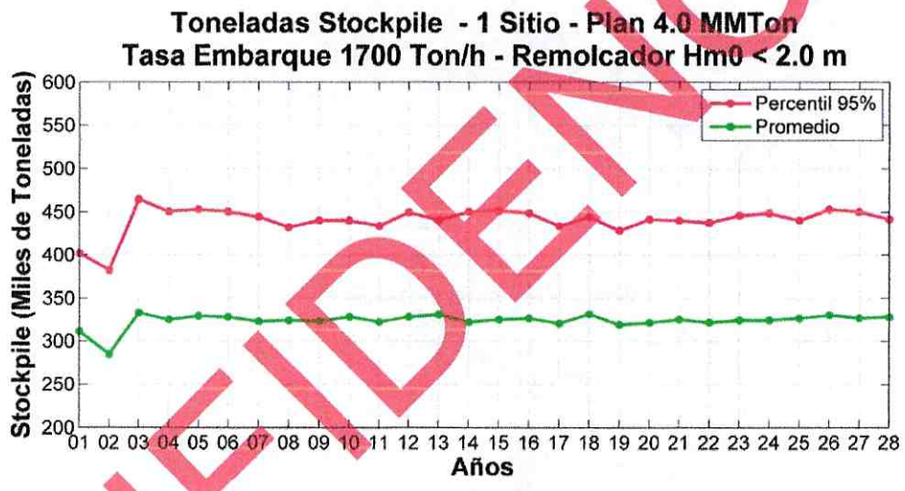
| Escenario | 3,5 MMTon – 1500TPH | | 4,0 MMTon – 1700TPH | | 4,5 MMTon – 2000TPH | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 |
| Año Máx. | 311 | 434 | 333 | 465 | 355 | 499 |
| Año Mín. | 296 | 398 | 319 | 429 | 346 | 467 |

CONFIDENCIAL

a)




b)




c)

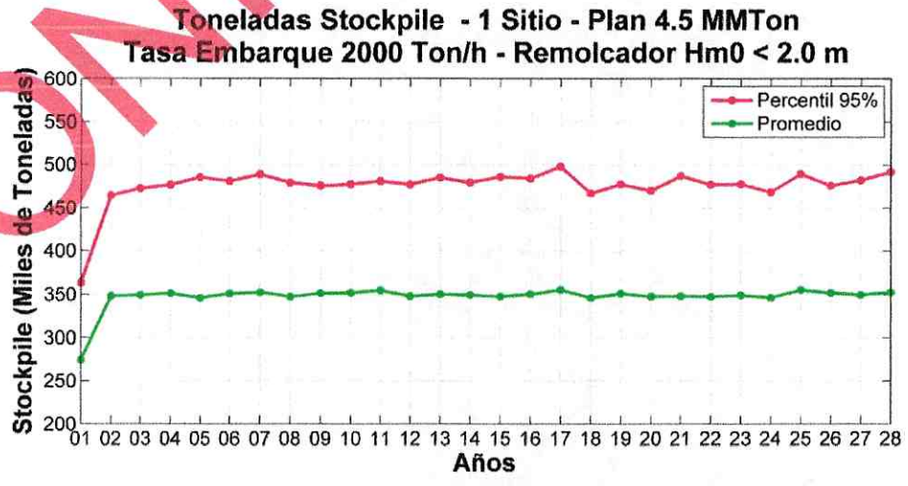



**Figura 4.12: Tonelas de *Stockpile* – Escenarios 1,2 y 3**

CONFIDENCIAL

### 4.3.3.4 Demurrage

En la Figura 4.13 se muestra el promedio y percentil 95 del *demurrage* en días por año para cada escenario. La Tabla 4.8 resume dicha figura, mostrando el valor máximo y mínimo a partir del año 3. Como se indicó anteriormente, el *demurrage* aumenta de acuerdo al aumento en la producción, con valores de hasta 15 días por año para el escenario de mayor producción.

**Tabla 4.8: Dias de *Demurrage* promedio, máximo y mínimo entre los años 3 y 28.**

| Escenario | 3,5 MMTon – 1500TPH | | 4,0 MMTon – 1700TPH | | 4,5 MMTon – 2000TPH | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 | Promedio | Percentil 95 |
| Año Máx. | 2 | 10 | 4 | 12 | 4 | 15 |
| Año Mín. | 1 | 6 | 3 | 8 | 3 | 8 |

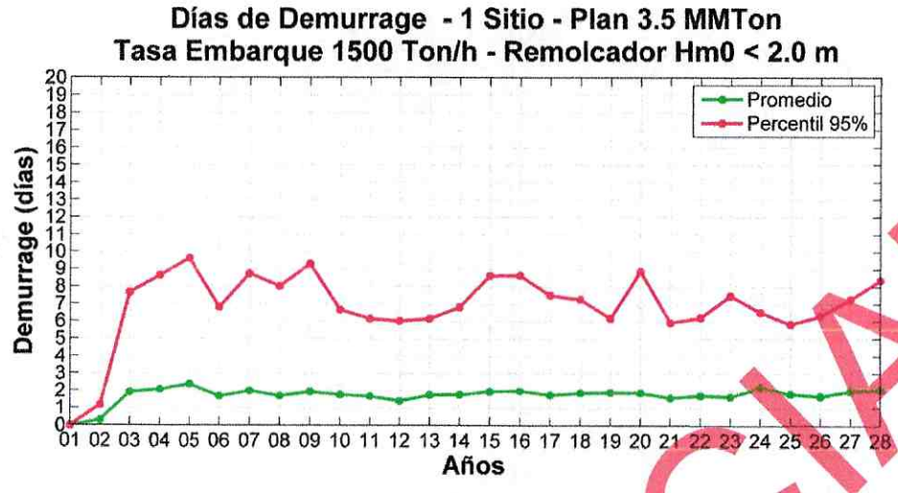
Se calculó el valor presente del *demurrage* considerando una tarifa de 22.000 USD/día según lo indicado por Northport, y considerando el horizonte de evaluación de 28 años. Los valores obtenidos para distintas tasas de descuento se muestran en la Tabla 4.9.

**Tabla 4.9: Valor presente en USD para cada escenario y distintas tasas de descuento**

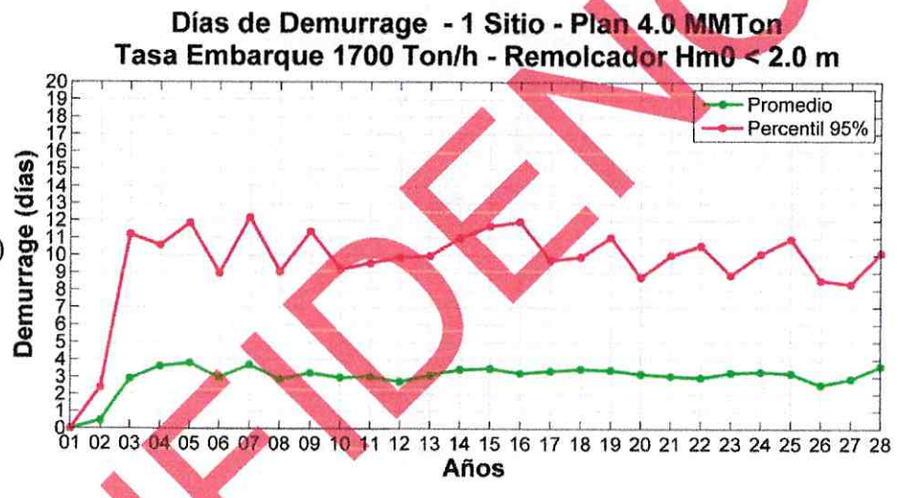
| Escenario | Parámetro | Tasa de Descuento | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 6% | 8% | 10% | 12% |
| 3,5 MMTon 1500TPH | Promedio | 482,000 | 388,000 | 319,000 | 205,000 |
| | Percentil 95 | 902,000 | 783,000 | 685,000 | 267,000 |
| 4,0 MMTon 1700TPH | Promedio | 831,000 | 668,000 | 548,000 | 392,000 |
| | Percentil 95 | 1,426,000 | 1,229,000 | 1,070,000 | 457,000 |
| 4,5 MMTon 2000TPH | Promedio | 941,000 | 758,000 | 623,000 | 470,000 |
| | Percentil 95 | 1,538,000 | 1,343,000 | 1,194,000 | 522,000 |

CONFIDENCIAL

a)




b)




c)

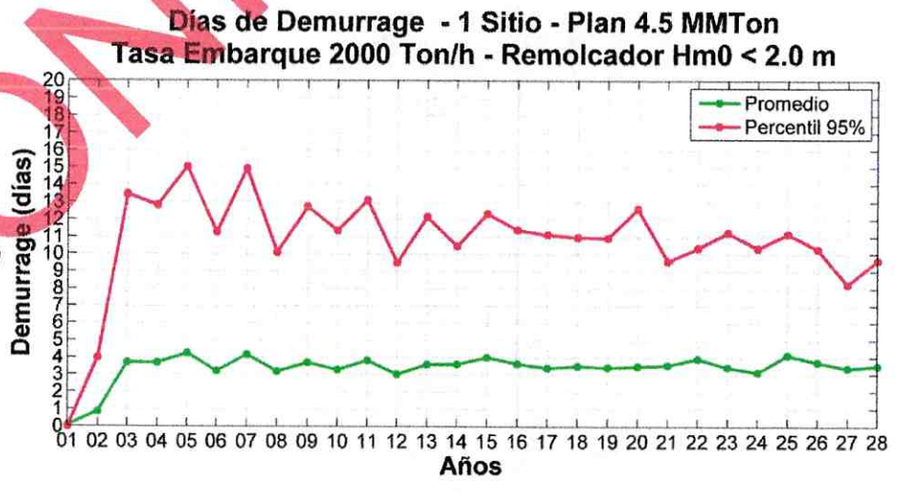



**Figura 4.13: Días de *Demurrage*– Escenarios 1,2 y 3**

CONFIDENCIAL

## 5.0 CONCLUSIONES

El estudio de simulación dinámica del puerto permitió analizar el desempeño del terminal portuario bajo diversos escenarios de tasa efectiva de transferencia, número de sitios, opciones de remolcador y planes de producción; integrando en el proceso la disponibilidad climática definida en los estudios de oleaje y respuesta de buque. A partir del análisis de los resultados se estableció cuál es la combinación óptima de número de sitios, límite de operación de los remolcadores y las tasas efectivas de embarque mínimas que permitirían una operación adecuada del terminal.

Para los distintos niveles de carga anual analizados, se estableció que un terminal con un sitio de atraque es suficiente para transferir la carga anual prevista. Los niveles de ocupación del terminal con un sitio son razonables, y la disminución esperada en el *demurrage* producto de la operación con dos sitios no justificaría su construcción.

Respecto a los remolcadores, se concluye que éstos deben ser capaces de operar con una altura de oleaje de hasta 2 metros. Se analizó la operación para un límite de altura de ola de un remolcador estándar usado en puertos chilenos (Hm0 < 1.5 m), lo cual elevaría los tiempos de estadía en el puerto por sobre las 100 horas incluso para tasas efectivas de embarque sobre las 5000 TPH. Estos valores muestran un desempeño del puerto muy inferior al obtenido con remolcadores con límite operacional de 2 metros de altura de ola.

Respecto a las tasas efectivas de transferencia de carga, se establecieron a partir de las simulaciones los valores mínimos que permiten un desempeño adecuado para el terminal con un sitio de atraque y remolcadores que operen con Hm0 < 2.0 m. Estos valores corresponden a 1500 TPH efectivas para un nivel de producción de 3.5 millones de toneladas por año, 1700 TPH para 4.0 millones de toneladas por año y 2000 TPH para 4.5 millones de toneladas por año. Cabe destacar que estos valores corresponden al percentil 95% de los posibles valores de tasas de embarque de acuerdo a los resultados de la simulación. En caso de que los niveles de *downtime* sean similares a los que habrían ocurrido en 1998 (año climáticamente complejo), el desempeño del puerto podría no ser adecuado. En caso de no admitirse la operación bajo esas condiciones, se deben considerar el percentil 99% de las tasas de embarque.

En las simulaciones que consideran todo el horizonte del proyecto (28 años), la ocupación promedio esperada es de un 33%, mientras que el percentil 95 está en torno al 40%. A su vez, el tiempo total en el puerto por nave es menor a 100 horas. El requerimiento de *stockpile* aumenta a medida que se incrementa la producción, con valores de 434.000 ton para el Escenario 1, 465.000 ton para el Escenario 2 y 499.000 ton para el Escenario 3.

El *demurrage* aumenta de acuerdo al aumento en la carga anual, con valores de hasta 15 días por año para el escenario de mayor producción y considerando las cláusulas indicadas por Northport. Se calculó el valor presente del *demurrage* considerando una tarifa de 22.000 USD/día según lo indicado por Northport y considerando el horizonte de evaluación de 28 años, obteniendo valores entre USD 300.000 y USD 1.600.000 dependiendo del escenario y la tasa de descuento considerada.

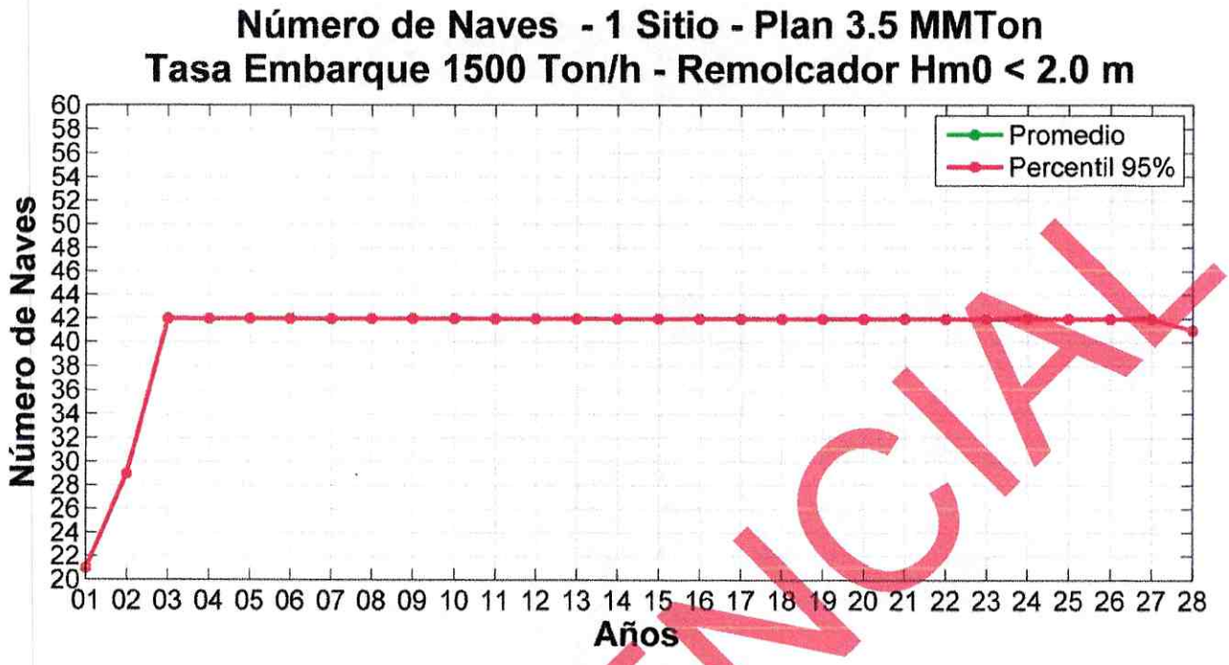
Cabe destacar que la factibilidad de operar el terminal con las condiciones de oleaje de este sitio y con los límites de operación definidos para los remolcadores, se debe realizar un estudio de maniobras integrando a la Autoridad Marítima en el proceso.

Con la información generada es posible definir cuál es el sistema de carga óptimo de acuerdo los valores de tasas efectivas de embarque indicados en este informe y los costos de cada sistema. Para ello se debe realizar un estudio de *trade-off* para establecer la configuración definitiva del terminal.

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

**Anexo A : Resultados Numero de Naves y Toneladas Embarcadas para los Escenarios 1, 2 y 3.**

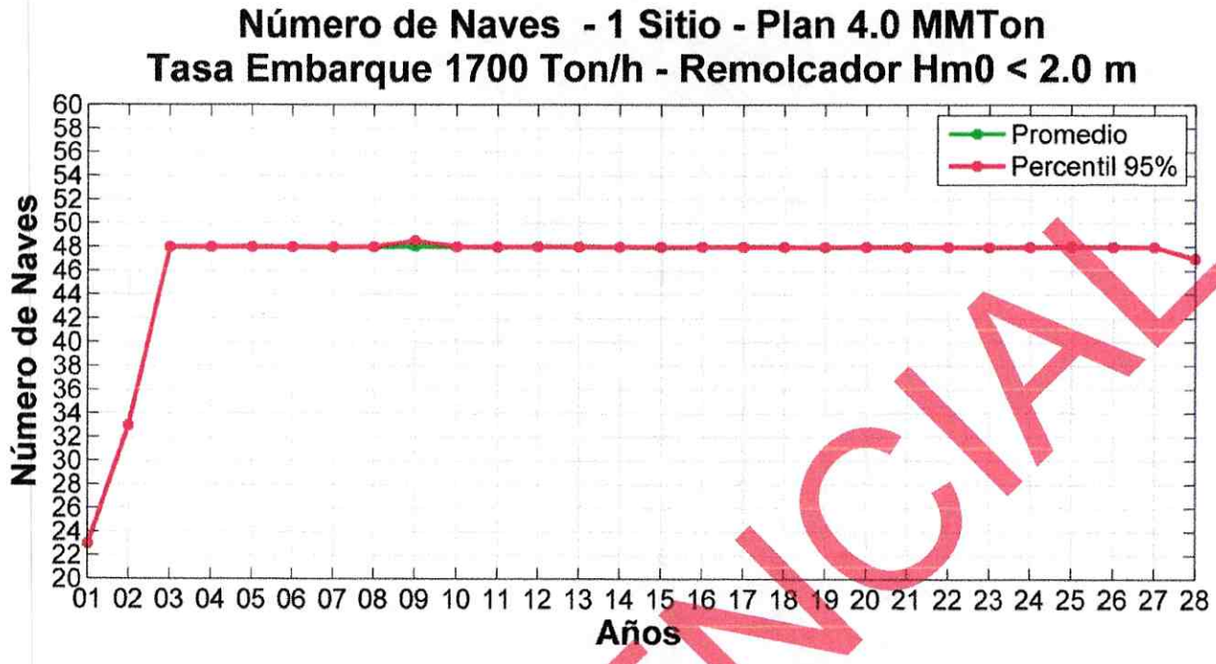






CONFIDENCIAL

**Figura A.1: Número de Naves y Toneladas Embarcadas– Escenario 1**







CONFIDENCIAL

**Figura A.2: Número de Naves y Toneladas Embarcadas– Escenario 2**







CONFIDENCIAL

**Figura A.3: Número de Naves y Toneladas Embarcadas– Escenario 3**

Windrose Chartering S.A.

Santiago 22 de Diciembre 2014

Señor Eric Karstegl P.
Gerente General
Northport SpA
Presente.-

Estimado Señor,

En relación a vuestra consulta respecto a cantidad de graneles secos transferidos y capacidad portuaria de los puertos graneleros de la zona de Iquique, podemos indicar lo siguiente:

- Las estadísticas de aduana de este año son parciales.
- Se contactó a ejecutivos de las empresas indicadas más abajo y personas del ambiente naviero que participan en estos transportes.
- Se evaluó la capacidad portuaria de los terminales indicados consultando a expertos portuarios y agencias de naves de distintas empresas.

Luego de la investigación mencionada se indican las estimaciones de graneles sólidos a transferirse en el año 2015:

| | |
|---|---|
| • Carbón Endesa, Terminal Marítimo Patache | 500.000 tm |
| • Sal Salinas Punta de Lobos, Terminal Patillos 1 y 2 | 6.000.000 tm |
| • Sal Compañía Minera Cordillera, Terminal Marítimo Patache | 3.100.000 tm |
| • Concentrados cobre Collahuasi, Puerto Patache | 1.400.000 tm |
| • Trigo Bolivia, Puerto Iquique | 300.000 tm |
| • Concentrados varios Summit, Puerto Iquique | 600.000 tm |
| • Concentrados Bolivia, Puerto Iquique | 300.000 tm |
| • Total graneles secos puertos zona de Iquique | 12.200.000 tm |

Con respecto a la capacidad portuaria el Terminal Marítimo Patache permite 900.000 tm adicionales de transferencia, los Terminales Patillos 1 y 2 permiten 2.600.000 tm adicionales.
Por lo anterior se estima la capacidad portuaria de los terminales de la zona de Iquique en 15.700.000 tm.
Vuestro Puerto diseñado para hasta 6.000.000 tm aumentaría la capacidad portuaria en hasta 38 %.

Quedamos atentos a cualquier consulta.
Sin otro particular lo saluda atentamente,

Daniel Palacios Yanquez
Gerente General
Windrose Chartering SA
Celular 56992259818.

WINDROSE CHARTERING S.A.
Guardia Vieja 255 Of. 105
Fono: 331 9594
Providencia - Santiago - Chile

NORTHPORT SPA

GERENCIA DE PROYECTOS

# "INGENERIA CONCEPTUAL PROYECTO PUERTO NORTHPORT"

## INFORME GENERAL DE DISEÑO

CONFIDENCIAL

| REV | FECHA | EMITIDO PARA | POR | REV. | APR. | APR. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 05/12/2014 | REVISION CLIENTE | S.FUENZALIDA | R.REYES | C.JOFRÉ | F. BOU |
| A | 05/12/2014 | REVISION INTERNA | S.FUENZALIDA | R.REYES | C.JOFRÉ | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| FDA INGENIEROS | | FDA INGENIEROS | NORTHPORT |
| | N° FDA | 5000-10-IF-ME-001 | Pág. 1 de 28 |
| | | | REV. B |

FDA INGENIEROS

## INDICE


1. INTRODUCCIÓN ..... 4
2. ALCANCE ..... 4
3. OBJETIVO ..... 5
4. ANTECEDENTES ..... 5
   4.1 Documentos ..... 5
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 6
6. REQUERIMIENTOS GENERALES ..... 9
7. ESCENARIO ANALIZADO PARA DISEÑO ..... 9
8. SOLUCIÓN PROPUESTA ..... 11
   8.1 Área de Pila de Acopio de Material ..... 11
   8.2 Estimación Cantidad de Cargadores Frontales para la Carga de Material .. 14
   8.3 Estimación Cantidad de Camiones ..... 16
   8.4 Diseño de Manejo de Transporte de Material ..... 16
   8.5 Sistema de Dosificación ..... 20
   8.6 Layout Disposición de Sectores ..... 20
   8.7 Información Técnica ..... 21
9. REVISIÓN PARA PRÓXIMA ETAPA DE INGENIERÍA ..... 21
10. CONCLUSIONES ..... 23
11. ANEXOS ..... 25
    11.1 Infraestructura de Servicios ..... 25


CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

**11.2 Especificación Cargadores Frontales ..... 26**

**11.3 Layout General Proyecto Terminal Portuario ..... 27**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 1. INTRODUCCIÓN

FDA Ingenieros ha sido contratada por Northport Spa para la realización de un Servicio de Ingeniería Multidisciplinaria a nivel de Ingeniería Conceptual para el desarrollo del terminal de Punta Cotitira en el sector de Caleta Patillos, Región de Tarapacá, el cual está planificado para la exportación de sal.

El proyecto considera la construcción y operación de un terminal marítimo para el carguío de naves con minerales de sal (sal de mina, sal gema o halita), en la forma de graneles, que permita operar buques de gran tonelaje, aproximadamente de 170.000 toneladas, para cubrir las necesidades de su transporte por vía marítima a los mercados mundiales.
El Terminal está diseñado para cargar hasta 4.500.000 de toneladas de mineral de sal por año, a una tasa de transferencia de carga de 2500 TPH. Se espera alcanzar este máximo de transferencia en un plazo de tres años desde la puesta en operación.

Se toman como base los estudios realizados por Baird & Associates S.A, los cuales definen la tasa de transferencia de carga considerando la disponibilidad climática, el volumen de material a exportar, el número de sitios de atraque y el límite operacional del remolcador.

## 2. ALCANCE

El Alcance del Proyecto considera el desarrollo, a nivel de Ingeniería Conceptual, del diseño del layout necesaria para una correcta operación del puerto de sal, además de definir el diseño del sistema de manejo de materiales para una correcta operación en el carguío de sal hacia los barcos. El objetivo de ultimo en esta etapa es poder identificar la estructura de quiebre (WBS) que debe seguir el proyecto, de forma de definir las área y sub áreas que deben considerase en la construcción del proyecto.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 3. OBJETIVO

El objetivo de este documento consiste en identificar los aspectos generales de Operación del puerto, dando a conocer la metodología de operación óptima que permita asegurar el cumplimiento del negocio, identificando la problemática y la solución propuesta para el sistema de manejo de transporte de material.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 Documentos

Para la elaboración de este documento se consideran como antecedentes, la siguiente documentación:

- Estudio de Simulación Portuaria Terminal Punta Cotitira, Baird.
- Estudio de Respuesta de Buque Atracado y Estimación de Downtime Terminal Punta Cotitira, Baird.
- Ingeniería desarrollada por Erick Karstegl Cía Ltda, Proyecto Obras Marítimas.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto corresponde a un Terminal de Embarque de Graneles Minerales, donde sólo se tiene considerado el embarque de minerales de sal provenientes del cercano Salar Grande.

Entre las actividades a realizar dentro del proyecto, éste comprende:

- La construcción y operación de obras e infraestructura destinada a la recepción de minerales de Sal.
- El almacenamiento temporal del mineral en canchas de acopio.
- La molienda del mineral hasta la granulometría contratada.
- Por último, el pesaje y carguío del mineral por intermedio de un sistema de correas transportadoras encapsuladas que corren sobre una galería metálica hasta una cinta final de traspaso al buque.

En el área marítima, las principales obras comprenden la construcción del muelle o puente por donde corre la cinta transportadora, el cabezo o plataforma de carga y los buques de alba (con sus bitas de amarre y defensas).

En el área terrestre, las principales obras comprenden la disposición general de las instalaciones y el diseño del sistema de manejo de material, esto es, la flota de camiones, la flota de cargadores, el sistema de almacenamiento y el transporte del mineral a través de correas transportadoras.

El proyecto se localiza en la Primer Región, Comuna de Iquique, en el sector de Punta Cotitira, que corresponde al costado norte de la Bahía de Patillos, aproximadamente a 56 [Km] al sur de Iquique. En la Figura 5-1 y en la Figura 5-2 se puede observar la ubicación del proyecto.

CONFIDENCIAL




**Figura 5-1: Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL




**Figura 5-2: Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 6. REQUERIMIENTOS GENERALES

El diseño del layout del puerto y del barrio cívico debe garantizar el cumplimiento de la necesidad de utilizar la menor cantidad de recursos y espacio dentro del área de proyecto. Además debe facilitar el transporte al interior del área de proyecto disminuyendo la cantidad de interferencias y evitando el retraso del proceso de carguío a los barcos.

Para el desarrollo de la presente Ingeniería Conceptual se tienen las siguientes consideraciones:

- Se considerará que la solución se limite a la superficie estipulada para el proyecto.
- Se requiere disponer de un camino perimetral que permita el acceso sin interferencias entre personas y equipos, y ubicado de forma que permita continuar el crecimiento modular a futuro.
- El nivel de producción anual corresponderá a 4.5 millones de toneladas por año.
- Respecto a las tasas efectivas de transferencia de carga, se establece que para obtener un nivel de producción de 4.5 millones de toneladas por año, se deben cargar 2500 TPH. Esta consideración es una variable que define la cantidad de cargadores, así como el diseño de las correas transportadoras de material.
- El requerimiento de *stockpile* corresponde a 500.000 toneladas para un nivel de producción de 4.5 millones de toneladas por año.

## 7. ESCENARIO ANALIZADO PARA DISEÑO

La simulación del Terminal Marítimo que Northport proyecta en Punta Cotitira realizado por Baird, permitió definir un rango de tasas de transferencia considerando la disponibilidad climática, el volumen de material a exportar y el número de sitios de atraque, calculando además el demurrage y el tamaño mínimo de stockpile para

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

diferentes escenarios de producción. Estos escenarios de producción fueron entregados por Northport a Baird y se observan en la Tabla 7-1.

**Tabla 7-1: Planes de volúmenes anuales a exportar.**

| Millones de Toneladas por Año | Años | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3-28 |
| Plan 1 | 1.75 | 2.45 | 3.50 |
| Plan 2 | 2.00 | 2.80 | 4.00 |
| Plan 3 | 2.25 | 3.15 | 4.50 |

Para el diseño realizado en la actual etapa de ingeniería se tomará como supuesto el caso en donde existe la mayor cantidad de toneladas por año, esto es 4.5 millones de toneladas por año correspondiente al Plan 3 en un horizonte de 3 a 28 años.

De los resultados obtenidos por Baird asociados al Plan 3, se obtiene la tasa de embarque considerando el remolcador que puede operar en condiciones de oleaje con alturas menores a 2.0 m. Esta corresponde a 2000 TPH, sin embargo, para el diseño de ingeniería se tomará una tasa de embarque correspondiente a 2500 TPH, independiente cual sea el tamaño del buque a cargar. Esto, ya que lo que se busca es que el buque esté el mínimo de tiempo posible en el puerto.

El escenario a tomar en cuenta para el diseño se observa en la Tabla 7-2.

**Tabla 7-2: Escenario a diseñar.**

| Escenario | Producción (MM ton) | Tasa de Transferencia |
|---|---|---|
| Plan 3 | 4.50 | 2500 |

Con estos valores de diseño, Baird encontró el requerimiento de Stockpile necesario para cumplir estas condiciones. Para el escenario correspondiente al Plan 3 a partir del año 3, se requieren 500.000 toneladas en las pilas de acopio.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 8. SOLUCIÓN PROPUESTA

El diseño general de ingeniería propuesto en la actual etapa de Ingeniería Conceptual, considera las siguientes partidas a resolver:

- Área de Pila de Acopio de Material
- Estimación Cantidad de Cargadores Frontales para la Carga de Material
- Estimación Cantidad de Camiones
- Diseño de Manejo de Transporte de Material
- Layout Disposición de Sectores
- Información Técnica

### 8.1 Área de Pila de Acopio de Material

Para poder estimar el área de acopio del material, en primer lugar se debe seleccionar el proceso de acopio y la geometría que se tendrá para la acumulación del material. El proceso de acopio de material sigue la siguiente secuencia:

a) Camiones con material proveniente de la mina descargan en el área destinada al acopio.
b) Desarrollo de terraplén con altura dada por diseño.
c) El acopio tomará forma geométrica similar a la de un tronco de pirámide. El ángulo de elevación del tronco de pirámide corresponderá al ángulo de reposo del material, en este caso la sal (roca).
d) Para la carga de material a la correa transportadora, existirá un bulldozer que empujará el material, para luego ser captado por los cargadores frontales y depositarlos en la tolva hacia la correa transportadora.

El diagrama de flujo del proceso de manejo de material se puede ver esquematizado en la Figura 8-1.

CONFIDENCIAL

CONFIDENCIAL

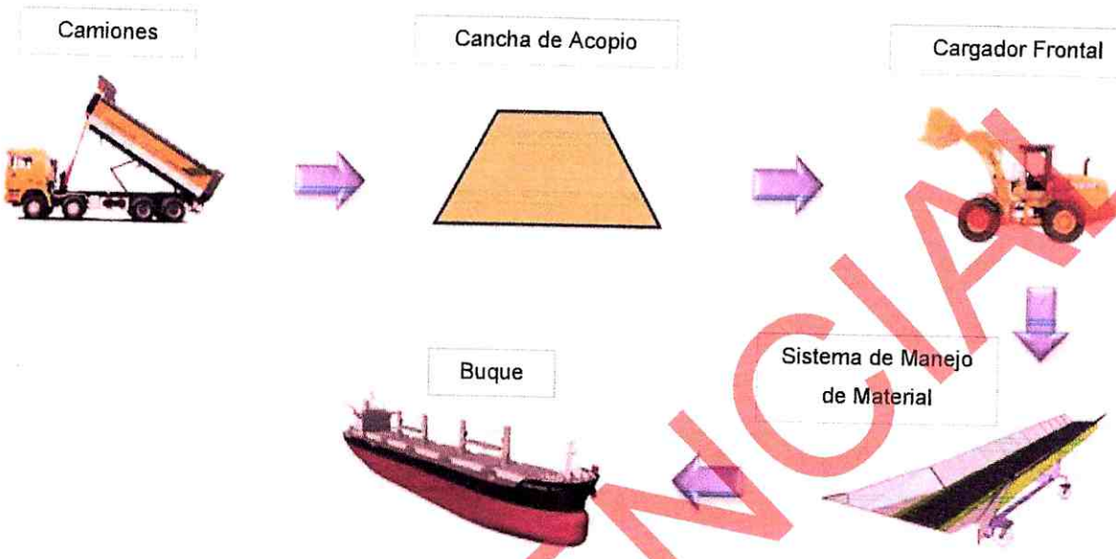



**Figura 8-1: Diagrama de Flujo del Proceso de Manejo de Material.**

El proceso mencionado define la geometría a utilizar para el acopio del material. Esta geometría corresponde a la de un tronco de pirámide, tal como lo muestra la Figura 8-2.

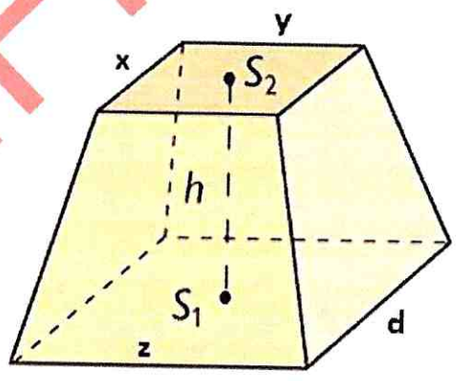



**Figura 8-2: Geometría seleccionada para el acopio de material.**

Como se puede observar, el tronco de pirámide se caracteriza por sus longitudes que definen un área basal inferior $S_1$ y un área basal superior $S_2$. Además, el volumen que pueda contener la pila queda limitado por la altura que toma el tronco de pirámide. Por último, como se puede observar en la geometría, las caras laterales están inclinadas de acuerdo a un ángulo definido por las propiedades del material a almacenar. En este caso, el material corresponde a sal, la cual en su forma de roca, tiene un ángulo de *reposo* igual a 35°.

El área a utilizar por la pila de acopio dentro del terreno asociado al proyecto corresponderá a la superficie $S_1$. Para determinar el área a utilizar, se debe respetar el área asociada al proyecto, además de tener en cuenta espacio para la proyección de los caminos y el sistema de manejo de material.

Como se mencionó anteriormente, la cantidad de material que se debe almacenar es igual a 500.000 toneladas. Para poder calcular el volumen almacenado se toma como dato la densidad del material como $1{,}2\ ton/m^3$. Aplicando estos valores, el volumen a almacenar es de $416.666\ m^3$.

Para calcular el volumen del tronco de pirámide se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$Volumen\ Tronco\ Pirámide = \frac{h}{3} \cdot (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2})$$

Realizando diversas combinaciones en altura, ancho y largo del tronco de pirámide, la solución que ocupa una menor área dentro del terreno corresponde a la geometría con las dimensiones de la Tabla 8-1:

**Tabla 8-1: Dimensiones pila de acopio.**

| Altura *h* (m) | x (m) | d (m) | y (m) | z (m) | Área Superior S2 (m2) | Área Inferior S1 (m2) | Volumen (m3) | Cantidad de Pilas | Peso por Pila (ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 26 | 60 | 186 | 220 | 4778 | 13200 | 103676 | 4 | 124411 |

CONFIDENCIAL

Por lo tanto, se proyectan cuatro pilas de acopio, cada una ocupando $13.200\,m^2$, distribuidas como se observa en la Figura 8-3. El área total ocupada por las pilas de acopio corresponde a $52.800\,m^2$.

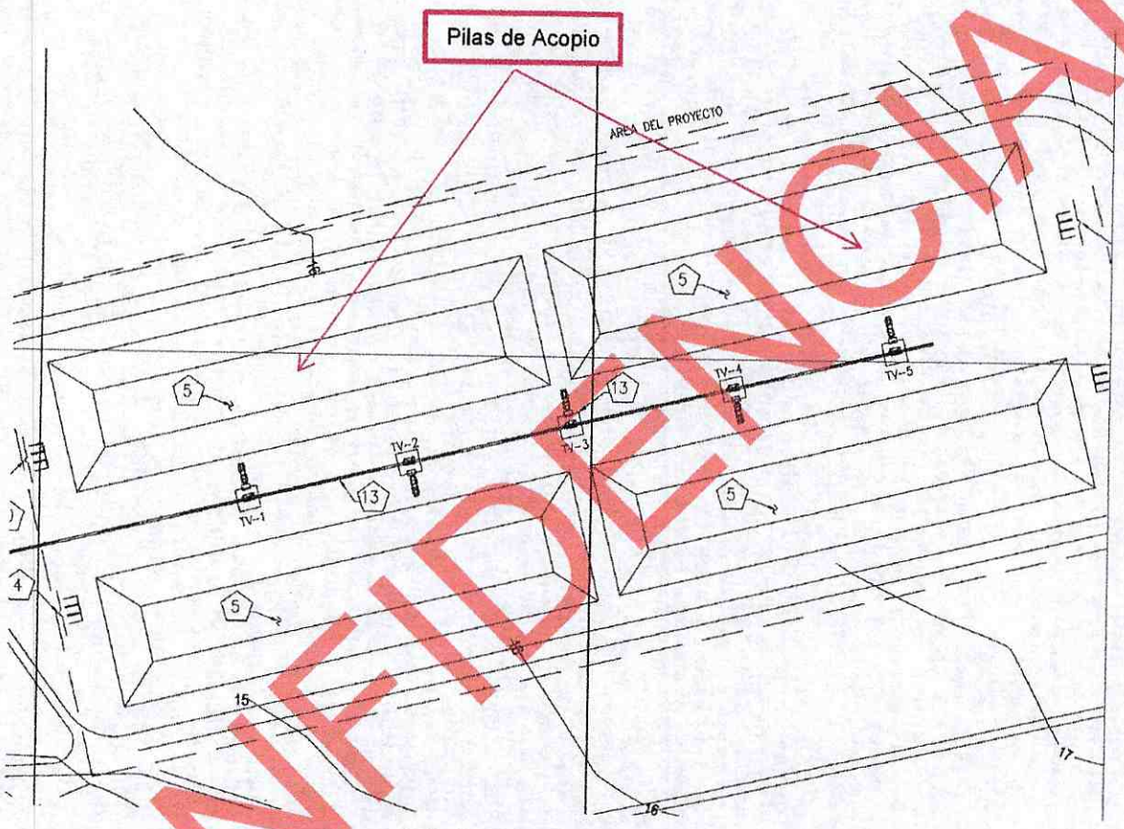



**Figura 8-3: Canchas de acopio mineral.**

## 8.2 Estimación Cantidad de Cargadores Frontales para la Carga de Material

Como se mencionó anteriormente, el proceso de carga hacia la correa se realiza por medio de cargadores frontales, los cuales cargan el material acarreado por los bulldozer. Estos últimos permiten que los cargadores frontales no deban recorrer una gran distancia para buscar el material, sino que sólo deban movilizarse por un mínimo recorrido, además de la maniobra realizada al girar el cargador para cargar y descargar el material. El hecho

CONFIDENCIAL

de que los cargadores frontales no deban moverse por una gran distancia aumenta la cantidad de cargas por hora hacia la correa.

Otro factor importante, además de la distancia a recorrer por el cargador, es la tasa de transferencia, que en este caso corresponde a 2500 TPH.

Tomando un cargador frontal con capacidad de $6\,m^3$, es decir con capacidad para 7.2 toneladas se necesitan:

$$Cantidad\ de\ Cargas\ por\ Hora = \frac{Tasa\ de\ Transferencia}{Capacidad\ de\ Cargador} = \frac{2500}{7.2} = 347{,}2\ paladas/hora$$

Este valor corresponde al total de cargas por hora necesarias para poder cumplir con la tasa de transferencia de 2500 TPH. Por lo tanto, se calcula cuántas cargas por hora puede realizar un cargador frontal. Para esto se estima el tiempo que demora cada cargador frontal en cargar y descargar.

Tomando el supuesto de que el cargador frontal recorrerá una distancia ida y vuelta de 35 metros (es decir recorre 70 metros) a una velocidad de 15 km/hr se obtiene un tiempo alrededor de 16.7 segundos. Sin embargo, se debe tener en consideración la demora del cargador en girar, en cargar y en descargar. Para esto se aplica un factor con valor correspondiente a 3, lo que implica un tiempo de demora en cargar y descargar correspondiente a 50 segundos. Es decir, durante una hora el cargador frontal puede descargar alrededor de 72 veces a la tolva.

Por lo tanto, la cantidad de cargadores frontales necesarios para el funcionamiento del proceso es:

$$Cantidad\ de\ Cargadores\ Frontales = \frac{347{,}2}{72} = 4{,}8 \approx 5\ Cargadores\ Frontales$$

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 8.3 Estimación Cantidad de Camiones

Para estimar la cantidad de camiones necesarios para la producción de 4.5 millones de toneladas al año, se debe conocer la capacidad de transporte de cada camión. Considerando un camión con capacidad de $30\,m^3$, es decir, con capacidad para 36 toneladas, se tiene la siguiente cantidad de camiones (transportando el material los 365 días del año durante 24 horas por día):

$$Cantidad\ Camiones = \frac{\left(\frac{4500000}{24 \cdot 365}\right)}{36} \approx 14\ camiones/hr$$

Es necesario considerar que los camiones vienen cargados desde la mina en donde se explota el mineral. Al ingresar al sitio de exportación, los camiones cargados deberán pasar por un proceso de pesaje y control para verificar la cantidad de material cargado. Se consideran dos equipos de pesaje para los camiones en la entrada y dos para la salida, esto para agilizar el flujo de camiones y así evitar o disminuir posibles tiempos de espera de los camiones para poder ingresar al área de almacenamiento del material.
Una vez el camión dentro del área de almacenamiento, dependiendo el sitio en donde se necesite relleno de material, el camión deberá transportarse y descargar el material para luego dirigirse hacia la salida e ir en busca de más mineral.
Por otra parte, el mineral descargado por los camiones deberá ser ordenado y apilado por los cargadores frontales con la ayuda de los buldócer dispuestos en las canchas de acopio.

### 8.4 Diseño de Manejo de Transporte de Material

El proceso de manejo de material se realizará mediante correas transportadoras, las cuales se dividen en tres zonas:

a) Zona de carguío donde los cargadores frontales depositan el material a la correa y ésta se va elevando preparándose para el proceso de chancado (Correa N°3).

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

b) Zona donde la correa transporta el material pos chancado hacia la costa. En esta zona se realiza el muestreo de la mezcla (Correa N°2).
c) Zona donde la correa transporta el material hacia el buque sobre el mar (Correa N°1).

La zona del punto a), corresponde a una correa de 48", la cual debe transportar el material proveniente de los cinco cargadores. Esta correa estará dentro de un túnel de acero corrugado, esto es, no se encontrará libre en la superficie.
Para evitar la perforación del terreno, y así disminuir costos, se desarrollará un terreno de sal compactada, la cual cubrirá el túnel de acero corrugado, éste terreno se realizará por encima del nivel de piso. El túnel que recubre la correa transportadora tendrá, además, el espacio suficiente para que por el interior pueda circular el personal destinado para el mantenimiento.
El cargador frontal descargará sobre una tolva, la cual tendrá su ubicación por sobre el terreno levantado con sal compactada.
Por último, la correa correspondiente a la zona del punto a), se elevará (saliendo a la superficie) aproximadamente 8 metros hasta llegar al proceso de harneado y chancado.

CONFIDENCIAL

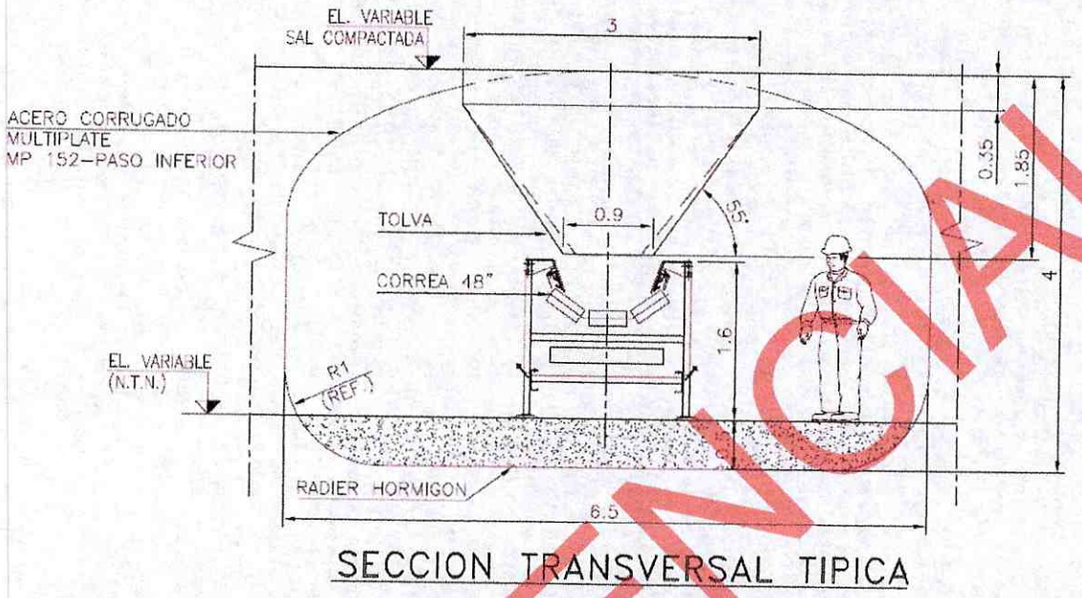



**Figura 8-4: Sección transversal tubo circular de acero corrugado (dimensiones en m)**

La correa correspondiente a la zona del punto b) también será de 48" y circulará por la superficie y no a través de un tubo de acero corrugado. Esta correa transporta el material que ya transitó por el harnero y chancador, el cual debe pasar por un proceso de pesaje y de muestreo, además de la incorporación de antiaglomerante a la mezcla para ser enviada al buque.

Por último, la correa correspondiente a la zona del punto c), al igual que las otras dos correas anteriores, tiene una dimensión de 48". Esta correa transporta el material ya dosificado por sobre el mar hacia el barco a cargar.

El detalle de los cálculos de potencia de cada correa se encuentra en el documento 5000-10-MC-ME-001, MC Diseño Sistema de Manejo de Material.

Finalmente en la Figura 8-5 y en la Figura 8-6, se observa el esquema del proceso de carga desde el cargador hacia la tolva que va hacia la correa transportadora N°3.

CONFIDENCIAL

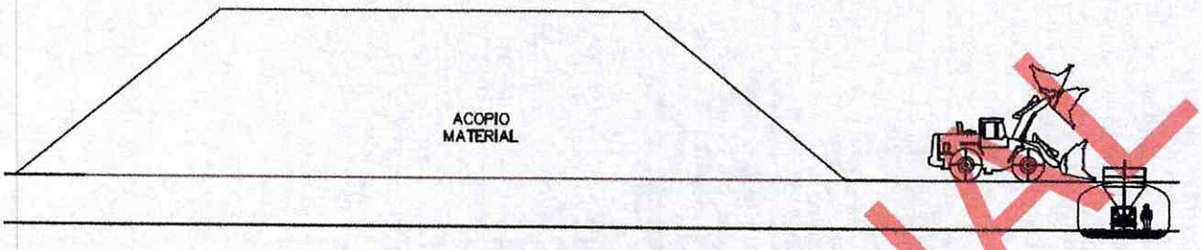



**Figura 8-5: Esquema del proceso de carga a correa.**

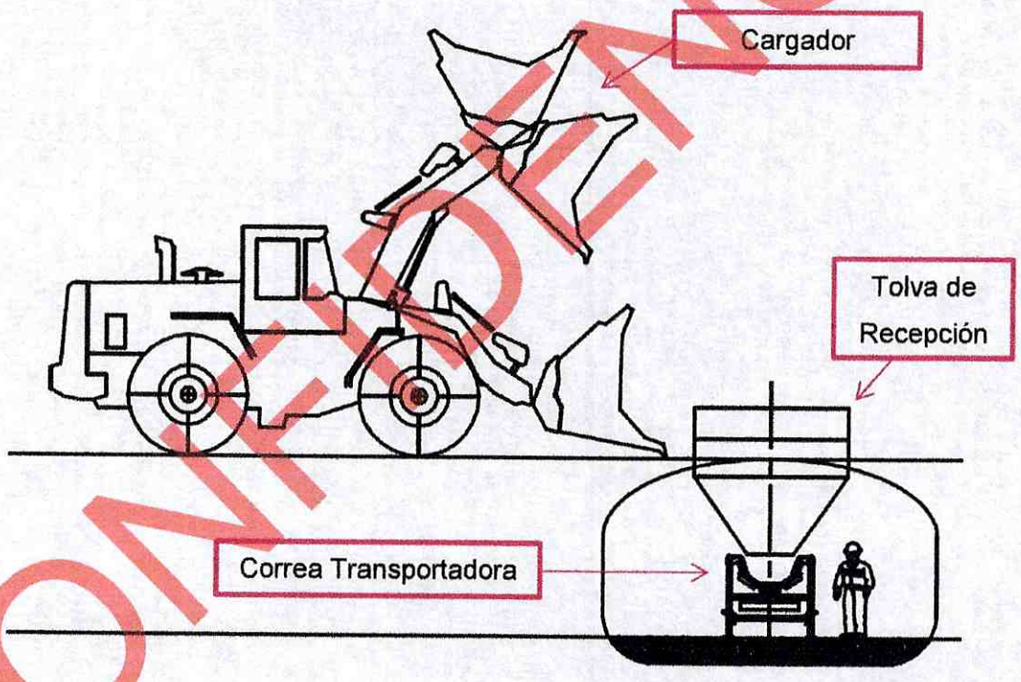



**Figura 8-6: Esquema de carga desde cargador frontal a tolva.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 8.5 Sistema de Dosificación

El sistema de dosificación tiene relación con la inyección de aditivos a la mezcla de material que va a ser cargado al buque. Este consiste en la inyección de aditivos compuestos por una solución de ferrocianuro con agua de mar.

El sistema de dosificación se compone de estanques, agitadores, bombas y cañerías.

El sistema consiste en la succión de agua de mar por medio de bombas que la guía hacia unos estanques donde se concentran los aditivos a inyectar. El proceso continúa con la acción de agitadores que mezclan la solución dentro de los estanques, los cuales son accionados mediante sistemas de control. Finalmente, la solución es inyectada a la mezcla de material a cargar.

Por motivos de disminución de interferencias y costos, las bombas y la línea de piping se deben ubicar lo más cerca del mar. Es por esto que en el layout los estanques se encuentran al finalizar el recorrido de la correa 2 cerca de la costa.

### 8.6 Layout Disposición de Sectores

El layout corresponde a la definición principal de espacios requeridos para que el complejo portuario opere de acuerdo a las tasas requeridas para que el negocio sea rentable. En el layout se identifican todos los puntos necesarios para el proceso de exportación del mineral. Además, se identifica las zonas correspondientes a los edificios en donde se situará el control, administración y mantenimiento. En el Anexo 11.1 se observa infraestructura general a considerar en la próxima etapa de ingeniería.

Se considera en el layout las diferentes vías de acceso y evacuación tanto del terminal portuario como de las instalaciones de apoyo, además de considerar las limitaciones requeridas por aspectos de seguridad y control fronterizo.

En el anexo 11.3 se puede observar el layout general diseñado para el proyecto.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 8.7 Información Técnica

Uno de los objetivos de este estudio conceptual es definir la disposición general de las instalaciones para disminuir los costos de movimientos de tierra que son relevantes en el proyecto y cumplir con las necesidades operacionales del proceso.

El análisis considera:

- Seguridad de las instalaciones.
- Costo del movimiento de tierras.
- Posibilidades de expansiones futuras, crecimiento modular.
- Interferencia.
- Seguridad en las operaciones de la planta.
- Logística.
- Condiciones de seguridad laboral.
- Segregación del tráfico destinado a cargar en la correa con el tráfico de vehículos livianos.

En la próxima etapa de ingeniería, tomando como referencia los cálculos del diseño del sistema de manejo de material realizados, se deberá diseñar el sistema para un peak máximo de carga a la correa, el cual definirá la real potencia a utilizar.

Otro punto que deberá ser evaluado en la próxima etapa de ingeniería es el dimensionamiento detallado de las áreas para los equipos mecánicos.

## 9. REVISIÓN PARA PRÓXIMA ETAPA DE INGENIERÍA

A continuación se listan una serie de sugerencias de revisión a efectuar durante la siguiente etapa de ingeniería:

CONFIDENCIAL

- Evaluar ubicaciones definitivas de los equipos mecánicos y las áreas de acopio de material, además de los accesos al puerto.
- Evaluar cantidad de tolvas y cargadores según Layout definitivo a mejorar con el objetivo de optimizar costos.
- Evaluar las dimensiones y refuerzo estructural para terraplén que recubre el tubo de acero corrugado.
- De acuerdo a la metodología de operación se deberán definir los diferentes edificios que deben considerarse en función de las dotaciones requeridas y actividades que se deben desarrollar en las instalaciones.
- Optimización espacios en Barrio Cívico, por ende, se propone evaluar las dimensiones de las áreas de bodegas, talleres, oficinas, baños, casa de cambio, casino, entre otros, para optimizar las áreas relacionadas a estas instalaciones según las necesidades operacionales.
- Optimización de las circulaciones de personas y equipos, esto viene de las implicancias de emplazar instalaciones de alto flujo de máquinas y personas, como lo es el área de acopio y el tránsito de camiones, entre otros.
- Los planos de fabricación correspondientes a una etapa de ingeniería de detalle, requerirán de un desarrollo que presente adecuadamente los sistemas de conexión y de montaje.
- Se debe considerar en la siguiente etapa de ingeniería:
  - El estudio de la línea de piping asociada al sistema de dosificación del material con antiaglomerante.
  - El estudio del diseño de tolva que permita la modulación del material que va hacia la correa.
  - El estudio de mantenibilidad.
  - Analizar los periodos laborales en base a consideraciones climáticas.
  - El estudio de iluminación.
  - Estudio de incendio.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

- Interferencias vs los espacios disponibles vs las etapas constructivas vs externalidades como el clima.
- Estudio de flota de camiones.
- Definición de la contingencia y análisis para mitigar los riesgos e incertidumbres asociadas al proyecto, entre otros.

## 10. CONCLUSIONES

Considerando las simulaciones y resultados desarrollados por Baird, se contempla para el diseño general del terminal portuario una producción anual de 4.5 millones de toneladas al año. Esta producción, a su vez, deberá ser acumulada en cuatro pilas de acopio, las cuales tendrán forman de troncos piramidales, utilizando un área total correspondiente a $52.800\ m^2$. Las pilas de acopio destinadas para el almacenamiento están diseñadas para contener 500.000 toneladas de mineral, que en este caso es sal.

Por otra parte, independiente cual sea el tamaño del buque a cargar en el terminal, se deberá cargar éste a una tasa de transferencia de 2.500 TPH, lo cual es una variable determinante para la estimación de cargadores frontales y tolvas de descargas. Considerando la disposición de las pilas de acopio dentro del área destinada para el proyecto, y una capacidad de almacenamiento de $6\ m^3$ por cargador frontal, se concluye que se necesita tener dentro del terminal cinco cargadores frontales operando para cumplir la tasa de transferencia de 2.500 TPH.

En cuanto a la flota de camiones necesarios para cumplir con la producción de 4.5 millones de toneladas al año, se cuantifican 14 camiones por hora, con capacidad de $6\ m^3$ cada uno. Estos camiones deberán depositar el material en las canchas de acopio, dependiendo en cual pila de las cuatro halla que rellenar.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

Por otro lado, el manejo de material se realizará por medio de correas transportadoras. La primera correa empleada (recibe la descarga del cargador frontal a través de la tolva y la dirige al proceso de chancado) estará por debajo del nivel de la zona de las canchas de acopio. Esta correa estará cubierta por una tubería de acero corrugado, la cual tendrá espacio para el sistema de la correa y para la realización de mantenimiento por parte del personal especializado. La segunda correa transporta el material pos chancado a nivel de superficie y finalmente, la tercera correa transporta el material por sobre el mar hacia la zona de carguío del barco.

Por último, se contempla en el proceso y layout general de disposición de equipos e instalaciones, un sistema de dosificación en el cual se agregan aditivos a la sal que será embarcada. Este sistema se constituye por estanques que están ubicados cerca de la costa, ya que es necesario utilizar bombas que extraen agua de mar y así se disminuyen los costos por concepto de piping.

Será necesario en una próxima etapa de ingeniería detallar dimensiones y disposiciones de equipos e instalaciones, además de evaluar la estimación de los resultados obtenidos en esta etapa de ingeniería conceptual. Además se deberá desarrollar con mayor detalle el sistema de manejo de material asociada a las correas transportadoras y así estimar la potencia necesaria para el funcionamiento del terminal portuario.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 11. ANEXOS

### 11.1 Infraestructura de Servicios

| ÍTEM | INFRAESTRUCTURA |
|---|---|
| 1 | Oficinas Administrativas |
| 2 | Comedores |
| 3 | Casas de Cambios |
| 4 | Taller de Mantención |
| 5 | Salas Eléctricas |
| 6 | Bodega de Repuestos |
| 7 | Laboratorio |
| 8 | Estación de Servicio de Combustible |
| 9 | Zona de Estacionamientos |
| 10 | Patio de Basuras |

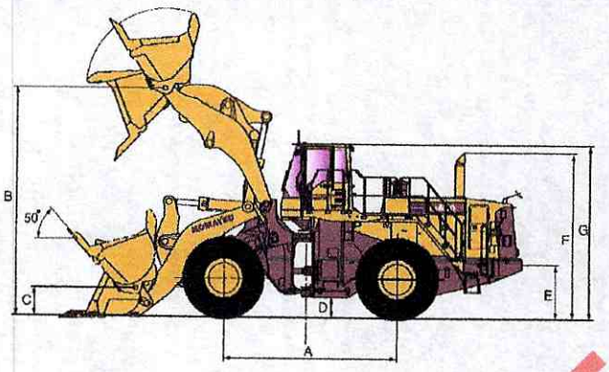
CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 11.2 Especificación Cargadores Frontales

### DIMENSIONS

**3990 mm 13'1" boom, 35/65-33-36PR(L-4) tires.**




| | | 3990 mm **13'1"** Boom |
|---|---|---|
| | Tread | 2650 mm **8'8"** |
| | Width over tires | 3540 mm **11'7"** |
| A | Wheelbase | 4500 mm **14'9"** |
| B | Hinge pin height, max. height | 5885 mm **19'4"** |
| C | Hinge pin height, carry position | 720 mm **2'4"** |
| D | Ground clearance | 525 mm **1'9"** |
| E | Hitch height | 1385 mm **4'7"** |
| F | Overall height, top of the stack | 4270 mm **14'0"** |
| G | Overall height, ROPS cab | 4460 mm **14'8"** |

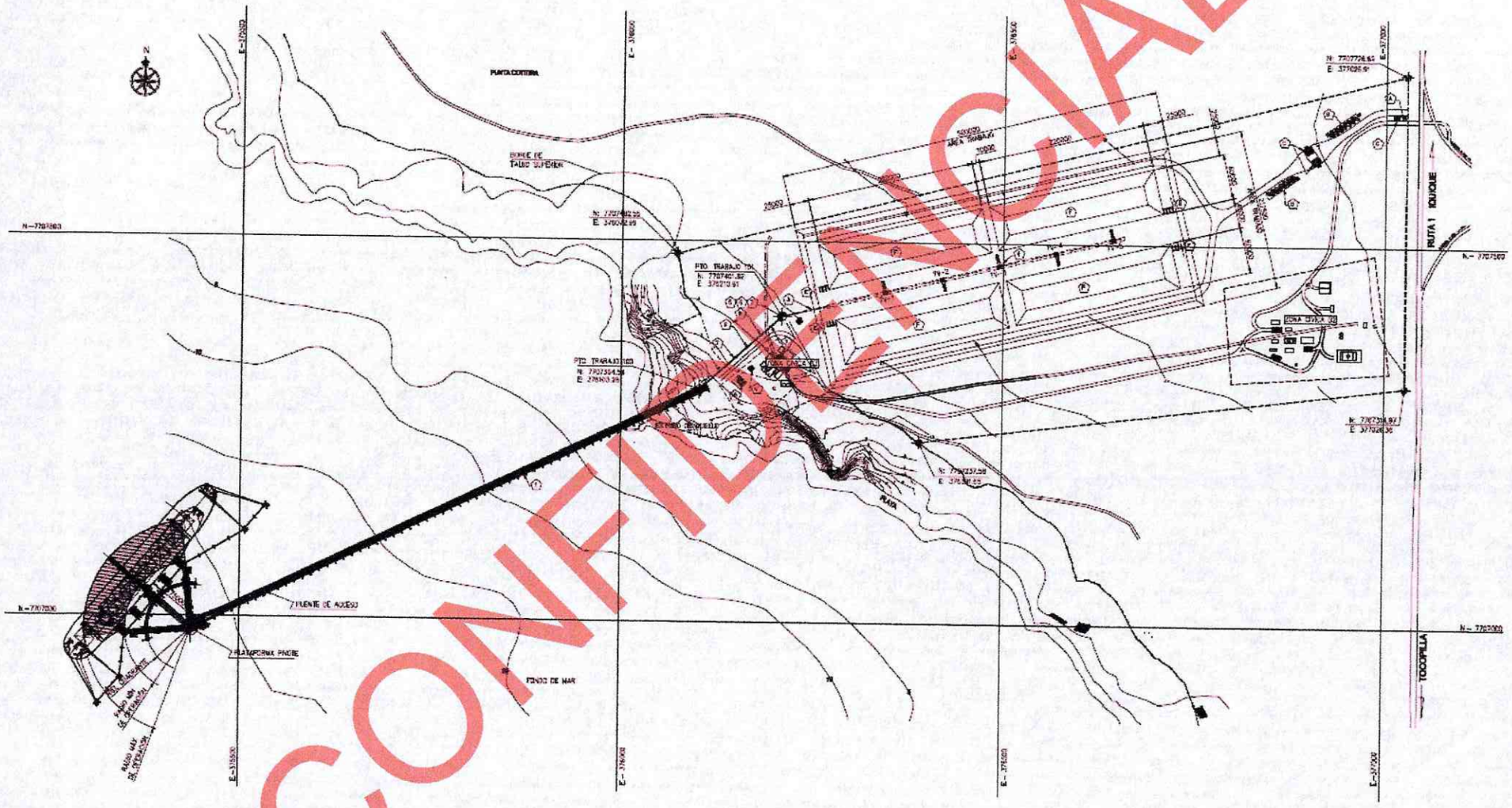
| | | Excavating Bucket Spade Nose Teeth and WSE*1 | Excavating Bucket Straight Edge Teeth and BSE*2 | Excavating Bucket Straight Edge BOCE | Stock Pile Bucket Spade Nose Teeth and WSE*1 |
|---|---|---|---|---|---|
| Bucket capacity | heaped | 6.4 m³ **8.4 yd³** | 6.5 m³ **8.5 yd³** | 6.5 m³ **8.5 yd³** | 7.0 m³ **9.2 yd³** |
| | struck | 5.3 m³ **6.9 yd³** | 5.4 m³ **7.1 yd³** | 5.4 m³ **7.1 yd³** | 5.8 m³ **7.6 yd³** |
| Bucket width | | 3685 mm **12'1"** | 3685 mm **12'1"** | 3685 mm **12'1"** | 3685 mm **12'1"** |
| Bucket weight | | 5115 kg **11,280 lb** | 5020 kg **11,070 lb** | 4745 kg **10,460 lb** | 5265 kg **11,610 lb** |
| Dumping clearance, max. height and 45° dump angle | | 3995 mm **13'1"** | 4180 mm **13'9"** | 4365 mm **14'4"** | 3945 mm **12'11"** |
| Reach at max. height and 45° dump angle | | 1800 mm **5'11"** | 1610 mm **5'3"** | 1460 mm **4'9"** | 1850 mm **6'1"** |
| Reach at 2130 mm (7') clearance and 45° dump angle | | 3015 mm **9'11"** | 2875 mm **9'5"** | 2765 mm **9'1"** | 3050 mm **10'0"** |
| Reach with arm horizontal and bucket level | | 4135 mm **13'7"** | 3870 mm **12'8"** | 3630 mm **11'11"** | 4205 mm **13'10"** |
| Operating height (fully raised) | | 7925 mm **26'0"** | 7925 mm **26'0"** | 7925 mm **26'0"** | 7995 mm **26'3"** |
| Overall length | | 11985 mm **39'4"** | 11725 mm **36'6"** | 11480 mm **37'8"** | 12055 mm **39'7"** |
| Loader clearance circle (bucket at carry, outside corner of bucket) | | 17000 mm **55'9"** | 17060 mm **56'0"** | 16900 mm **55'5"** | 17040 mm **55'11"** |
| Digging depth | 0° | 130 mm **5.1"** | 135 mm **5.3"** | 105 mm **4.1"** | 130 mm **5.1"** |
| | 10° | 515 mm **1'8"** | 480 mm **1'7"** | 410 mm **1'4"** | 530 mm **1'9"** |
| Static tipping load | straight | 36580 kg **80,645 lb** | 36960 kg **81,485 lb** | 36950 kg **81,455 lb** | 36440 kg **80,335 lb** |
| | 43° full turn | 30485 kg **67,200 lb** | 30865 kg **68,040 lb** | 30855 kg **68,020 lb** | 30345 kg **66,890 lb** |
| Breakout force | | 388 kN 39570 kgf **87,230 lb** | 448 kN 45685 kgf **100,720 lb** | 447 kN 45580 kgf **100,490 lb** | 375 kN 38240 kgf **84,300 lb** |
| Operating weight | | 53700 kg **118,385 lb** | 53600 kg **118,165 lb** | 53330 kg **117,575 lb** | 53840 kg **118,695 lb** |

All dimensions, weights, and performance values based on SAE J732c and J742b standards.
Static tipping load and operating weight shown include lubricant, coolant, full fuel tank, ROPS cab, and operator.

*1 Weld-on segment edges
*2 Bolt-on segment edges

CONFIDENCIAL

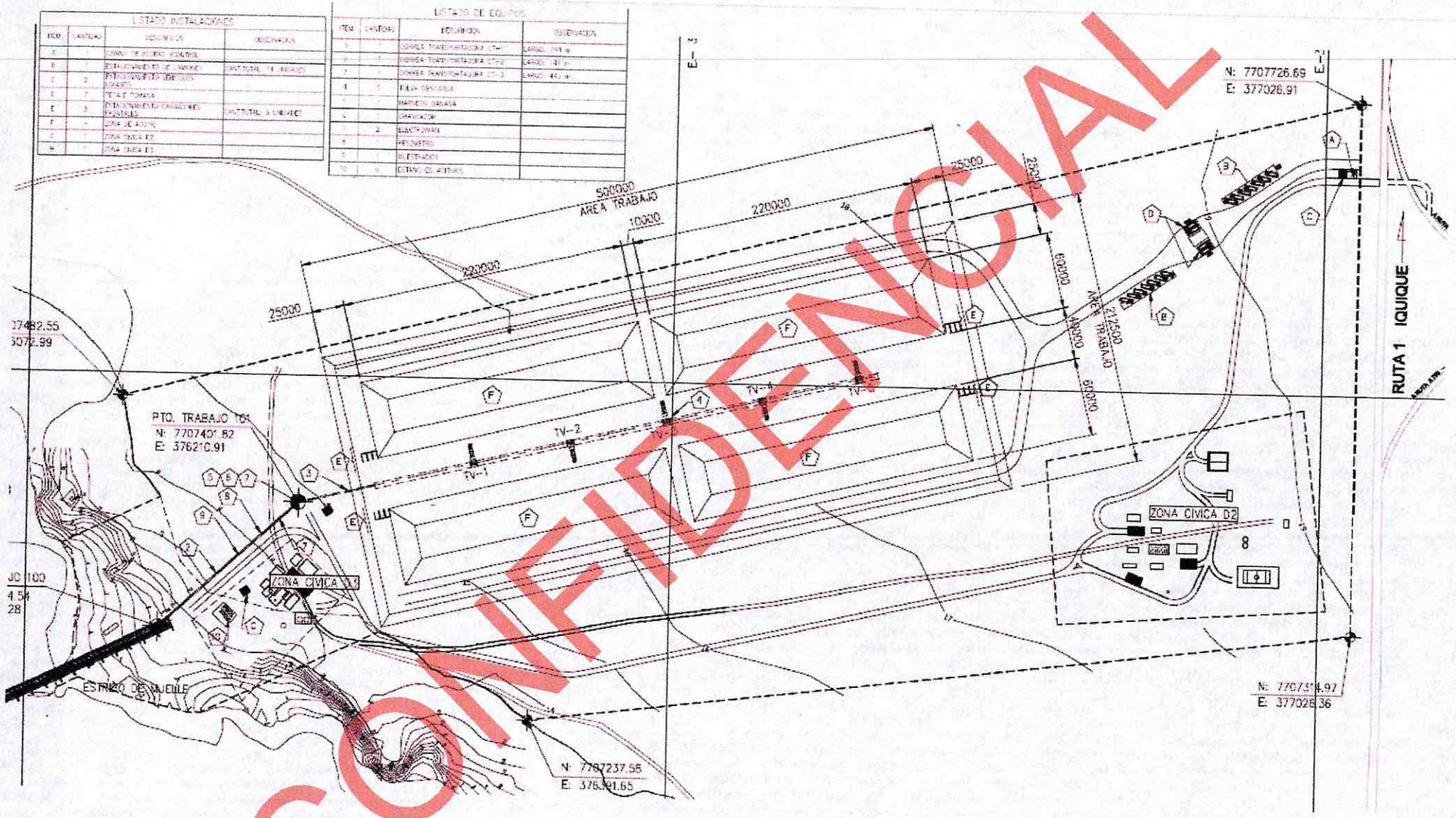
### 11.3 Layout General Proyecto Terminal Portuario




CONFIDENCIAL



0080000




CONFIDENCIAL



188000

NORTHPORT SPA

GERENCIA DE PROYECTOS

# "INGENERIA CONCEPTUAL PROYECTO PUERTO NORTHPORT"

CONFIDENCIAL

## DIAGRAMA DE QUIEBRE DEL PROYECTO (WBS)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 05/12/2014 | REVISION CLIENTE | S.FUENZALIDA | R.REYES | C.JOFRÉ | F. BOU |
| A | 05/12/2014 | REVISION INTERNA | S.FUENZALIDA | R.REYES | C.JOFRÉ | - |
| REV | FECHA | EMITIDO PARA | POR | REV. | APR. | APR. |
| FDA INGENIEROS | | | FDA INGENIEROS | | | NORTHPORT |
| | | | Nº FDA | 5000-10-IF-GL-004 | | Pág. 1 de 19 |
| | | | | | | REV. B |

FDA INGENIEROS

## INDICE


1. INTRODUCCIÓN ..... 4
2. ALCANCE ..... 4
3. OBJETIVO ..... 5
4. ANTECEDENTES ..... 5
   4.1 Documentos ..... 5
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 5
6. REQUERIMIENTOS GENERALES ..... 9
7. ESTRUCTURA DE QUIEBRE DEL PROYECTO ..... 9
   7.1 Obras Terrestres ..... 13
   7.1.1 Accesos ..... 13
   7.1.2 Pilas de Acopio ..... 13
   7.1.3 Túnel Acero Corrugado ..... 14
   7.1.4 Barrio Cívico ..... 14
   7.2 Obras Marítimas ..... 15
   7.2.1 Cabezo del muelle del Barco ..... 15
   7.2.2 Puente de Acceso ..... 15
   7.3 Sistema de Manejo de Material ..... 15
   7.3.1 Tolvas de Recepción ..... 16
   7.3.2 Correa 3 ..... 16
   7.3.3 Sistema de Harneado y Chancado ..... 17


CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS


7.3.4 Electroimán ..... 17

7.3.5 Pesómetro ..... 17

7.3.6 Muestrera ..... 18

7.3.7 Sistema de Dosificación ..... 18

7.3.8 Correa 2 ..... 19

7.3.9 Correa 1 ..... 19

7.3.10 Cargador de Barco ..... 19


CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 1. INTRODUCCIÓN

FDA Ingenieros ha sido contratada por Northport Spa para la realización de un Servicio de Ingeniería Multidisciplinaria a nivel de Ingeniería Conceptual para el desarrollo del terminal de Punta Cotitira en el sector de Caleta Patillos, Región de Tarapacá, el cual está planificado para la exportación de sal.

El proyecto considera la construcción y operación de un terminal marítimo para el carguío de naves con minerales de sal (sal de mina, sal gema o halita), en la forma de graneles, que permita operar buques de gran tonelaje, aproximadamente de 170.000 toneladas, para cubrir las necesidades de su transporte por vía marítima a los mercados mundiales.
El Terminal está diseñado para cargar hasta 4.500.000 de toneladas de mineral de sal por año, a una tasa de transferencia de carga de 2500 TPH. Se espera alcanzar este máximo de transferencia en un plazo de tres años desde la puesta en operación.

Se toman como base los estudios realizados por Baird & Associates S.A, los cuales definen la tasa de transferencia de carga considerando la disponibilidad climática, el volumen de material a exportar, el número de sitios de atraque y el límite operacional del remolcador.

## 2. ALCANCE

El Alcance del Proyecto considera el desarrollo, a nivel de Ingeniería Conceptual, del diseño del layout necesaria para una correcta operación del puerto de sal, además de definir el diseño del sistema de manejo de materiales para una correcta operación en el carguío de sal hacia los barcos. El objetivo de ultimo en esta etapa es poder identificar la estructura de quiebre (WBS) que debe seguir el proyecto, de forma de definir las área y sub áreas que deben considerase en la construcción del proyecto.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 3. OBJETIVO

El objetivo de este documento consiste en dar a conocer la estructura de quiebre del proyecto, describiendo en forma general las áreas en las que se desarrolla operacionalmente el complejo portuario.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 Documentos

Para la elaboración de este documento se consideran como antecedentes, la siguiente documentación:

- Estudio de Simulación Portuaria Terminal Punta Cotitira, Baird.
- Estudio de Respuesta de Buque Atracado y Estimación de Downtime Terminal Punta Cotitira, Baird.
- Ingeniería desarrollada por Erick Karstegl Cía Ltda, Proyecto Obras Marítimas.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto corresponde a un Terminal de Embarque de Graneles Minerales, donde sólo se tiene considerado el embarque de minerales de sal provenientes del cercano Salar Grande.

Entre las actividades a realizar dentro del proyecto, éste comprende:

- La construcción y operación de obras e infraestructura destinada a la recepción de minerales de Sal.
- El almacenamiento temporal del mineral en canchas de acopio.
- La molienda del mineral hasta la granulometría contratada.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

- Por último, el pesaje y carguío del mineral por intermedio de un sistema de correas transportadoras encapsuladas que corren sobre una galería metálica hasta una cinta final de traspaso al buque.

En el área marítima, las principales obras comprenden la construcción del muelle o puente por donde corre la cinta transportadora, el cabezo o plataforma de carga y los buques de alba (con sus bitas de amarre y defensas).

En el área terrestre, las principales obras comprenden la disposición general de las instalaciones y el diseño del sistema de manejo de material, esto es, la flota de camiones, la flota de cargadores, el sistema de almacenamiento y el transporte del mineral a través de correas transportadoras.

El proyecto se localiza en la Primer Región, Comuna de Iquique, en el sector de Punta Cotitira, que corresponde al costado norte de la Bahía de Patillos, aproximadamente a 56 [Km] al sur de Iquique. En la Figura 5-1 y en la Figura 5-2 se puede observar la ubicación del proyecto.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS




**Figura 5-1: Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

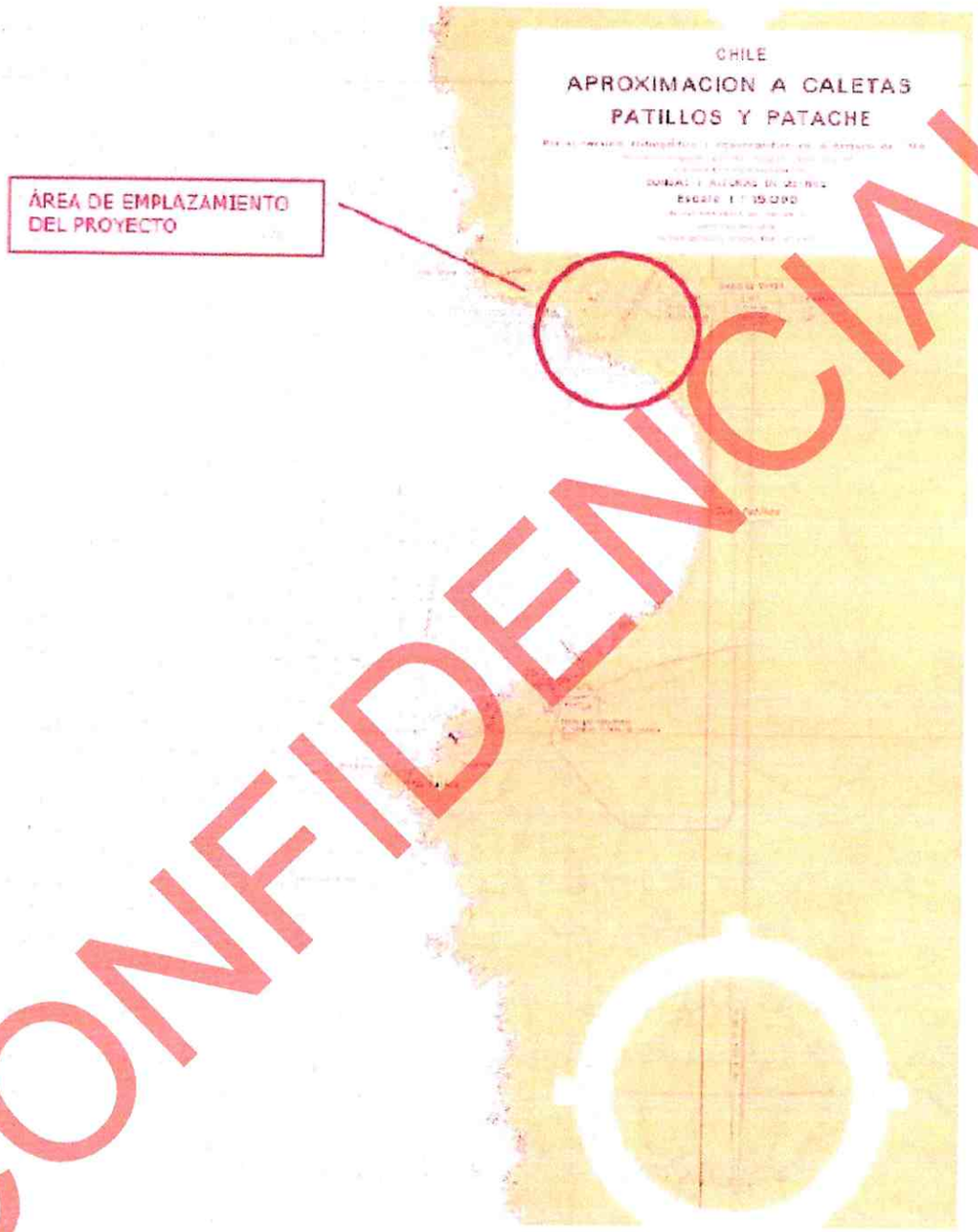



**Figura 5-2: Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 6. REQUERIMIENTOS GENERALES

El diseño del layout del puerto y del barrio cívico debe garantizar el cumplimiento de la necesidad de utilizar la menor cantidad de recursos y espacio dentro del área de proyecto. Además debe facilitar el transporte al interior del área de proyecto disminuyendo la cantidad de interferencias y evitando el retraso del proceso de carguío a los barcos.

Para el desarrollo de la presente Ingeniería Conceptual se tienen las siguientes consideraciones:

- Se considerará que la solución se limite a la superficie estipulada para el proyecto.
- Se requiere disponer de un camino perimetral que permita el acceso sin interferencias entre personas y equipos, y ubicado de forma que permita continuar el crecimiento modular a futuro.
- El nivel de producción anual corresponderá a 4.5 millones de toneladas por año.
- Respecto a las tasas efectivas de transferencia de carga, se establece que para obtener un nivel de producción de 4.5 millones de toneladas por año, se deben cargar 2500 TPH. Esta consideración es una variable que define la cantidad de cargadores, así como el diseño de las correas transportadoras de material.
- El requerimiento de *stockpile* corresponde a 500.000 toneladas para un nivel de producción de 4.5 millones de toneladas por año.

## 7. ESTRUCTURA DE QUIEBRE DEL PROYECTO

Para el desarrollo del Complejo Portuario, es necesario distinguir tres áreas/zonas en las cuales se realiza la ingeniería. Estas áreas se distinguen en la estructura de quiebre del proyecto, la cual se puede observar en la Tabla 7-1.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

**Tabla 7-1: Estructura de Quiebre del Proyecto**

| ESTRUCTURA DE QUIEBRE DEL PROYECTO (WBS) | |
|---|---|
| COMPLEJO PORTUARIO | |
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN |
| 1 | OBRAS TERRESTRES |
| 1.1 | Accesos |
| 1.1.1 | Caminos de Tránsito Interior |
| 1.1.2 | Segmentación Vial |
| 1.1.3 | Garita de Acceso y Control |
| 1.1.4 | Romanas en Acceso |
| 1.1.5 | Estacionamientos de Camiones |
| 1.1.6 | Estacionamiento de Vehículos Livianos |
| 1.2 | Pilas de Acopio |
| 1.2.1 | Movimientos de Tierra |
| 1.2.2 | Carpeta Geotextil |
| 1.2.3 | Capa de Sal Compactada en Suelo |
| 1.2.4 | Pilas de Acopio |
| 1.2.4.1 | Área de Acopio |
| 1.2.4.2 | Caminos de Acceso |
| 1.2.4.3 | Estacionamientos Cargadores Frontales |
| 1.2.4.4 | Zona de Trabajo |
| 1.3 | Túnel Acero Corrugado |
| 1.4 | Barrio Cívico |
| 1.4.1 | Oficinas Administrativas |
| 1.4.1.1 | Oficina Jefe Puerto |
| 1.4.1.2 | Oficina Jefe Mantención |
| 1.4.2 | Comedores |
| 1.4.3 | Casas de Cambios |
| 1.4.4 | Taller Mantención |
| 1.4.5 | Salas Eléctricas |
| 1.4.5.1 | Sala Eléctrica Principal |

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

| | |
|---|---|
| 1.4.5.2 | Sala Eléctrica Sistema Manejo de Materiales |
| 1.4.5.3 | Generadores de Emergencia |
| **1.4.6** | **Bodega de Repuesto** |
| **1.4.7** | **Laboratorio** |
| **1.4.8** | **Estación de Servicio Combustible** |
| **2** | **OBRAS MARÍTIMAS** |
| **2.1** | **Puente de Acceso** |
| **2.2** | **Cabezo Barco** |
| **3** | **SISTEMA DE MANEJO DE MATERIAL** |
| **3.1** | **Tolvas de Recepción** |
| **3.1.1** | **Estructura de Soporte** |
| **3.2** | **Correa 3** |
| **3.2.1** | **Polea de Cola** |
| **3.2.2** | **Mesas Típicas** |
| **3.2.3** | **Sistema Tensor** |
| 3.2.3.1 | Huinche |
| **3.2.4** | **Polea de Cabeza** |
| **3.2.5** | **Sistema Motriz** |
| **3.2.6** | **Cinta Transportadora** |
| **3.2.7** | **Guarderas** |
| **3.2.8** | **Sistema de Control** |
| **3.3** | **Sistema de Harneado y Chancado** |
| **3.3.1** | **Torre de Transferencia** |
| **3.3.2** | **Chutes Seleccionadores** |
| **3.3.3** | **Chancador** |
| **3.3.4** | **Harnero** |
| **3.4** | **Electroimán** |
| **3.5** | **Pesómetro** |
| **3.6** | **Muestrera** |
| **3.7** | **Sistema de Dosificación (Antiaglomerante)** |
| **3.7.1** | **Estanques de Almacenamiento** |

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

| | |
|---|---|
| 3.7.1.1 | Agitadores |
| **3.7.2** | **Piping** |
| 3.7.2.1 | Bombas |
| **3.8** | **Correa 2** |
| **3.8.1** | **Polea de Cola** |
| **3.8.2** | **Sistema Tensor** |
| 3.8.2.1 | Huinche |
| **3.8.3** | **Polea de Cabeza** |
| **3.8.4** | **Sistema Motriz** |
| **3.8.5** | **Cinta Transportadora** |
| **3.8.6** | **Guarderas** |
| **3.8.7** | **Sistema de Control** |
| **3.9** | **Correa 1** |
| **3.9.1** | **Polea de Cola** |
| **3.9.2** | **Galería Modular y Elevada** |
| **3.9.3** | **Sistema Tensor** |
| 3.9.3.1 | Huinche |
| **3.9.4** | **Polea de Cabeza** |
| **3.9.5** | **Sistema Motriz** |
| **3.9.6** | **Cinta Transportadora** |
| **3.9.7** | **Guarderas** |
| **3.9.8** | **Sistema de Control** |
| **3.10** | **Cargador de Barco** |
| **3.10.1** | **Chute cleveland** |
| 3.10.1.1 | Huinche |
| **3.10.2** | **Sistema de trimado** |
| 3.10.2.1 | Motoreductor |
| **3.10.3** | **Sistema de cuchara** |
| **3.10.4** | **Sistema de control** |
| **3.11** | **Sistema de Lavado** |

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

Todos los ítems propuesto en la estructura de quiebre del proyecto consideran provisión de materiales, equipos y herramientas y mano de obra necesaria para suministrar y construir.

Los ítems observados en la estructura de quiebre, se describen a continuación en forma general:

### 7.1 Obras Terrestres

Corresponde a todas las obras asociadas a la infraestructura en la zona terrestre. Esto es, el sector del Barrio Cívico, el sector de Acopio de Material y los Accesos para el transporte de vehículos, ya sea camiones o vehículos livianos.

#### 7.1.1 Accesos

Este ítem considera toda actividad que tenga relación con el acceso al terminal portuario. En este ítem se encuentran todos los caminos de tránsito interior para los vehículos livianos y los camiones que vienen con carga de material directo desde la mina. Se deben trazar los caminos desarrollados en el layout entregado por la ingeniería, ya que se definen tomando en cuenta la optimización del recorrido y la disminución de las posibles interferencias que puedan ocurrir en el proceso de descarga de material, esto es, demora en tiempo de descarga por parte de camión, giro de vehículos, tránsito en dos sentidos, etc. También este ítem considera los sistemas de control y de pesaje de los camiones al ingresar al área del puerto. Se consideran dos sistemas de pesajes para la entrada y dos para la salida, esto con el fin de disminuir la espera de los camiones que vienen detrás. Otra área que se incluye en este ítem son los estacionamientos para los vehículos livianos y para los camiones. Estos se concentrarán en la entrada al puerto.

#### 7.1.2 Pilas de Acopio

Las pilas de acopio corresponden al almacenamiento de material llevado por los camiones al puerto. Se distinguen cuatro pilas, las cuales se concentran en la mayor parte del área destinada para el proyecto.

CONFIDENCIAL

Este ítem incluye todos los movimientos de tierra necesarios para abarcar el área utilizada por las canchas de acopio de material, además de la incorporación de una carpeta geotextil dispuesta en la base del área de almacenamiento. Sobre esta capa geotextil adhiere una capa del mineral, en este caso sal, compactada al suelo. Es así, por lo tanto, como se conforma la base en donde las pilas de acopio se sostendrán.

Por otro lado, en este ítem también se considera la definición de la zona de trabajo por parte de la maquinaria necesaria para el trabajo de carga hacia el sistema de manejo de material. Las maquinarias a utilizar corresponden a cargadores frontales, destinados a la carga y descarga de material, y bulldozer, encargados de acopiar y acercar hacia los cargadores frontales el material. Se deben especificar los caminos para que la maquinaria pueda transitar sin intervenciones y optimizando el tiempo de carga, además de incorporar estacionamientos para éstos.

### 7.1.3 Túnel Acero Corrugado

Este ítem considera la instalación de un túnel de acero corrugado bajo el nivel de las pilas de acopio, el cual recubre a la correa transportadora número 3 que traslada el material proveniente de los cargadores frontales. Este túnel no se encuentra enterrado bajo el nivel del suelo, sino que se ubica sobre éste, siendo reforzado por sal compactada formando un terraplén en la superficie en el cual transitan las maquinarias y se ubican las pilas de acopio. Será necesario en una próxima etapa de ingeniería calcular las dimensiones del túnel y del material compactado destinado para el refuerzo.

### 7.1.4 Barrio Cívico

El barrio cívico incluye todas las instalaciones y edificios entre las que principalmente se encuentran:

- Oficinas Administrativas
- Comedores
- Casas de Cambio

CONFIDENCIAL

- Taller de Mantención
- Salas Eléctricas
- Bodega de Repuestos
- Laboratorio
- Estación de Servicio de Combustible

Se debe definir la ubicación final de la infraestructura, además de la dotación necesaria para operar dentro de éstas.

### 7.2 Obras Marítimas

Tiene relación con la infraestructura asociada al sector marítimo.

#### 7.2.1 Cabezo del muelle del Barco

Las actividades consideradas para este ítem corresponden a:

- Hincadura de pilotes
- Instalación vigas metálicas
- Hormigonado
- Instalación de escaleras

#### 7.2.2 Puente de Acceso

La construcción del puente de acceso considera las siguientes actividades:

- Fabricación de estructuras metálicas
- Hincadura de pilotes
- Montaje de vigas metálicas
- Montaje estructura metálica

### 7.3 Sistema de Manejo de Material

Obras correspondientes al proceso de transporte de material desde las tolvas de recepción hasta el cargador del barco

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 7.3.1 Tolvas de Recepción

Las tolvas de recepción corresponden a los buzones en donde se recibe el material cargado por lo cargadores frontales proveniente de las pilas de acopio. Además, la tolva de recepción tiene la función de depositar el material a la correa transportadora ubicada en el área de almacenamiento.

Para el proyecto se utilizarán cinco tolvas de recepción, las cuales estarán ubicadas equidistantes a lo largo del área de almacenamiento. Por otro lado, las tolvas van "enterradas" en el terreno compuesto por la sal compactada que recubre al túnel de acero corrugado. Por lo tanto, el cargador frontal no debe levantar la pala para depositar el material en la tolva, facilitando el proceso de descarga y disminuyendo los tiempos de operación.

Para la instalación de las tolvas de recepción se consideran las actividades refuerzo estructural, ya que estas irán, como ya se ha mencionado dentro de la sal compactada.

### 7.3.2 Correa 3

La correa Número 3 se denomina a la correa receptora del material depositado en las tolvas de recepción por los cargadores frontales. Se contempla la instalación de todos los componentes que conforman a la correas, estos componentes son:

- Polea de Cola
- Mesas Típicas
- Sistema Tensor
- Polea de Cabeza
- Sistema Motriz
- Cinta Transportadora
- Guarderas
- Sistema de Control

CONFIDENCIAL

La correa se elevará al final del recorrido para salir del túnel de acero corrugado y así llegar a la altura de los equipos dispuestos para el proceso de harneado y chancado. Esta elevación será aproximadamente de 8 metros.
Por otra parte, el sistema tensor de la correa se realizará mediante un huinche de tracción.

### 7.3.3 Sistema de Harneado y Chancado

El sistema de harneado y chancado se instalará al finalizar el recorrido de la correa N°3, en donde el material se diferenciará en fino o grueso (se estima que el 10% del material avanza hacia el chancador). Se considera en este ítem todas las actividades relacionadas con la instalación de esto equipos, además de las estructuras de soporte y torres de transferencias.
Se deberá confirmar en una próxima etapa de ingeniería las dimensiones estipuladas para los equipos.

### 7.3.4 Electroimán

Este ítem corresponde a un sistema de imán eléctrico con una cinta giratoria para retirar los metales adheridos del proceso.
Dentro del proyecto, el electroimán se situará antes y después del proceso de harneado y chancado, es decir en la correa N°3 y N°2 respectivamente.

### 7.3.5 Pesómetro

El pesómetro es una báscula de cinta (alto tonelaje), que contiene dos plataformas (mesas), las cuales cada una tiene dos celdas de carga de 2 Toneladas c/u. Tiene un tacómetro para determinar la velocidad y realizar el cálculo para definir el peso, pero si este falla no registra valores de peso (valor 0). Pueden obtenerse los datos a través de forma digital, en forma análoga y de la misma pantalla del equipo.
Este ítem también se incluye luego del proceso de harneado y chancado, en este caso se incorpora luego del electroimán.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 7.3.6 **Muestrera**

Es un sistema de retiro de muestra de material que funciona automáticamente controlado por un PLC. Este sistema está constituido por:

- Un cortador primario.
- Un harnero, quien deja caer el material a un buzón.
- Un cortador segundario, que va retirando un porcentaje del material.

El material que no es seleccionado vuelve al sistema a través de un elevador de capachos.

Este ítem es necesario, ya que para poder cargar al buque es necesario tener el material con las características estipuladas en el contrato de exportación. La muestrera se ubica en la correa N°2.

### 7.3.7 **Sistema de Dosificación**

El sistema de dosificación se compone por sistema de estanques, agitadores, bombas y cañerías.

Este consiste en la inyección de aditivos compuestos por una solución de ferrocianuro con agua de mar, los cuales deben ser inyectados a la mezcla de material que será cargada al buque.

El sistema consiste en la succión de agua de mar por medio de bombas que la guía hacia unos estanques donde se concentran los aditivos a inyectar. El proceso continúa con la acción de agitadores que mezclan la solución dentro de los estanques, los cuales son accionados mediante sistemas de control. Finalmente, la solución es inyectada a la mezcla de material a cargar.

Por motivos de disminución de interferencias y costos, las bombas y la línea de piping se deben ubicar lo más cerca del mar. Es por esto que en el layout los estanques se encuentran al finalizar el recorrido de la correa 2 cerca de la costa.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 7.3.8 **Correa 2**

La correa N°2 corresponde a la cinta que traslada el material que ha pasado por el proceso de harneado y chancado hasta la costa, en donde se traspasará el material a la correa N°1 que lo guía por sobre el mar.

En este ítem se considera la instalación de todos los componentes asociados a la correa transportadora, los cuales son los mencionados para la correa N°3, además de la definición de la zona de trabajo.

### 7.3.9 **Correa 1**

La correa N°1 corresponde a la cinta que transporta el material por sobre el mar, elevándose alrededor de 15 metros por sobre el nivel del mar. Los componentes a instalar son los mismo mencionados para las demás correas, sólo que en este caso las estructuras de soporte serán diseñadas para poder mantenerse en el terreno marítimo.

Por otro lado, el sistema motriz de la correa N°1 se ubicará en la costa y la correa deberá ir encapsulada, esto para evitar la pérdida de material por posibles derrames, ya sea por manejo de material o factores climáticos.

### 7.3.10 **Cargador de Barco**

Este ítem considera todas las actividades necesarias para la construcción del cargador del barco, el cual corresponde a la última etapa del proceso de carga del material.

El sistema está compuesto por un chute tipo Cleveland, sistema de trimado y una cuchara giratoria que permite cambiar la dirección del flujo durante el carguío.

CONFIDENCIAL

NORTHPORTH SPA

GERENCIA DE PROYECTOS

# "INGENERIA CONCEPTUAL PROYECTO PUERTO NORTHPORT"

CONFIDENCIAL

## MEMORIA DE CALCULO SISTEMA ELÉCTRICO PRINCIPAL

| REV | FECHA | EMITIDO PARA | POR | REV. | APR. | APR. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 24/12/2014 | REVISION CLIENTE | C.MEDINA | R.RIFFO | C.JOFRÉ | F. BOU |
| A | 22/12/2014 | REVISION INTERNA | C.MEDINA | R.RIFFO | C.JOFRÉ | - |

FDA INGENIEROS

INDICE

1. INTRODUCCIÓN ..... 3
2. ALCANCE ..... 3
3. OBJETIVO ..... 4
4. ANTECEDENTES ..... 5
4.1 Documentos ..... 5
4.2 Normas y Códigos ..... 5
4.3 Literatura ..... 6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 7
6. ESQUEMA EXPLICATIVO ..... 10
7. CALCULO DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES ..... 12
7.1 Cargas en Media Tensión ..... 12
7.2 Cargas en Baja Tensión ..... 13
8. CALCULO DE TRANSFORMADORES ..... 15
8.1 Transformador Zona Cívica D2 ..... 15
8.2 Transformador Zona Cívica D3 y cargas en Baja Tensión ..... 15
8.3 Transformador Media Tensión ..... 16
9. CALCULO DE POSTACIÓN DE MEDIA TENSIÓN ..... 17
10. INSTALACIONES ELÉCTRICAS ..... 17
10.1 Zona Cívica D2 ..... 17
10.2 Zona Cívica D3 ..... 17
11. Centro de Control de Motores de Baja Tensión ..... 17

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 1. INTRODUCCIÓN

FDA Ingenieros ha sido contratada por Northport Spa para la realización de un Servicio de Ingeniería Multidisciplinaria a nivel de Ingeniería Conceptual para el desarrollo del terminal de Punta Cotitira en el sector de Caleta Patillos, Región de Tarapacá, el cual está planificado para la exportación de sal.

El proyecto considera la construcción y operación de un terminal marítimo para el carguío de naves con minerales de sal (sal de mina, sal gema o halita), en la forma de graneles, que permita operar buques de gran tonelaje, aproximadamente de 170.000 toneladas, para cubrir las necesidades de su transporte por vía marítima a los mercados mundiales.
El Terminal está diseñado para cargar hasta 4.500.000 de toneladas de mineral de sal por año, a una tasa de transferencia de carga de 2500 TPH. Se espera alcanzar este máximo de transferencia en un plazo de tres años desde la puesta en operación.

Se toman como base los estudios realizados por Baird & Associates S.A, los cuales definen la tasa de transferencia de carga considerando la disponibilidad climática, el volumen de material a exportar, el número de sitios de atraque y el límite operacional del remolcador.

## 2. ALCANCE

El Alcance del Proyecto considera el desarrollo, a nivel de Ingeniería Conceptual, del diseño del layout necesaria para una correcta operación del puerto de sal, además de definir el diseño del sistema de manejo de materiales para una correcta operación en el carguío de sal hacia los barcos. El objetivo de ultimo en esta etapa es poder identificar la estructura de quiebre (WBS) que debe seguir el proyecto, de forma de definir las área y sub áreas que deben considerase en la construcción del proyecto.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 3. OBJETIVO

Los objetivos específicos son los siguientes:

- De acuerdo a los consumos definir el número de circuitos que se utilizarán para la energización del sistema.
- Definir trazados para la alimentación de los diferentes consumos, asegurando mantenibilidad y eficiencia.
- Definir la protección que debe llevar cada circuito, además definir la protección general del tablero en caso de que sea proyectado en la ingeniería.
- Definir Calibre de alimentación de modo que la caída de tensión sea menor al 3% del voltaje de alimentación en Baja Tensión y 6% en Media Tensión
- Definir un tipo de canalización que cumpla con las normas de seguridad y el porcentaje a ocupar por los cables de acuerdo a la cantidad y calibre de éstos.
- Definir dimensión de los transformadores a proyectar.
- Definir postación para línea de Media Tensión proyectada
- Definir instalaciones eléctricas en cada una de las zonas

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 Documentos

Para la elaboración de este documento se consideran como antecedentes, la siguiente documentación:

- Estudio de Simulación Portuaria Terminal Punta Cotitira, Baird.
- Estudio de Respuesta de Buque Atracado y Estimación de Downtime Terminal Punta Cotitira, Baird.
- Ingeniería desarrollada por Erick Karstegl Cía Ltda, Proyecto Obras Marítimas.
- 5000-10-IF-ME-001 – Informe General de Diseño
- 5000-10-PL-ME-001 al 5000-10-PL-ME-006 – Planos Layout de Puerto 1 al 6.

### 4.2 Normas y Códigos

| | |
|---|---|
| ACGIH | American Conference of Governmental Industrial Hygienists |
| AFBMA | Anti-Friction Bearing Manufacturers Association |
| AGMA | American Gear Manufacturers Association |
| AISC | American Institute of Steel Construction |
| AISI | American Iron and Steel Institute |
| ANSI | American National Standards Institute |
| ASME | American Society of Mechanical Engineers |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| AWS | American Welding Society |
| CEMA | Conveyor Equipment Manufacturers Association - Belt Conveyors for Bulk Materials |
| EPA | Environmental Protection Agency |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronic Engineers |
| HMI | Hoist Manufacturers Institute |
| ISA | Instrument Society of America |
| ISO | 14.000 Normas Ambientales Internacionales |

CONFIDENCIAL

| | |
|---|---|
| MHI | Material Handling Institute |
| MPTA | Mechanical Power Transmission Association |
| MSHA | Mine Safety and Health Administration |
| NEC | National Electric Code |
| NEMA | National Electrical Manufacturer's Association |
| OSHA | Occupational Safety and Health Administration |
| RMA | Rubber Manufacturers Association |
| SAE | Society of Automotive Engineers |
| SSPC | Structural Steel Painting Council |
| UL | Underwriters Laboratories |

Norma Chilena:

- NCh 1916 Prevención de incendios en edificios.
- NCh 2369 Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales

### 4.3 Literatura

[1] "Belt Conveyors for Bulk Materials", Fifth Edition, July 2012, Converyor Equipment Manufacturers Association (CEMA).

[2] Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett, Octava Edición, MCGraw Hill, 2008.

[3] Powders and Bulk Solids, D Schulze, First Edition, Springer.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto corresponde a un Terminal de Embarque de Graneles Minerales, donde sólo se tiene considerado el embarque de minerales de sal provenientes del cercano Salar Grande.

Entre las actividades a realizar dentro del proyecto, éste comprende:

- La construcción y operación de obras e infraestructura destinada a la recepción de minerales de Sal.
- El almacenamiento temporal del mineral en canchas de acopio.
- La molienda del mineral hasta la granulometría contratada.
- Por último, el pesaje y carguío del mineral por intermedio de un sistema de correas transportadoras encapsuladas que corren sobre una galería metálica hasta una cinta final de traspaso al buque.

En el área marítima, las principales obras comprenden la construcción del muelle o puente por donde corre la cinta transportadora, el cabezo o plataforma de carga y los buques de alba (con sus bitas de amarre y defensas).

En el área terrestre, las principales obras comprenden la disposición general de las instalaciones y el diseño del sistema de manejo de material, esto es, la flota de camiones, la flota de cargadores, el sistema de almacenamiento y el transporte del mineral a través de correas transportadoras.

El proyecto se localiza en la Primer Región, Comuna de Iquique, en el sector de Punta Cotitira, que corresponde al costado norte de la Bahía de Patillos, aproximadamente a 56 [Km] al sur de Iquique. En la Figura 5-1 y en la Figura 5-2 se puede observar la ubicación del proyecto.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS




**Figura 5-1: Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL

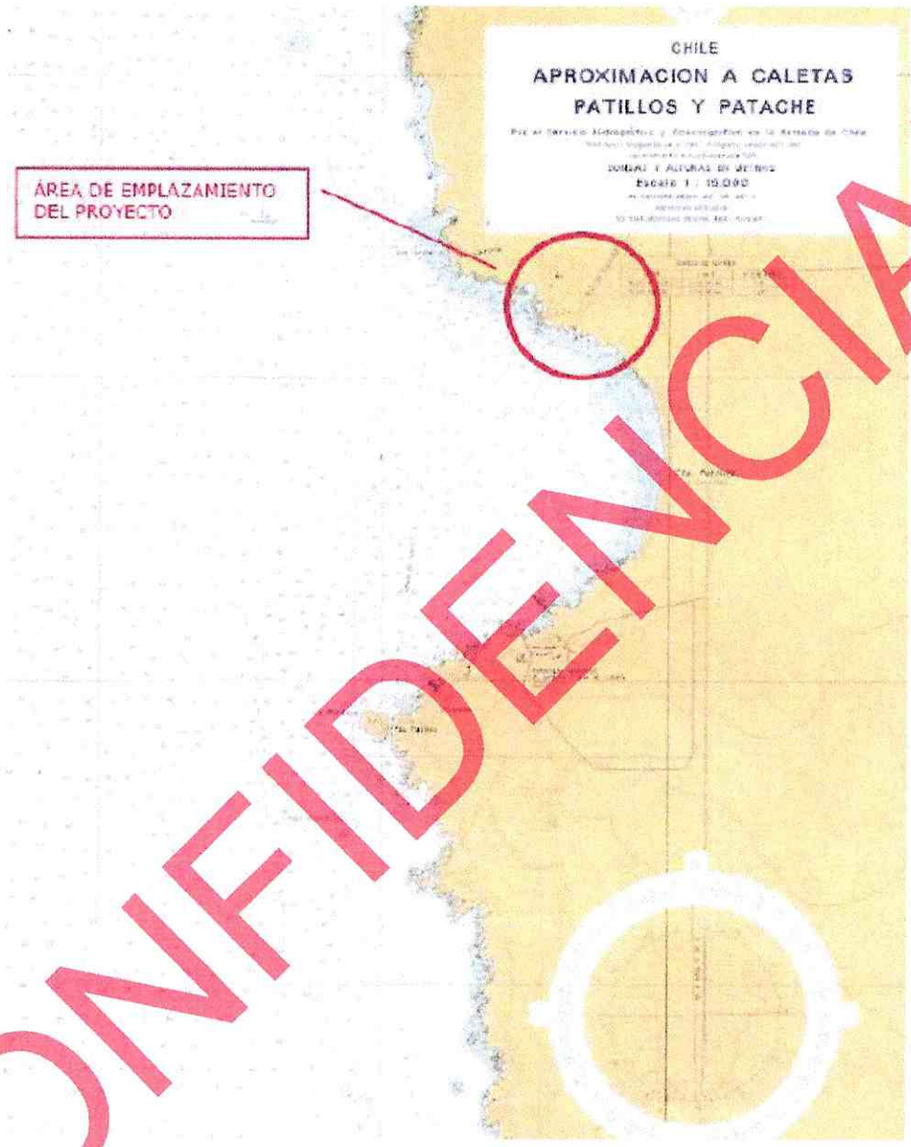



**Figura 5-2: Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL

## 6. ESQUEMA EXPLICATIVO

El sistema eléctrico comenzará con el empalme a la línea de 13,2 kV, proyectando una línea de 13,2 kV adicional que va desde el punto del empalme a la Zona Cívica D3.

En la Zona Cívica D2 se proyectan cargas en Baja Tensión (Oficinas y Alumbrado), por lo tanto, se proyecta la instalación de un transformador tipo mochila con relación 13,2/0,4 kV ubicado en unos de los postes que conectará, desde el lado secundario, hacia un Tablero General de Fuerza y Alumbrado que alimentará las cargas mencionadas.

En la Zona Cívica D3 se proyectan cargas en Baja Tensión (Motores, Oficinas y Alumbrado) y en Media Tensión (Motores), por lo tanto, se proyectarán dos transformadores. Uno de los transformadores será una Subestación Unitaria con relación 13,2/0,4 kV ubicado a un costado de la Sala Eléctrica que conectará, desde el lado secundario, hacia un CCM de Baja Tensión que alimentará los motores en BT. Además, desde el CCM BT se alimentará un Tablero General de Fuerza y Alumbrado que conectará las cargas de las oficinas y alumbrado de esta zona. El segundo transformador será una Subestación Unitaria con relación 13,2/4,16 kV ubicado a un costado de la Sala Eléctrica que conectará, desde el lado secundario, hacia un CCM de Media Tensión que alimentará los motores en MT.

Lo explicado anteriormente se muestra en la figura de la siguiente figura.

CONFIDENCIAL



0006918

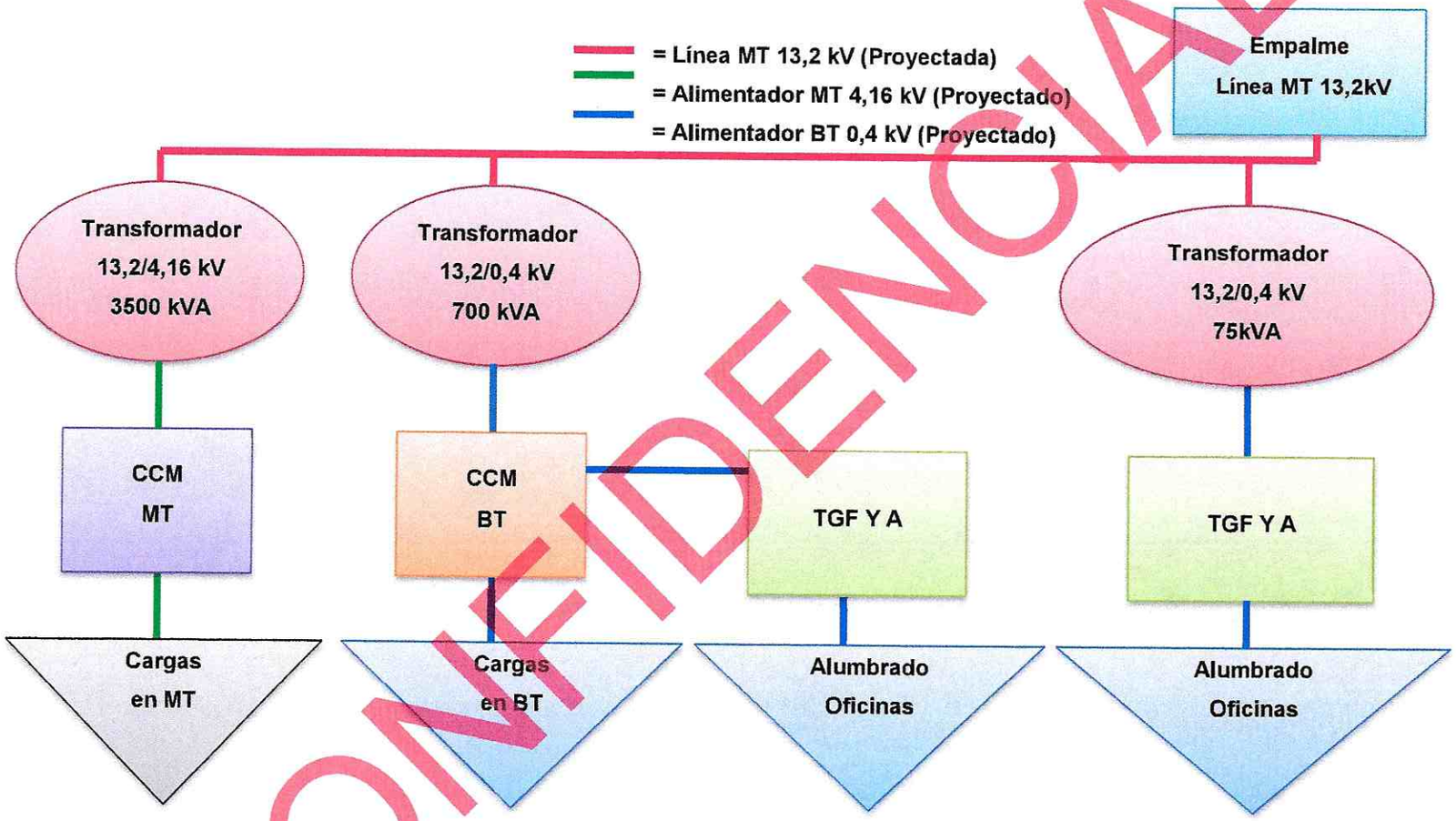



**Figura 6-1, esquema del sistema eléctrico.**

CONFIDENCIAL



0006911

FDA INGENIEROS

## 7. CALCULO DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES

### 7.1 Cargas en Media Tensión

En la tabla siguiente se muestran las características de las cargas que se deberán alimentar en Media Tensión.

**Tabla 1: Características de las Cargas**

| Características de las Cargas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carga | Pot. Mec. (kW) | Rend | Pot. Eléct. (kW) | Potencia (kVA) | Voltaje (V) | Corriente (A) | Largo (m) | Protección Automático |
| Alimentador principal | - | 100% | 2734,7 | 3038,5 | 4160 | 421,7 | 20 | 600 A |
| Motor Correa N° 1 | 745 | 90% | 827,8 | 973,9 | 4160 | 135,2 | 100 | 200 A |
| Motor Correa N° 2 | 745 | 90% | 827,8 | 973,9 | 4160 | 135,2 | 100 | 200 A |
| Motor Correa N° 3 | 834 | 90% | 927,1 | 1090,7 | 4160 | 151,4 | 100 | 200 A |

A continuación se detallan las características de los alimentadores de las cargas proyectadas en Media Tensión

**Tabla 2: Características de los Alimentadores**

| Características de los Alimentadores | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carga | Conductor | | | | Canalización | | Caída de Voltaje |
| | Sección AWG | Aislación | Chaqueta | Ampacidad | Tipo | Sección | |
| Alimentador principal | 2X4/0 | XLPE-TR | EVA | 670 | C.A.G | 2X3" | 0,04% |
| Motor Correa N° 1 | 1/0 | XLPE-TR | EVA | 215 | C.A.G | 2" | 0,26% |
| Motor Correa N° 2 | 1/0 | XLPE-TR | EVA | 215 | C.A.G | 2" | 0,26% |
| Motor Correa N° 3 | 1/0 | XLPE-TR | EVA | 215 | C.A.G | 2" | 0,29% |

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 7.2 Cargas en Baja Tensión

En la tabla siguiente se muestran las características de las cargas que se deberán alimentar en Baja Tensión.

**Tabla 3: Características de las Cargas**

| Características de las Cargas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Carga** | **Cant.** | **Pot. Mec. (kW)** | **Rend** | **Pot. Eléct. (kW)** | **Potencia (kVA)** | **Voltaje (V)** | **Corriente (A)** | **Protección Automático** |
| Alimentador principal | | - | 100% | 490 | 576,47 | 380 | 875,9 | 1250 A |
| Harnero Vibratorio | 1 | 30 | 90% | 33,3 | 39,2 | 380 | 59,6 | 80 A |
| Chanchador | 1 | 160,5 | 90% | 178,3 | 209,8 | 380 | 318,8 | 400 A |
| Electroimán | 2 | 22,5 | 90% | 25 | 29,4 | 380 | 44,7 | 63 A |
| Pesómetro | 1 | 3,75 | 90% | 4,2 | 4,9 | 380 | 7,5 | 10 A |
| Muestrera | 1 | 3,75 | 90% | 4,2 | 4,9 | 220 | 22,3 | 32 A |
| Huinche tensor | 3 | 7,5 | 90% | 8,3 | 9,8 | 380 | 14,9 | 20 A |
| Motor de agitadores | 5 | 7,5 | 90% | 8,3 | 9,8 | 380 | 14,9 | 20 A |
| Motor de bomba de homogenización | 5 | 0,75 | 90% | 0,8 | 1 | 380 | 1,5 | 2 A |
| Motor de bombas de aditivos | 5 | 1,75 | 90% | 1,9 | 2,3 | 380 | 3,5 | 6 A |
| Motor de bombas agua de mar | 4 | 15 | 90% | 16,7 | 19,6 | 380 | 29,8 | 40 A |
| Motor bomba dosificadora 13 | 1 | 0,75 | 90% | 0,8 | 1 | 380 | 1,5 | 2 A |
| Alimentación TGF y A | 1 | - | 100% | 67,5 | 75 | 380 | 114 | 160 A |

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

A continuación se detallan las características de los alimentadores de las cargas proyectadas en Baja Tensión.

**Tabla 4: Características de los Alimentadores**

| Características de los Alimentadores | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carga | Conductor | | | | Canalización | | Caída de Voltaje |
| | Sección AWG | Aislación | Chaqueta | Ampacidad | Tipo | Sección | |
| Alimentador principal | 4x300MCM | XLPE | EVA | 1280 | C.A.G | 4x4" | 0,34% |
| Harnero Vibratorio | 4 | XLPE | EVA | 95 | C.A.G | 1 ½" | 1,58% |
| Chanchador | 2x4/0 | XLPE | EVA | 520 | C.A.G | 4" | 0,84% |
| Electroimán | 6 | XLPE | EVA | 75 | C.A.G | 1 ½" | 1,89% |
| Pesómetro | 12 | XLPE | EVA | 30 | C.A.G | 3/4" | 1,27% |
| Muestrera | 8 | XLPE | EVA | 55 | C.A.G | 1" | 2,99% |
| Huinche tensor | 12 | XLPE | EVA | 30 | C.A.G | 3/4" | 2,53% |
| Motor de agitadores | 12 | XLPE | EVA | 30 | C.A.G | 3/4" | 2,53% |
| Motor de bomba de homogenización | 12 | XLPE | EVA | 30 | C.A.G | 3/4" | 0,25% |
| Motor de bombas de aditivos | 12 | XLPE | EVA | 30 | C.A.G | 3/4" | 0,59% |
| Motor de bombas agua de mar | 8 | XLPE | EVA | 30 | C.A.G | 1" | 2,00% |
| Motor bomba dosificadora 13 | 12 | XLPE | EVA | 30 | C.A.G | 3/4" | 0,25% |
| Alimentación TGF y A | 1/0 | XLPE | EVA | 170 | C.A.G | 2" | 1,20% |

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 8. CALCULO DE TRANSFORMADORES

### 8.1 Transformador Zona Cívica D2

A continuación, se presenta una tabla con las cargas que serán alimentadas desde el transformador en la Zona Cívica D2.

**Tabla 5: Características de las Cargas**

| Carga | Cant. | Potencia Unidad (KVA) | Potencia Total (kVA) |
|---|---|---|---|
| Alimentación TGF y A | 1 | 75 | 75 |
| **Potencia Total** | | | **75** |

Para esta carga, se considera la instalación de un transformador con las siguientes características:

**Tabla 6: Características del transformador**

| Transformador Tipo | Cantidad | Potencia transformador (kVA) | Razón de transformación |
|---|---|---|---|
| Mochila | 1 | 75 | 13,2/0,4 kV |

### 8.2 Transformador Zona Cívica D3 y cargas en Baja Tensión

A continuación, se presenta una tabla con las cargas que serán alimentadas desde el transformador hacia la Zona Cívica D3 y cargas en Baja Tensión.

**Tabla 7: Características de las Cargas**

| Carga | Cant. | Potencia Unidad (KVA) | Potencia Total (kVA) |
|---|---|---|---|
| Harnero Vibratorio | 1 | 39,2 | 39,2 |
| Chanchador | 1 | 209,8 | 209,8 |
| Electroimán | 2 | 29,4 | 58.8 |
| Pesómetro | 1 | 4,9 | 4,9 |
| Muestrera | 1 | 4,9 | 4,9 |
| Huinche tensor | 3 | 9,8 | 29,4 |

CONFIDENCIAL

| Carga | Cant. | Potencia Unidad (KVA) | Potencia Total (kVA) |
|---|---|---|---|
| Motor de agitadores | 5 | 9,8 | 49 |
| Motor de bomba de homogenización | 5 | 1 | 5 |
| Motor de bombas de aditivos | 5 | 2,3 | 11,5 |
| Motor de bombas agua de mar | 4 | 19,6 | 78,4 |
| Motor bomba dosificadora 13 | 1 | 1 | 1 |
| Alimentación TGF y A | 1 | 75 | 75 |
| **Potencia Total** | | | **577** |

Para esta carga, se considera la instalación de un transformador con las siguientes características:

**Tabla 8: Características del transformador**

| Transformador Tipo | Cantidad | Potencia transformador (kVA) | Razón de transformación |
|---|---|---|---|
| Subestación Unitaria | 1 | 700 | 13,2/0,4 kV |

## 8.3 Transformador Media Tensión

A continuación, se presenta una tabla con las cargas que serán alimentadas desde el transformador en Media Tensión.

**Tabla 9: Características de las Cargas**

| Carga | Cant. | Potencia Unidad (KVA) | Potencia Total (kVA) |
|---|---|---|---|
| Motor Correa N° 1 | 1 | 973,9 | 973,9 |
| Motor Correa N° 2 | 1 | 973,9 | 973,9 |
| Motor Correa N° 3 | 1 | 1090,7 | 1090,7 |
| **Potencia Total** | | | **3039** |

Para esta carga, se considera la instalación de un transformador con las siguientes características:

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

**Tabla 10: Características del transformador**

| Transformador Tipo | Cantidad | Potencia transformador (kVA) | Razón de transformación |
|---|---|---|---|
| Subestación Unitaria | 1 | 3500 | 13,2/4,16 kV |

## 9. CALCULO DE POSTACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Para la alimentación de las cargas proyectadas, se considera la realización de una postación en Media Tensión desde el empalme de la empresa distribuidora en 13,2 kV alimentando el transformador tipo mochila ubicado en la Zona Cívica D2 con secundario 0,4 kV, y las subestaciones unitarias de 700 kVA con secundario a 0,4 kV, y 3500 kVA con secundario a 4,16 kV. La cantidad de postes a instalar son los siguientes:

**Tabla 11: Características de la línea de MT proyectada**

| Postación | Cantidad | Potencia total a alimentar (kVA) | Conductor Media Tensión 13,2 kV | Largo (m) |
|---|---|---|---|---|
| Hormigón 10 metros | 23 | 4275 | 2/0 AWG Cobre XAT | 1500 |

## 10. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### 10.1 Zona Cívica D2

La Zona Cívica D2 tendrá los siguientes elementos:

- Tablero general de fuerza y alumbrado

### 10.2 Zona Cívica D3

La Zona Cívica D3 tendrá los siguientes elementos:

- Sala Eléctrica, dentro de ella se encuentran los siguientes elementos
  - Tablero General de Fuerza y Alumbrado
  - Centro de Control de Motores de Media Tensión
  - Centro de Control de Motores de Baja Tensión

CONFIDENCIAL

000918

**NORTHPORTH SPA**

**GERENCIA DE PROYECTOS**

---

# "INGENERÍA CONCEPTUAL PROYECTO PUERTO NORTHPORT"

CONFIDENCIAL

## MEMORIA DE CÁLCULO

## DISEÑO ESTRUCTURAL GALERÍA CORREAS TRANSPORTADORAS

| REV | FECHA | EMITIDO PARA | POR | REV. | APR. | APR. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 24/12/2014 | REVISIÓN CLIENTE | N. VELÁSQUEZ | N. VALDIVIA | C.JOFRÉ | F. BOU |
| A | 23/12/2014 | REVISIÓN INTERNA | N. VELÁSQUEZ | N. VALDIVIA | C.JOFRÉ | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| FDA INGENIEROS | | FDA INGENIEROS | NORTHPORT |
| | N° FDA | 5000-10-MC-ES-001 | Pág. 1 de 29 |
| | | | REV. A |

FDA INGENIEROS

## INDICE


1 INTRODUCCIÓN ..... 4

1.1 Alcance ..... 4

1.2 Descripción del Proyecto ..... 5

1.3 Objetivo ..... 8

2 BASES DE CALCULO ..... 8

2.1 Normas y Códigos ..... 8

2.1.1 Normativa Nacional ..... 8

2.1.2 Normativa Extranjera ..... 8

2.2 Materiales ..... 9

2.2.1 Acero Estructural calidad ASTM A-36 ..... 9

2.2.2 Pernos de conexión alta resistencia ASTM A325 ..... 9

2.2.3 Soldadura electrodo E70XX ..... 9

2.3 Cargas de Diseño ..... 9

2.3.1 Carga Permanente (D) ..... 9

2.3.2 Sobrecarga de Techo (Lr) ..... 10

2.3.3 Sobrecarga de Uso (L) ..... 10

2.3.4 Sismo (E) ..... 10

2.3.5 Viento (W) ..... 11

2.3.6 Temperatura (T) ..... 11

2.4 Combinaciones de Carga ..... 11


CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

2.5 Deformaciones ..... 12
2.6 Espesores ..... 12
3 GALERÍA ..... 13
3.1 Disposición General ..... 13
3.2 Metodología ..... 16
3.3 Modelación ..... 16
3.4 Cargas de Diseño ..... 16
3.5 Perfiles Utilizados ..... 23
3.6 Esfuerzos ..... 26
3.7 Análisis de Deformaciones ..... 27
3.8 Verificación de Esbelteces ..... 27
3.8.1 Esbelteces Globales ..... 27
3.8.2 Esbelteces Locales ..... 28
4 CONCLUSIONES ..... 29

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

# 1 INTRODUCCIÓN

FDA Ingenieros ha sido contratada por Northport Spa para la realización de un Servicio de Ingeniería Multidisciplinaria a nivel de Ingeniería Conceptual para el desarrollo del terminal de Punta Cotitira en el sector de Caleta Patillos, Región de Tarapacá, el cual está planificado para la exportación de sal.

El proyecto considera la construcción y operación de un terminal marítimo para el carguío de naves con minerales de sal (sal de mina, sal gema o halita), en la forma de graneles, que permita operar buques de gran tonelaje, aproximadamente de 170.000 toneladas, para cubrir las necesidades de su transporte por vía marítima a los mercados mundiales.

El Terminal está diseñado para cargar hasta 4.500.000 de toneladas de mineral de sal por año, a una tasa de transferencia de carga de 2500 TPH. Se espera alcanzar este máximo de transferencia en un plazo de tres años desde la puesta en operación.

Se toman como base los estudios realizados por Baird & Associates S.A, los cuales definen la tasa de transferencia de carga considerando la disponibilidad climática, el volumen de material a exportar, el número de sitios de atraque y el límite operacional del remolcador.

## 1.1 Alcance

El Alcance del Proyecto considera el desarrollo, a nivel de Ingeniería Conceptual, del diseño del layout necesaria para una correcta operación del puerto de sal, además de definir el diseño del sistema de manejo de materiales para una correcta operación en el carguío de sal hacia los barcos. El objetivo de ultimo en esta etapa es poder identificar la estructura de quiebre (WBS) que debe seguir el proyecto, de forma de definir las área y sub áreas que deben considerase en la construcción del proyecto.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 1.2 Descripción del Proyecto

El proyecto corresponde a un Terminal de Embarque de Graneles Minerales, donde sólo se tiene considerado el embarque de minerales de sal provenientes del cercano Salar Grande.

Entre las actividades a realizar dentro del proyecto, éste comprende:

- La construcción y operación de obras e infraestructura destinada a la recepción de minerales de Sal.
- El almacenamiento temporal del mineral en canchas de acopio.
- La molienda del mineral hasta la granulometría contratada.
- Por último, el pesaje y carguío del mineral por intermedio de un sistema de correas transportadoras encapsuladas que corren sobre una galería metálica hasta una cinta final de traspaso al buque.

En el área marítima, las principales obras comprenden la construcción del muelle o puente por donde corre la cinta transportadora, el cabezo o plataforma de carga y los buques de alba (con sus bitas de amarre y defensas).

En el área terrestre, las principales obras comprenden la disposición general de las instalaciones y el diseño del sistema de manejo de material, esto es, la flota de camiones, la flota de cargadores, el sistema de almacenamiento y el transporte del mineral a través de correas transportadoras.

El proyecto se localiza en la Primer Región, Comuna de Iquique, en el sector de Punta Cotitira, que corresponde al costado norte de la Bahía de Patillos, aproximadamente a 56 [Km] al sur de Iquique. En la Figura 1-1 y en la Figura 1-2 se puede observar la ubicación del proyecto.

CONFIDENCIAL




**Figura 1-1. Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL

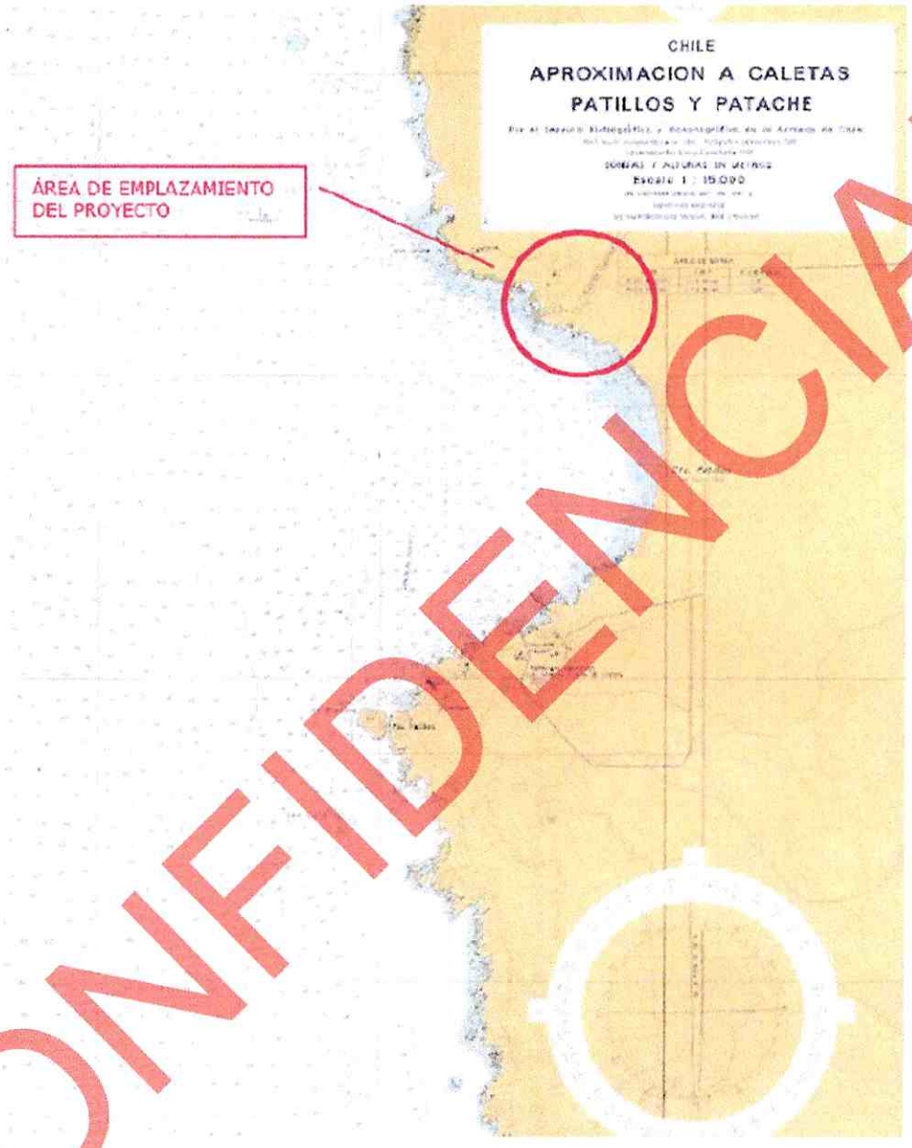



**Figura 1-2. Localización del Proyecto.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 1.3 Objetivo

El objetivo de la presente memoria de cálculo es justificar estructuralmente la geometría y diseño de la estructura que dan soporte a las correas transportadoras, las que comprenden la estructura de soporte

## 2 BASES DE CALCULO

### 2.1 Normas y Códigos

Se emplean las siguientes normas y documentos:

#### 2.1.1 Normativa Nacional

| | |
|---|---|
| NCh203.Of2006 | Acero para uso estructural - Requisitos |
| NCh427.Of1974 | Construcción - Especificaciones para el cálculo, fabricación y construcción de estructuras de acero |
| NCh432.Of1971 | Diseño estructural - Cargas de viento |
| NCh2369.Of2003 | Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales |
| NCh3171.Of2010 | Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas |
| NCh1537.Of2009 | Diseño estructural - Cargas permanentes y cargas de uso |

"Manual de diseño para estructuras de acero", Instituto Chileno del Acero. ICHA, 2° Edición 2008.

#### 2.1.2 Normativa Extranjera

American Institute of Steel Construction. Specification for Structural Steel Buildings of the American Institute of Steel Construction (AISC), 9th Edition, 1989.

Structural Welding Code – Steel (AWS D1.1 / D1.1M) of the American Welding Society (AWS). 2002

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 2.2 Materiales

### 2.2.1 Acero Estructural calidad ASTM A-36

Tensión de Fluencia : $F_y = 2530$ [kg/cm$^2$]
Módulo de Elasticidad : $E_a = 2.100.000$ [kg/cm$^2$]

### 2.2.2 Pernos de conexión alta resistencia ASTM A325

Tensión de Fluencia : $F_y = 5700$ [kg/cm$^2$]

### 2.2.3 Soldadura electrodo E70XX

Tensión de Fluencia : $F_y = 4925$ [kg/cm$^2$]

## 2.3 Cargas de Diseño

Los cálculos de la estructura que dan soporte a las correas transportadoras se realizaron de acuerdo a las cargas siguientes cargas:

### 2.3.1 Carga Permanente (D)

Son las cargas verticales producidas por el peso propio de las estructuras y componentes no estructurales apoyadas en ésta. Para elementos de acero se utiliza un peso específico acero de 7850 kg/m$^3$.

Se consideran además los siguientes elementos no estructurales presentes:

- Correa : 46 kg/m
- Polines : 56 kg/m
- Estructura Soporte Polines : 15 kg/m
- Material Transportado : 174 kg/m
- Peso parrilla de piso ARS-4 : 40 kg/m$^2$
- Peso Barandas : 15 kg/m
- Revestimiento PV6 : 8.19 kg/m$^2$

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 2.3.2 Sobrecarga de Techo (Lr)

Se considera una carga de techo de 100 kg/m$^2$, indicado en la norma NCh1537 para techos con acceso solo para mantención. Esta carga se reduce a 30 kg/m$^2$ debido a que el área en planta de la estructura completa es mayor a 50 m$^2$.

### 2.3.3 Sobrecarga de Uso (L)

Se considera una sobrecarga de uso en las pasarelas de mantenimiento de 200 kg/m$^2$, de acuerdo a la norma NCh 1537.

### 2.3.4 Sismo (E)

Según la NCh 2369 se tiene lo siguiente:

- Zona sísmica 3 Ao=0.4g
- Factor de modificación a la respuesta R = 5, marco arriostrado con anclajes dúctiles.
- Razón de amortiguamiento $\xi$ = 0,02, marco de acero con uniones de terreno apernadas, con o sin arriostramiento.
- Factor de importancia I = 1,0.
- Coeficiente sísmico horizontal máximo Cmax = 0,26 (NCh2369 tabla 5.7).
- Coeficiente sísmico vertical Cv = 0,27 (NCh2369 punto 5.5.1.b).

Las cargas sísmicas se aplican de acuerdo a la expresión:

$$Q = C*I*P$$

Dónde:

Q = Corte basal
C = Coeficiente sísmico
I = Factor de Importancia
P = Peso

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 2.3.5 Viento (W)

Las estructuras se diseñan de manera de resistir los efectos del viento de acuerdo a lo establecido en la NCh 432, considerando una estructura en campo abierto ante el mar y presión básica de 70 kg/m$^2$.

### 2.3.6 Temperatura (T)

Las fuerzas y desplazamientos resultantes de contracción o dilatación debidos a cambios de temperatura, se basan en un gradiente térmico de 40 °C.

## 2.4 Combinaciones de Carga

A continuación se indican las combinaciones de cargas utilizadas para el diseño estructural, de acuerdo a la norma NCh3171.

1) D+T
2) D+L+T
3) D+Lr+T
4) D+0.75L+0.75Lr+T
5) D-W+T
6) D+E+T
7) D+0.75W+0.75L+0.75Lr+T
8) D+0.75E+0.75L+T
9) 0.6D+W
10) 0.6D+E+0.6T

Dónde:

D: Carga Permanentes
L: Sobrecarga de Uso
Lr: Sobrecarga de Techo
E: Cargas de sismo aplicados en los ejes y sentidos correspondientes
W: Cargas de viento aplicadas en los ejes y sentidos correspondientes
T: Temperatura

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 2.5 Deformaciones

Las deformaciones admisibles de los elementos estructurales son las indicadas en la norma NCh427:

- Columnas L/200
- Vigas L/300

## 2.6 Espesores

Debido a la alta corrosión generada por el ambiente salino al que están expuestas las estructuras se consideran los siguientes espesores mínimos para perfiles y placas de conexión:

- Espesor mínimo de perfiles: 5 mm
- Espesor mínimo de placas de conexión 10 mm

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

# 3 GALERÍA

## 3.1 Disposición General

La estructura a diseñar corresponde a la galería de las correas transportadoras, las cuales se internan alrededor de 700 m. mar adentro, apoyadas sobre cepas.

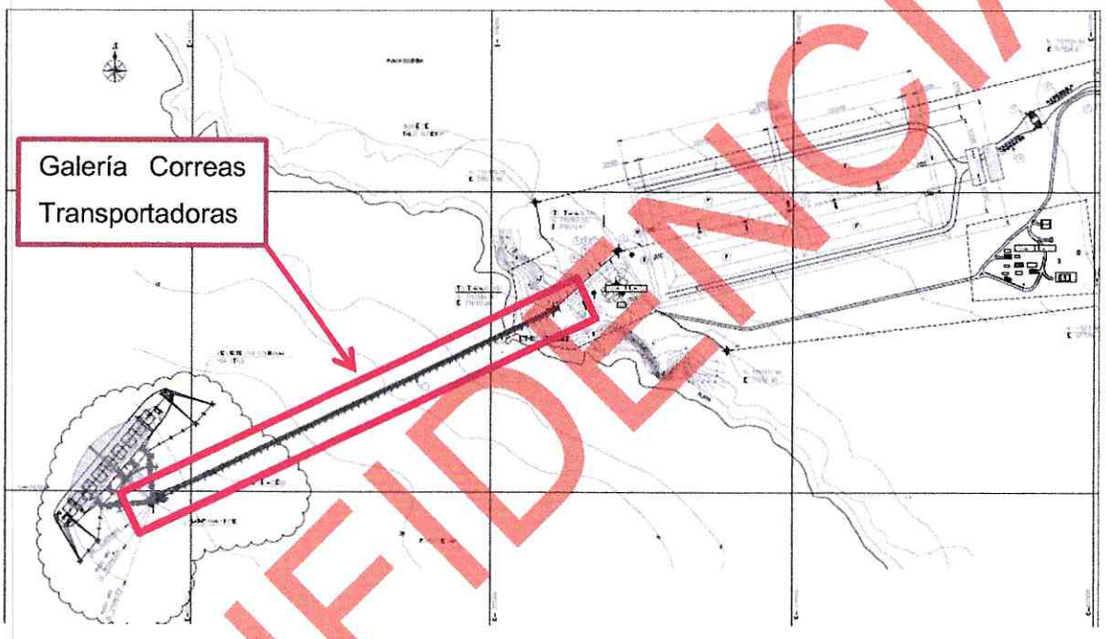



**Figura 3-1. Planta General**

La sección definida como Galería posee dimensiones transversales de 3.9 x 2,7 m, dentro de las cuales existe un sistema de mesas que sirven de guía y soporte para la correa transportadora. Además la galería cuneta con dos pasillos, los cuales permiten el acceso para la realización de operaciones o mantenciones.

CONFIDENCIAL

Para efectos del diseño, se considera una sección tipo de galería de 15 m de largo, equivalente al espaciamiento propuesto entre cepas, la cual se replicará continuamente entre éstas a lo largo de la correa transportadora.

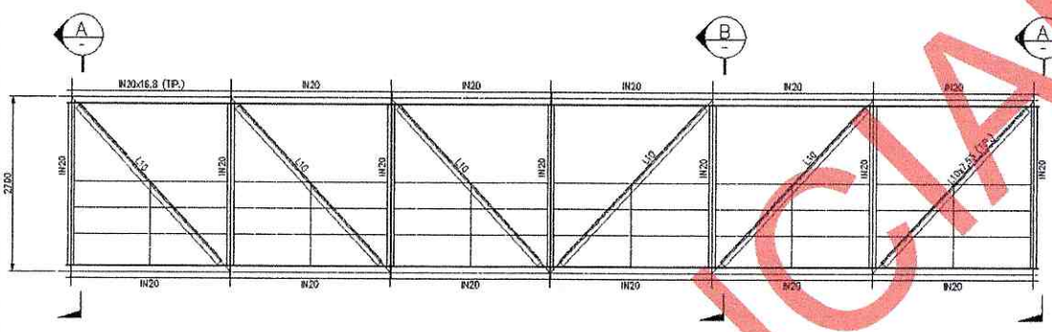



**Figura 3-2. Elevación Estructura**

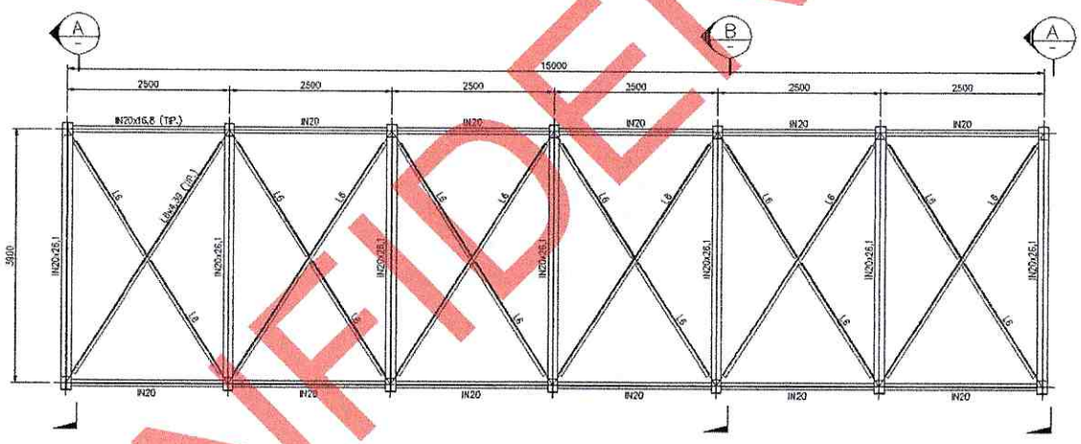



**Figura 3-3. Planta Cuerda Superior**

CONFIDENCIAL

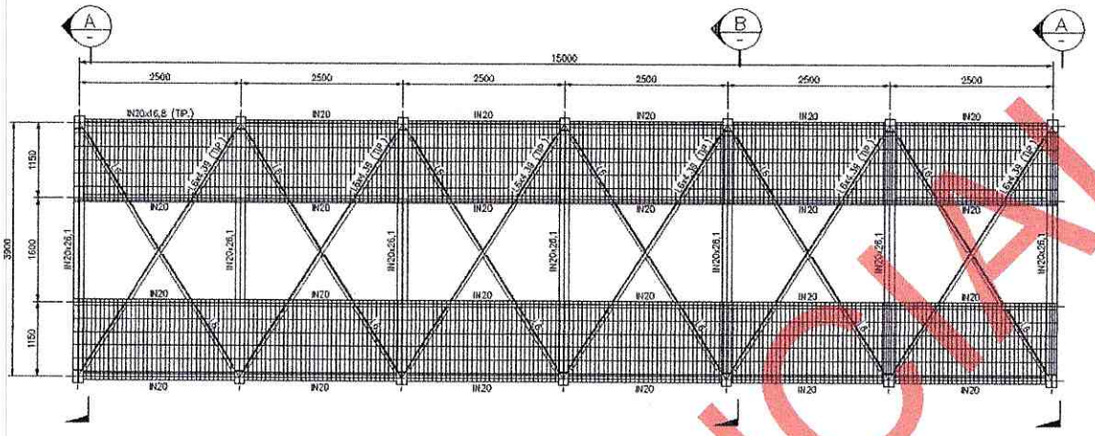



**Figura 3-4. Planta Cuerda Inferior**

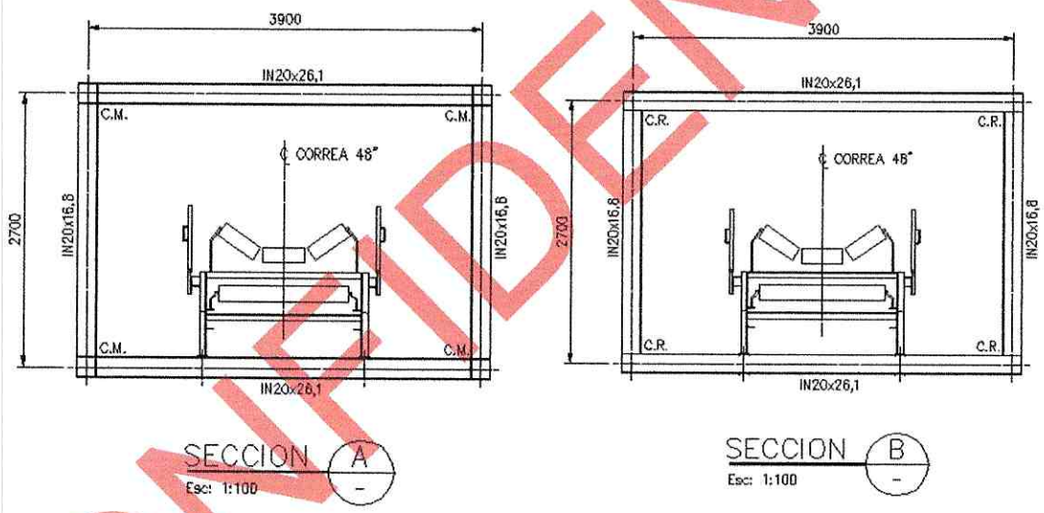



**Figura 3-5. Secciones Tipo**

CONFIDENCIAL

## 3.2 Metodología

Se determinan los esfuerzos utilizando un análisis basado en modelos 3D de la estructura. Los estados y combinaciones de carga mencionados en el presente documento están basados en las indicaciones de la norma chilena NCh2369. El diseño se realiza a través del método de las tensiones admisibles ASD y los criterios de diseño, son los establecidos por el manual AISC y en las normas chilenas aplicables.

## 3.3 Modelación

Se realiza un modelo en el software Risa 3D para evaluar el diseño de la estructura de la galería de las correas transportadoras.

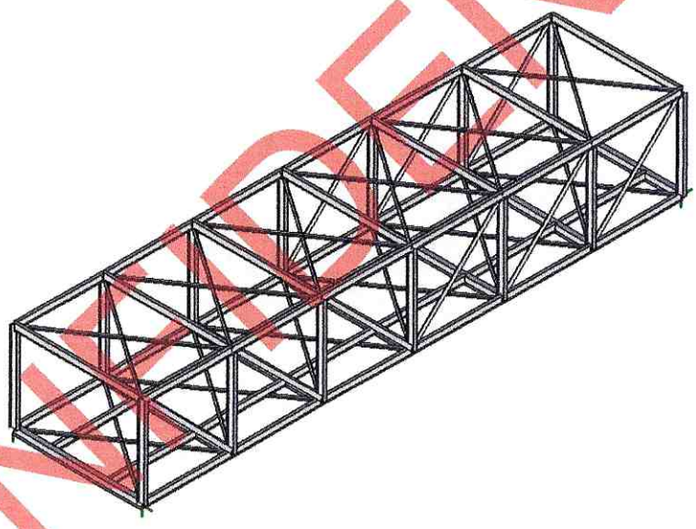


**Figura 3-6. Modelo Isométrico**

## 3.4 Cargas de Diseño

A continuación se detallan los estados de carga considerados para el diseño de la estructura.

CONFIDENCIAL

- **Cargas Permanentes (D):**

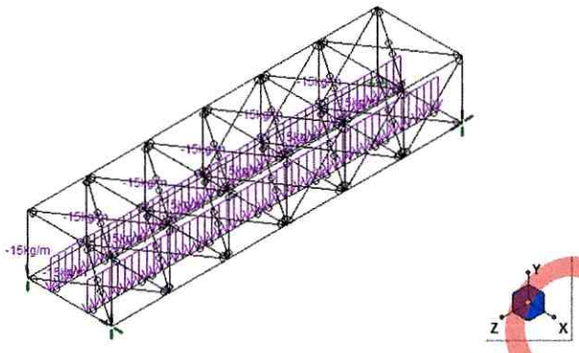



**Figura 3-7. Peso propio estructura de soporte polines.**

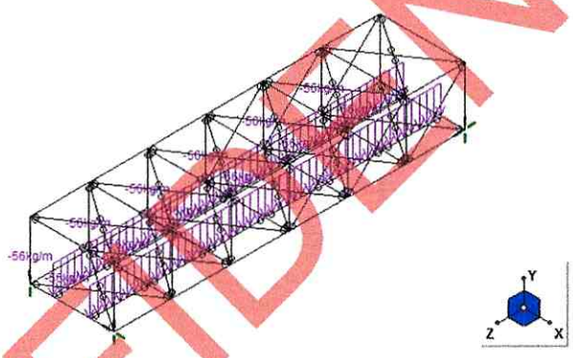



**Figura 3-8. Peso propio polines.**

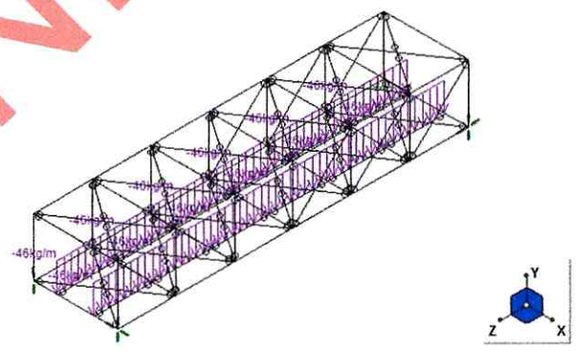



**Figura 3-9. Peso propio correa transportadora.**

CONFIDENCIAL

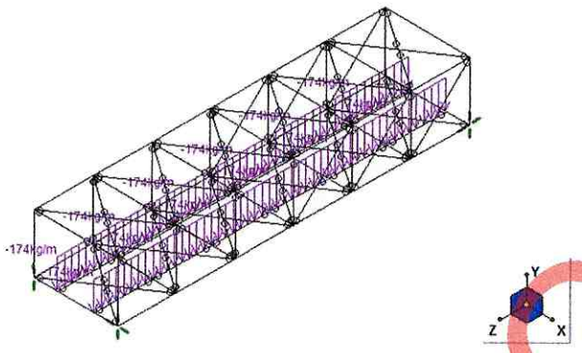



**Figura 3-10. Peso propio material transportado.**

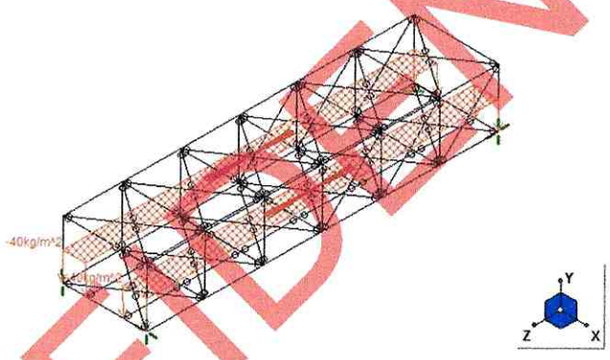



**Figura 3-11. Peso propio gratting ARS-4.**

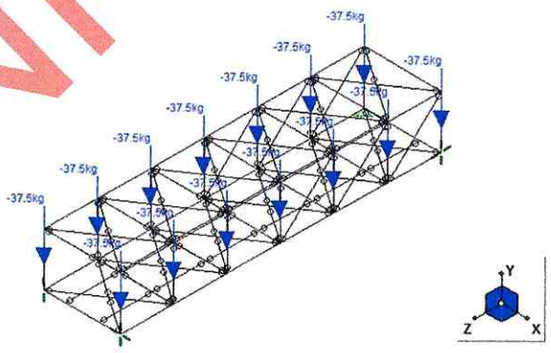



**Figura 3-12. Peso propio baranda.**

CONFIDENCIAL

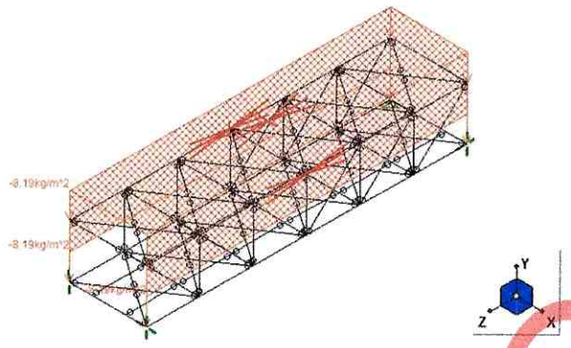



**Figura 3-13. Peso propio revestimiento PV6.**

- **Sobrecarga de Uso (L):**

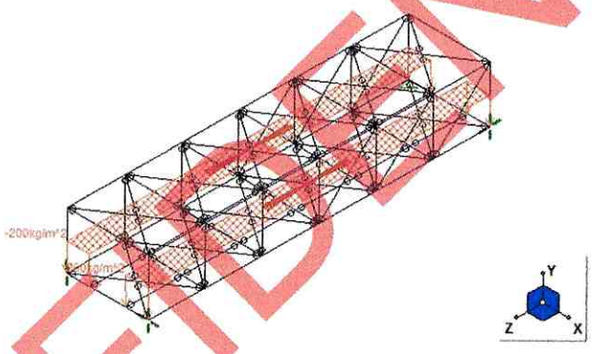



**Figura 3-14. Sobrecarga de Uso.**

CONFIDENCIAL

- **Sobrecarga de Techo (Lr):**

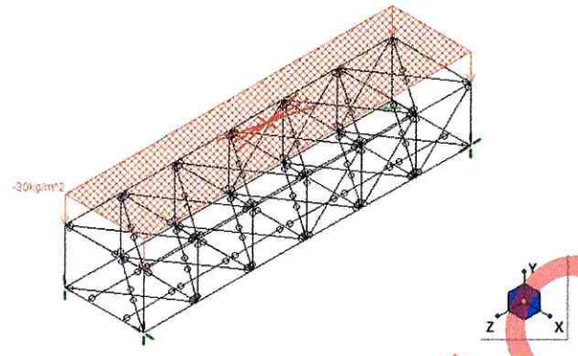



**Figura 3-15. Sobrecarga de Techo.**

- **Viento (W):**

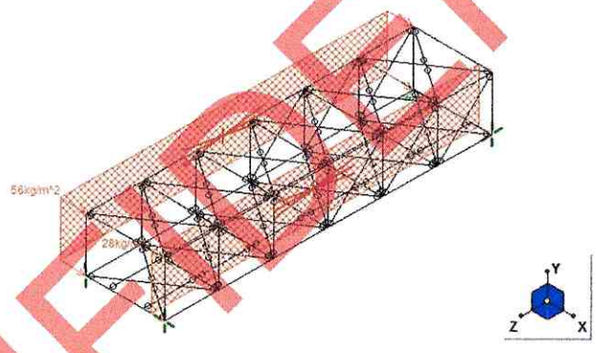



**Figura 3-16. Viento en eje X+.**

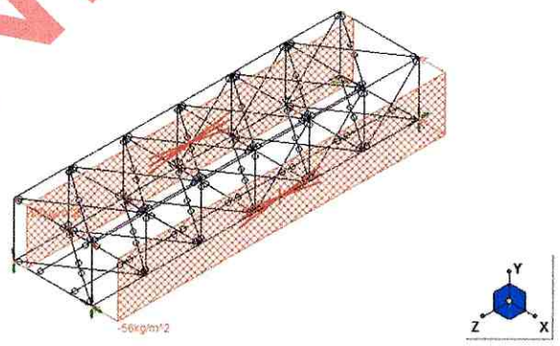



**Figura 3-17. Viento en eje X-.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

- **Sismo (E):** Las cargas sísmicas debido al peso propio de la estructura metálica son consideradas automáticamente por el software al ingresar los coeficientes sísmicos respectivos.

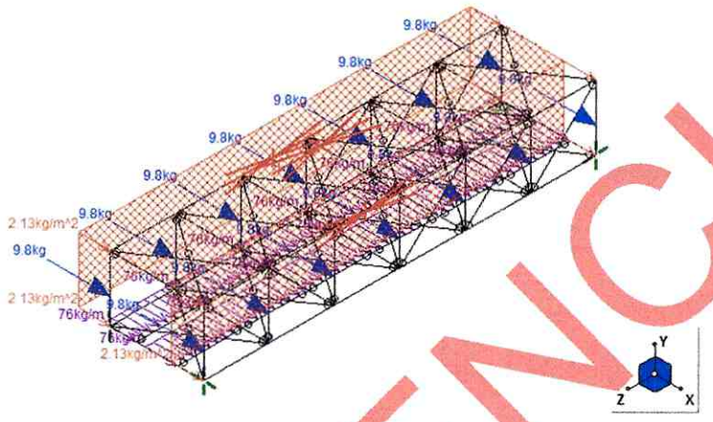



**Figura 3-18. Sismo en eje X.**

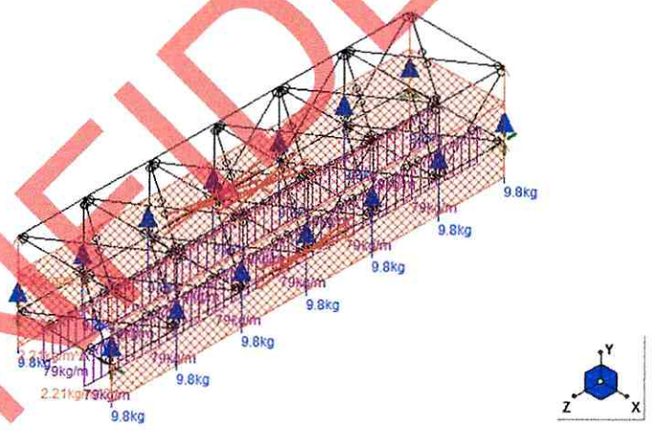



**Figura 3-19. Sismo en eje Y.**

CONFIDENCIAL

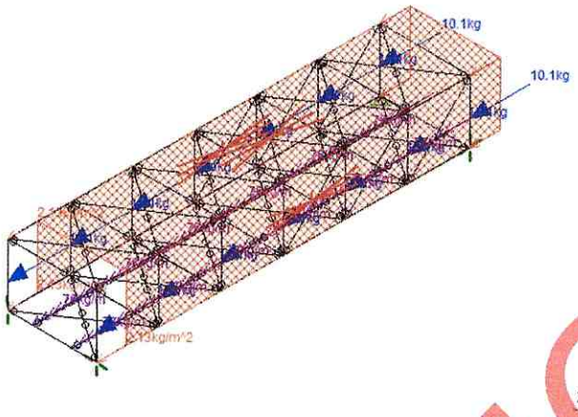



**Figura 3-20. Sismo en eje Z.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 3.5 Perfiles Utilizados

A continuación se presentan los perfiles utilizados en el modelo de la estructura.

- **Columnas**

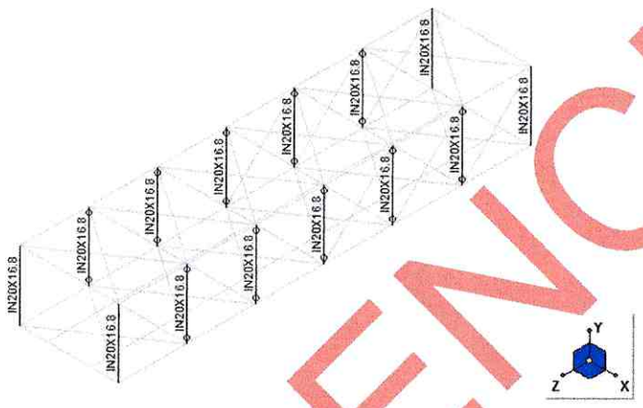



**Figura 3-21. Perfiles IN20x16.8.**

- **Vigas Marco**

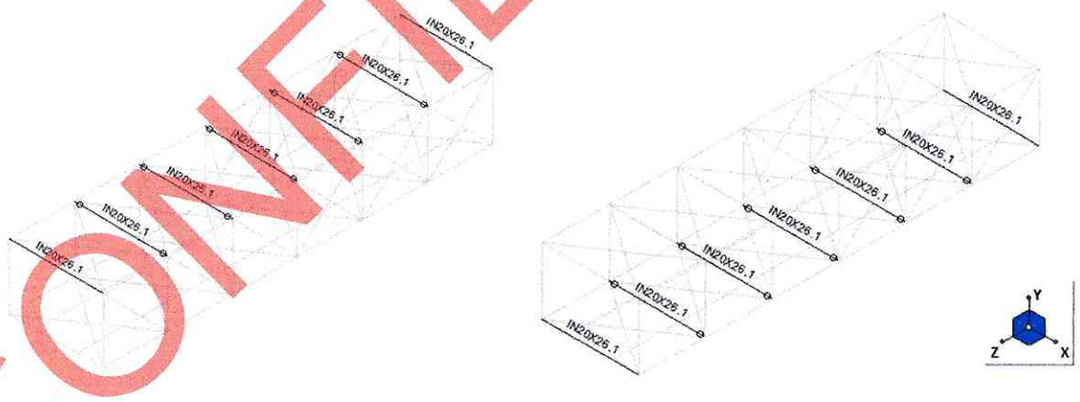



**Figura 3-22. Perfiles IN20x26.1.**

CONFIDENCIAL

- **Vigas de borde**

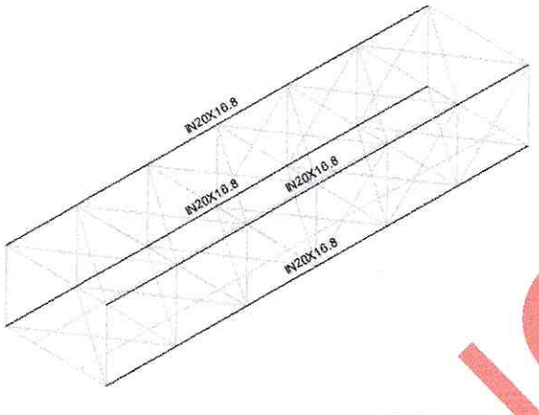



**Figura 3-23. Perfiles IN20x16.8.**

- **Vigas de soporte centrales**

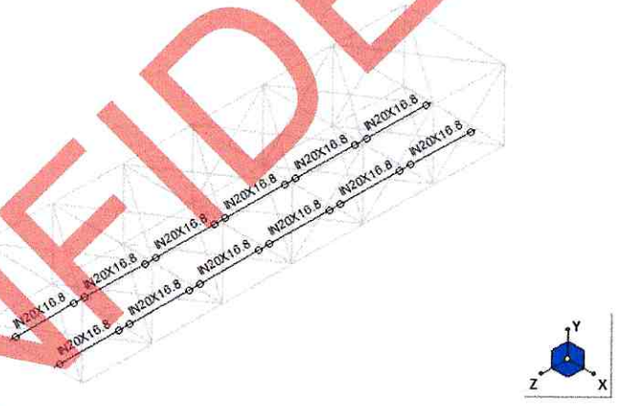



**Figura 3-24. Perfiles IN20x16.8.**

CONFIDENCIAL

- **Diagonales verticales**

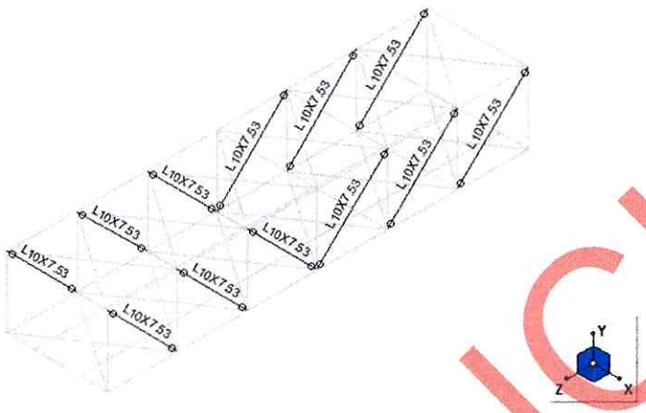



**Figura 3-25. Perfiles L10x7.53.**

- **Diagonales de techo y piso**

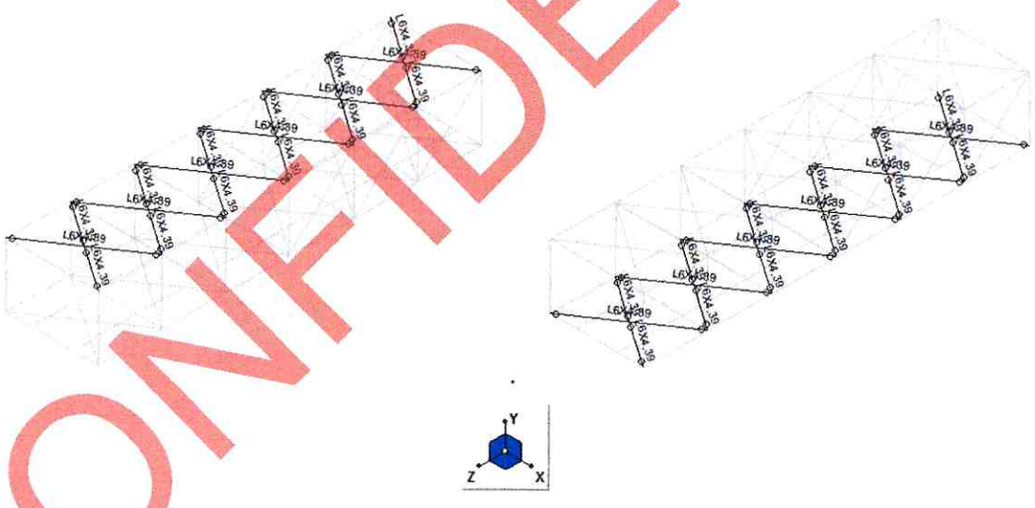



**Figura 3-26. Perfiles L6x4.39.**

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

### 3.6 Esfuerzos

**Factores de Utilización**

A continuación se muestran los factores de utilización obtenidos del modelo hecho en el programa Risa 3D, de cada elemento que compone la estructura. En la Figura 3-27 se muestran los resultados.

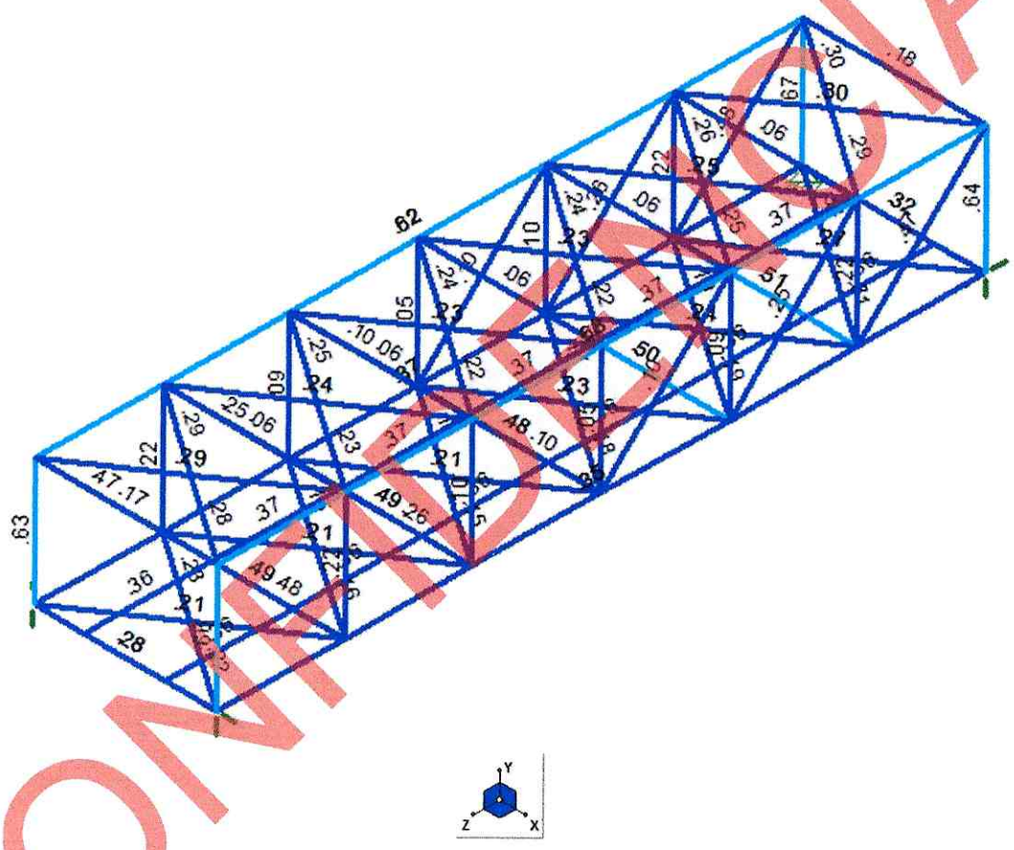


**Figura 3-27. Factores de Utilización de la estructura.**

En la Tabla 3-1 se presenta un resumen de los factores de utilización más desfavorables de cada tipo de sección.

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

**Tabla 3-1. Resumen de factores de utilización por perfil.**

| Perfil | FU |
|---|---|
| IN20x16.8 | 0.67 |
| IN20x26.1 | 0.51 |
| L10x7.53 | 0.48 |
| L6x4.39 | 0.33 |

### 3.7 Análisis de Deformaciones

En la Tabla 3-2 se muestra un resumen de las deformaciones máximas de las estructura como un elemento en viga versus su deformación admisible.

**Tabla 3-2. Resumen de deformaciones máximas, elementos principales.**

| Elementos | Perfil | Longitud (cm) | Δ Admisible (cm) | Δ Máximo (cm) | Condición |
|---|---|---|---|---|---|
| Vigas de Borde | IN20x16.8 | 1500 | L/300 = 5.00 | 4.81 | Cumple |

### 3.8 Verificación de Esbelteces

Se verifican las esbelteces de los elementos de acuerdo a la norma NCh2369.

#### 3.8.1 Esbelteces Globales

La esbeltez global de cada elemento debe ser menor que la siguiente expresión:

$$\frac{K * L}{r} \leq 1.5 * \pi * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$$

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

**Tabla 3-3. Esbelteces globales.**

| Elemento | Perfil | Luz Libre (cm) | K | $r_x$ (cm) Eje Fuerte | $r_y$ (cm) Eje Débil | Esbeltez Límite | $KL/r_x$ | $KL/r_y$ | Condición |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Columnas | IN20x16.8 | 270 | 1 | 8.11 | 2.16 | 136 | 33 | 125 | Cumple |
| Vigas Marco | IN20x26.1 | 390 | 1 | 8.63 | 3.68 | 136 | 45 | 106 | Cumple |
| Viga Soporte | IN20x26.1 | 250 | 1 | 8.11 | 2.16 | 136 | 31 | 116 | Cumple |
| Vigas de Borde | IN20x26.1 | 250 | 1 | 8.11 | 2.16 | 136 | 31 | 116 | Cumple |
| Diagonales Horizontales | L6x4.39 | 219 | 1 | 1.86 | 1.86 | 136 | 118 | 118 | Cumple |
| Diagonales Verticales | L10x7.53 | 354 | 1 | 2.73 | 2.73 | 136 | 130 | 130 | Cumple |

### 3.8.2 Esbelteces Locales

Se comparan las relaciones ancho/espesor de los perfiles utilizados con las esbelteces locales mínimas de la Tabla 8.1 indicados en la norma NCh2369.

| Perfil | | b o h | t o $t_w$ | λ | NCh2369 | | Condición |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Compresión | Flexión | |
| | | | | | $\lambda_r$ | $\lambda_r$ | |
| IN20x16.8 | Ala | 50 | 6 | 8.33 | 18.44 | 22.63 | Cumple |
| IN20x16.8 | Alma | 188 | 5 | 37.60 | 42.93 | 42.93 | Cumple |
| IN20x26.1 | Ala | 75 | 8 | 9.38 | 18.44 | 22.75 | Cumple |
| IN20x26.1 | Alma | 184 | 5 | 36.80 | 42.93 | 42.93 | Cumple |

CONFIDENCIAL

FDA INGENIEROS

## 4 CONCLUSIONES

De acuerdo a la modelación realizada en esta memoria de cálculo, se puede concluir que la estructura cumple de manera satisfactoria con el diseño, presentando un Factor de Utilización máximo de 67%, con respecto a la norma AISC.

Con respecto a las deformaciones obtenidas de la modelación, se puede observar que la estructura posee una flecha menor a la admisible, cumpliendo con esta verificación.

Finalmente, los elementos cumplen con las esbelteces indicadas en la norma NCh2369.

CONFIDENCIAL

NORTHPORT SpA
000946

# OTROS ANTECEDENTES

Archivador 1/2

NORTHPORT SpA

# INDICE DE OTROS ANTECEDENTES

1. Antecedentes de Bienes Nacionales:
    a. 16 de Enero 2015, Solicitud para Revisar Estatus de Obtención de Concesión de Uso Oneroso de Largo Plazo
    b. 03 de Febrero de 2015, Respuesta SEREMI BSNS solicitando antecedentes para redacción del contrato y envío de Boleta de Garantía.
    c. 09 de Marzo de 2015, Carta con antecedentes solicitados y Boleta de Garantía.
    d. 12 de Agosto de 2015, Oficio Bienes Nacionales en el cual se solicita aumentar la vigencia de boleta de garantía.
    e. 26 de Agosto de 2015, Carta respuesta a oficio Bienes Nacionales y despacho de nueva boleta de garantía.
2. Facturas y boletas a empresas que han desarrollado los estudios e informes.
3. Cronograma
4. Otros Antecedentes
    a. Comprobantes de Pago, Concesión Marítima y Terreno de Playa
    b. Estado de Contrato a Riesgo y otros de la empresa Baird & Associates S.A.
    c. Cotización ThyssenKrupp Industrial Solutions, Cargador de Barco
    d. Cotización ThyssenKrupp Industrial Solutions, Correas Transportadoras

000948

Santiago, 14 de enero de 2015

Señor
Juan Natalio Papic Vilca
Secretario Regional Ministerial
Ministerio de Bienes Nacionales
Región de Tarapacá
Manuel Bulnes 242
Iquique
Presente

**Ref: Postulación Expediente N° 01CS553917.**

De nuestra consideración,

Por medio de la presente, me dirijo a usted con el objeto de hacer presente nuestra preocupación en relación con la demora en la tramitación que ha tenido la solicitud de mi representada respecto de la Concesión de Uso Oneroso de Largo Plazo, en sector Punta Cotitira, comuna de Iquique, Región de Tarapacá, expediente N° 01CS553917 (en adelante "la solicitud").

Dicha solicitud fue presentada con fecha 10 de mayo de 2011 y a la fecha, habiéndose cumplido prácticamente 4 años desde su ingreso, aún no ha sido resuelta. Lo anterior nos produce un gran perjuicio por cuanto al no contar, al día de hoy, con dicha concesión nos imposibilita de ejecutar las obras asociadas al Proyecto Puerto Punta Cotitira del que mi representada es titular y que cuenta con aprobación ambiental por Resolución Exenta N° 92 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Tarapacá de fecha 13 de julio de 2009.

Es por lo anterior que solicitamos se puedan realizar todos los trámites pendientes a fin de resolver, con la mayor celeridad posible, la solicitud de mi representada y así evitar futuras demoras que sigan dilatando la ejecución del Proyecto Puerto Punta Cotitira. En caso de requerir nuestra colaboración, por favor no dude en contactar a don Benjamín Pérez al teléfono (02)26742957 o al correo electrónico bperez@guerrero.cl

Sin otro particular, se despide atentamente,

Eric Juan Karstegl Paulsen
**p. Northport SpA**

OFICINA DE PARTES TARAPACA
16 ENE 15

000948

Seremi
Región de
Tarapacá

ORD. Nº : SE01- - 333 -2015-

ANT. : Carta de fecha 14 de Enero de 2015
Expediente Nº 012CS553917

MAT. : Informa y solicita antecedentes de empresa

IQUIQUE, 03 FEB 2015

DE: **SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL**
**MINISTERIO DE BIENES NACIONALES**
**REGIÓN DE TARAPACÁ**

A: **SEÑOR JUAN KARSTEGL PAULSEN**
**NORTHPORT SpA.**
**NUEVA DE LYON N°96, OFICINA N°204,**
**PROVIDENCIA, SANTIAGO.**

En relación a su carta de fecha 14 de enero de 2015, donde se solicita realizar todos los trámites pendientes a fin de dar la mayor celeridad posible a la solicitud de Concesión de Uso Oneroso, hecha por empresa Northport SpA. Informo a Usted lo siguiente:

1.- El expediente de Postulación N° 012CS553917, fue devuelto por parte del nivel central a nuestra Secretaría Regional Ministerial, con el fin de pedir la opinión de este SEREMI, respecto del proyecto y para poder actualizar cierta documentación faltante que es necesaria para proseguir con la tramitación de la postulación.

2.- Es decisión del suscrito emitir una opinión favorable sobre la pertinencia de la operación y de las condiciones propuestas por la autoridad de la época, solicitando en definitiva sea autorizada por parte del Señor Ministro de Bienes Nacionales la Concesión de uso Oneroso de Largo Plazo, solicitada, para ello se procederá a renovar ciertos documentos que permitan llevar el expediente a la Comisión Especial de Enajenaciones de Tarapacá con el fin de actualizar el valor de la renta concesional, ya que, esta data del 06 de noviembre del año 2012 y la vigencia es solo por un año.

3.- Para seguir con la tramitación es necesario además, que se actualicen otros antecedentes que debe acompañar el solicitante, en este caso se trata de los siguientes documentos:

- Certificado de Vigencia de la Sociedad
- Certificado de Vigencia que acredite la personería del representante legal.
- Copias simples de las modificaciones de la escritura social
- Carta Gantt del Proyecto.

4.- Finalmente y con el Objeto de Garantizar la seriedad de su interés en continuar con la tramitación de esta concesión, la empresa Northport SpA, deberá remitir en un plazo de 30 días hábiles, Garantía de Seriedad de la Oferta, a nombre de Secretaria Regional ministerial de Bienes Nacionales Región de Tarapacá, Rut N° 61.402.005-9, por un monto de 260 UF, monto equivalente a 200 UF más 2 UF por hectárea de terreno solicitada, la cual será pagadera a la vista y con una vigencia mínima de 90 días contados desde la fecha de presentación de la misma, esta garantía deberá señalar en su Glosa "Para garantizar la seriedad de la oferta y el interés de suscribir contrato de Concesión sobre terreno fiscal individualizado en el plano N° 01101-470-C.R."

Sin otro particular saluda atentamente a Ud.

MINISTERIO DE BIENES NACIONALES
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL

**JUAN PAPIC VILCA**
**SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL**
**MINISTERIO DE BIENES NACIONALES**
**REGIÓN DE TARAPACÁ**

**JPV/JJR/jjr**
**Distribución:**
- Destinatario
- Oficina de Partes.
- Archivo BBNN

000951

NORTHPORT SpA

**Santiago, 9 de marzo de 2015**

Señor
Juan Papic Vilca
Secretario Regional Ministerial Tarapacá
Ministerio de Bienes Nacionales
Bulnes 242, Iquique
Presente

**Mat.:** Responde Ord. N° 333/2015

De nuestra consideración:

Junto con saludarlo, por medio de la presente venimos en responder el Ord. N° 333/2015 de fecha 3 de febrero de 2015, en virtud del cual se solicitó enviar una serie de documentos relacionados con el expediente N° 012CS553917, cuyo titular es mi representada Northport SpA.

De esta manera, vengo en acompañar por medio de la presente los siguientes documentos:

1. Certificado de Vigencia de Northport SpA, emitido por el señor Conservador de Bienes Raíces y Comercio de Santiago con fecha 6 de marzo de 2015.
2. Copia autorizada, con certificado de vigencia, de la escritura pública otorgada en la Notaría de Santiago de don Raúl Iván Perry Pefaur de fecha 5 de marzo de 2010 donde consta mi personería para representar a la sociedad.
3. Copias simples de las siguientes escrituras públicas de modificación de la sociedad:

Nueva de Lyon 96, oficina 204, Providencia, Santiago
+562 26551791

OFICINA DE PARTES TARAPACÁ
12 MAR 2015
RECEPCION

a. Escritura pública otorgada ante el Notario de Santiago don Ulises Aburto Spitzer, suplente del titular don Raúl Iván Perry Pefaur, de fecha 17 de febrero de 2010.
b. Escritura pública otorgada ante el Notario de Santiago don Raúl Iván Perry Pefaur, de fecha 20 de abril de 2010.
c. Escritura pública otorgada ante el Notario de Santiago don Raúl Iván Perry Pefaur, de fecha 22 de noviembre de 2010.
d. Escritura pública otorgada ante el Notario de Santiago don Raúl Iván Perry Pefaur, de fecha 18 de mayo de 2011.
e. Escritura pública otorgada ante el Notario de Santiago don Sergio Carmona Barrales, de fecha 28 de marzo de 2014.
f. Escritura pública otorgada ante el Notario de Santiago don Sergio Carmona Barrales, de fecha 17 de junio de 2014.

4. Carta GANTT del Proyecto.
5. Boleta Bancaria de Garantía, emitida por el Banco BCI con fecha 6 de marzo de 2015, por la suma de 260 UF, con la glosa *"para garantizar la seriedad de la oferta y el interés de suscribir contrato de Concesión sobre terreno fiscal individualizados en el plano N° 01101-470-C.R."*.

Sin otro particular se despide atentamente,

Eric Juan Karstegl Paulsen

**p. Northport SpA**

Nueva de Lyon 96, oficina 204, Providencia, Santiago
+562 26551791

Seremi
Región de
Tarapacá

**ORD. Nº** : **SE01-1874-2015.-**

**ANT.** : **Expediente N° 012CS553917**

**MAT.** : **Northport SpA.** Se solicita Renovación de Boleta de Garantía Vencida.

**IQUIQUE,** 12 AGO 2015

**DE: JUAN NATALIO PAPIC VILCA**
**SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL**
**MINISTERIO DE BIENES NACIONALES**
**REGIÓN DE TARAPACÁ**

**A: SEÑOR ERIC JUAN KARSTEGL PAULSEN**
**REPRESENTANTE LEGAL NORTHPORT SPA.**
**NUEVA DE LYON N°96, OFICINA 204, PROVIDENCIA, SANTIAGO.**

En relación a la tramitación del Expediente N° 012CS553917 sobre Concesión de Uso Oneroso a Largo Plazo, el Secretario Regional Ministerial de Bienes Nacionales de la Región de Tarapacá, que suscribe, junto con saludarle muy cordialmente, cumple con informar a usted lo siguiente:

1. Se solicita la renovación de la Boleta de garantía por la Seriedad de la oferta e interés de suscribir contrato, N° 256570 del Banco de Crédito e inversiones, por un monto de 260 UF; cuyo vencimiento es con fecha 03 de Julio del 2015.

2. Cabe hacer presente a ustedes que la garantía citada debe estar vigente mientras dure la tramitación del proceso administrativo, que en estos momentos se encuentra en la etapa final, y hasta que se hubiere practicado la inscripción del contrato de concesión onerosa, en el Registro de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces competente, con las respectivas anotaciones al margen de la inscripción de dominio fiscal. Dicha obligación dice relación con la importancia que tiene dentro de la gestión administrativa de este Servicio que los interesados cumplan con los plazos otorgados.

3. Amén de lo expuesto precedentemente, teniendo presente lo dispuesto en Instructivo Ministerial señalado en la Circular N°01 de 2008 y en el artículo 43º de la Ley Nº 19.880, que establece las bases de los Procedimientos Administrativos, esta Secretaría Regional Ministerial cumple con notificar a usted que cuenta con plazo de **Quince (15) días hábiles**, contados desde la fecha de la presente notificación, para presentar la Boleta de Garantía antes citada.

Sin más al respecto saluda atentamente a usted,

MINISTERIO DE BIENES NACIONALES
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL

**JUAN PAPIC VILCA**
**SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL**
**MINISTERIO DE BIENES NACIONALES**
**REGIÓN DE TARAPACÁ**

**JPV/RMR/MDF**
**Distribución**:
- Destinatario.
- Oficina de Partes.
- Archivo.

000954

NORTHPORT SpA

**Santiago, 26 de agosto de 2015**

Señor
Juan Papic Vilca
Secretario Regional Ministerial Tarapacá
Ministerio de Bienes Nacionales
Bulnes 242, Iquique
Presente

**Mat.:** Responde Carta de Fecha 12/08/2015
Exp. N° 012CS553917

De nuestra consideración:

Junto con saludarlo, por medio de la presente venimos en responder su carta de fecha 12 de agosto del presente año, en virtud del cual se solicita renovar la vigencia de nuestra boleta de Garantía *para garantizar la seriedad de la oferta y el interés de suscribir contrato de Concesión sobre terreno fiscal individualizados en el plano N° 01101-470-C.R.*, en consideración a lo anterior adjuntamos a la presente nueva Boleta Bancaria de Garantía N° 0276815, emitida por el Banco BCI con fecha 26 de agosto, por la suma de 260 UF.

Sin otro particular se despide atentamente,

Eric Juan Karstegl Paulsen
**p. Northport SpA**

OFICINA DE PARTES TARAPACÁ
27 AGO 2015
RECEPCION
BIENES NACIONALES

Nueva de Lyon 96, oficina 204, Providencia, Santiago
+562 26551791

000955

Bci BANCO DE CREDITO E INVERSIONES

Nº 0276815

U.F.****260,00****

**BOLETA DE GARANTIA NO ENDOSABLE EN U.F.**

Llave N° 092520150826
Oficina IQUIQUE

Fecha 26 de agosto de 2015

El Banco de Crédito e Inversiones pagará a secret regional ministerial de bienes nac reg de tarapaca Rut: 61.402.005-9
La cantidad de DOSCIENTAS SESENTA COMA CERO**********
**********U.F..
Moneda legal pagadera A LA VISTA, sin intereses, suma que ha sido depositada en esta Oficina
Por: NORTHPORT SPA Rut: 76.089.131-2
Para GARANTIZAR LA SERIEDAD DE LA OFERTA Y EL INTERES
DE SUSCRUBIR CONTRATO DE CONCESION SOBRE TERRENO
FISCAL INDIVIDUALIZADO EN EL PLANO N.01101-470-C.R.

Plazo de validez hasta el 24/12/2015

PAGADERO EN CUALQUIER OFICINA

p.p.Banco de Crédito e Inversiones
Emisor: CGAETE

OFICINA DE PARTES TARAPACA
27 AGO 2015
RECEPCION
SECRETARIA BIENES NACIONALES

NORTHPORT SpA

| LISTADO FACTURAS NORTHPORT SPA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FACTURAS ESTUDIOS | | | | | |
| CANTIDAD | N° FACTURA | FECHA | RUT | NOMBRE | GLOSA |
| 1 | 51 | 15-07-2014 | 76182616-6 | APUERTO INGENERIA LTDA | Anticipo 30% Servicios de Ingenieria para el estudio de prepagacion de oleaje desde aguas profundas hacia el sector del proyecto de acuerdo a presupuesto Nª 1432 rev .2 ( 98UF a $ 24.049,86) Saldo 230UF Contra Informe Finales Ref Orden de Compra Nª 021-2014 |
| 2 | 12 | 15-07-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 1 : 50% Anticipo Proyectos # 0900.102 Northport Estudio Clima Oleaje |
| 3 | 13 | 30-07-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nº 2: 50% contra-emtrega informes final |
| 4 | 15 | 31-07-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 1 : 50% Anticipo Proyectos # 0900.102 Campaña de invierno Northport |
| 5 | 23 | 12-08-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 01 30 % anticipo del total de la Orden de compra $25.000.000.- |
| 6 | 21 | 12-08-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 01 : Anticipo 50 % anticipo del Valor total $ 18.000.000.- -OC Nª024-2014 |
| 7 | 55 | 27-08-2014 | 76182616-6 | APUERTO INGENERIA LTDA | Estado de pago final Servicios de Ingenieria para el estudio de prepagacion de oleaje desde aguas profundas hacia el sector del proyecto de acuerdo a presupuesto Nª 1432 rev .2 (70%) ( 230UF a $ 24.049,86) Ref Orden de Compra Nª 021-2014 |
| 8 | 30 | 12-09-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 2 : 30% a 30 dias del Anticipo |
| 9 | 37 | 13-10-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 2 : 50% Saldo Proyectos # 0900.102 Campaña de invierno Northport |
| 10 | 38 | 13-10-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nº2 Saldo 50 % Contra entrega de informes finales . Total Orden de compra . $ 18.000.000.- |
| 11 | 40 | 20-10-2014 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nº 03: 40% saldo contra-emtrega informes finales |
| 12 | 138 | 30-10-2014 | 76215683-0 | MEJORES PRACTICAS ASICIADOS SPA | Analisis Extrategico en proceso de calificacion ambiental de proyecto puerto punta cotitira detalle : primera cuota UF72,50 segun propuesta MP-85-2014 UF al 30 oct $ 24.320,67.- |
| 13 | 83 | 05-11-2014 | 76394670-3 | DESSARROLLO PROYECTOS INGENERIA LIMITADA | 30% anticipo Refracción Sismica Proyecto Puerto Punta Cotitira. |
| 14 | 1124 | 19-01-2015 | 77760300-0 | FIGUEROA Y DIAZ INGENIEROS ASOCIADOS S.A | Servicios Profecionales correspondientes a: Ingeneria Conceptual Proyectos Puertos Northport OC 027-2014 EP N 5000-00-EP-EC-001 |
| 15 | 999 | 29-01-2015 | 77255480-k | CONSULTORIA E INGENERIA GEOMAR LTDA | 20 % al inicio de los trabajos Proyecto: Estudio de maniobrabilidad termimal Maritimo Punta Cotitira en Patillo. OC 20150121 |
| 16 | 85 | 10-02-2015 | 76394670-3 | DESSARROLLO PROYECTOS INGENERIA LIMITADA | refracción Sismica Proeyecto Puerto Punta Cotitira Según Orden de Compra Nº 028-2014 |
| 17 | 68 | 26-02-2015 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 01 Correspondiente al 50 % anticipo del total Orden de Compra Nº 20150223 |
| 18 | 1023 | 07-03-2015 | 77255480-k | CONSULTORIA E INGENERIA GEOMAR LTDA | 20% Correspondiente a la aprobación del informe tecnico por parte del contratante y asesor 10% Correspondiente al ingreso de los estudios del SHOA Proyecto: Estudio de maniobrabilidad termimal Punta Cotitira. OC 20150121 |
| 19 | 1013 | 26-03-2015 | 77255480-k | CONSULTORIA E INGENERIA GEOMAR LTDA | 20% Correspondiente al Término e los trabajos en terreno de la Campaña de Verano 20% Entrega planos e informe de la Campaña de Verano Proyecto: Estudio de maniobrabilidad termimal Punta Cotitira. OC 20150121 |
| 20 | 1658 | 26-03-2015 | 77211670-5 | ALEXIS ALDUYUZ Y COMPAÑÍA LIMITADA | Gastos Rembolsables Inspeccion SHOA. Punta Cotitira , Caleta Patillos. Ref .O.C 20150121. |
| 21 | 1659 | 26-03-2015 | 77211670-5 | ALEXIS ALDUYUZ Y COMPAÑÍA LIMITADA | Gastos Rembolsables Inspector SHOA Alojamientos, Comidas, Traslados.)Gastos Exentos IVA Ref .O.C 20150121. |
| 22 | 86 | 13-04-2015 | 96885920-k | BAIRD & ASSOCIATES S.A | Pago Nª 01 Correspondiente al 50 % anticipo de la Orden de compra Nª 026-2014 Compañia de Medición de oleaje de verano, Proyecto Nº 0900.105 Campaña de Verano Northport |
| 23 | 56 | 01-06-2015 | 4696003-3 | HUGO LUIS RIVEROS ZAMORANO | Estudio de Maniobrabilidad |
| 24 | 57 | 01-06-2015 | 4696003-3 | HUGO LUIS RIVEROS ZAMORANO | Estudio de Maniobrabilidad |
| 25 | 1033 | 17-06-2015 | 77255480-k | CONSULTORIA E INGENERIA GEOMAR LTDA | 15% correspondiente al inicio de los trabajos proyectos: " Estudios de Maniobrabilidad del Terminal Maritimo de Punta Cotitira en Patillo |
| 26 | 192 | 27-07-2015 | 76215683-C | MEJORES PRACTICAS ASICIADOS SPA | Analisis Extrategico en proceso de calificacion ambiental de proyecto puerto punta cotitira detalle : 2 cuota 2 uf 30 uf al 27-07-2015 $ 25.070,44 |
| 27 | 1443 | 11-08-2015 | 61102015-5 | SERVICIO HIDROGRAFICOY OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA | REVISIONES SOLC196/2015.REVIS.DEL INF.TECN.CORRESP.AL ESTUDIO DE CORRIENT CAMPAÑA DE VERANO, EFECT. EN EL SECTOR DE PTA. COTITIRA CALT PATILLOS, I REGION .CANCELADO EL 04/08/2015 |
| 28 | 1062 | 06-11-2015 | 77255480-k | CONSULTORIA E INGENERIA GEOMAR LTDA | 10% Correspondiente a la Aprobación de los estudios por parte del SHOA OC 20150121 |
| 29 | 1724 | 16-11-2015 | 77211670-5 | ALEXIS ALDUYUZ Y COMPAÑÍA LIMITADA | Gastos Rembolsables Inspector SHOA Alojamientos, Comidas, Traslados.) + Costo de Inspección |
| 30 | 1064 | 27-11-2015 | 77255480-k | CONSULTORIA E INGENERIA GEOMAR LTDA | 10% Termino trabajos en terreno 20% Envio planos e informe Campaña de Invierno. Proyecto: Estudio de maniobrabilidad termimal Maritimo Punta Cotitira en Patillo. OC 20150121 |

**APUERTO INGENIERIA LIMITADA**
Giro: SERVICIOS Y SOLUCIONES INTEGRALES DE INGENIERIA
Rosario Sur 91 503 - LAS CONDES
eMail : GGUERRERO@APUERTO.CL Telefono : 2 2420632

**R.U.T.: 76.182.616 - 6**

**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**

**Nº 51**

**S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE**

Fecha Emision: 15 de Julio del 2014

SEÑOR(ES): NORTHPORT SPA
R.U.T.: 76.089.131 - 2
GIRO: PUERTOS Y AEROPUERTOS
DIRECCION: VITACURA 2939 PISO 8
COMUNA VITACURA CIUDAD: STGO
CONTACTO: Fernando Bou

| Codigo | Descripcion | Cantidad | Precio | %Impto Adic.* | %Desc. | Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | Anticipo 30%<br>Servicios de ingeniería para el estudio de propagación de oleaje desde aguas profundas hacia el sector del proyecto de acuerdo a presupuesto Nº 1432 rev. 2<br>(98UF a $24.049,86)<br>Saldo 230UF contra entrega informes finales<br><br>Ref. Orden de Compra Nº 021-2014 | 1 gl | [redacted] | | | [redacted] |

IMPUESTO ADICIONAL $ 0
EXENTO $ [redacted]
TOTAL $ [redacted]

Timbre Electrónico SII
Res.86 de 2005 Verifique documento: www.sii.cl

Julio 2014.

000958

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**N° 12**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Señor(es)** | Northport SpA | **RUT** | 76.089.131-2 |
| **Giro** | Operación de Puertos | **Fecha Emisión** | 15 de Julio de 2014 |
| **Dirección** | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | **Comuna** | PROVIDENCIA |
| **Contacto** | Fernando Bou | **Vendedor** | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°1: 50% Anticipo Proyecto N° 0900.101 Northport - Estudio Clima Oleaje | [redacted] | [redacted] | EX | [redacted] |

4101-03.

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden Compra | 022-2014 | 15-07-2014 | Estudio Clima de Oleaje - Northport |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| Monto Exento | [redacted] |
| Total | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles Ovarzo.
t. 621.957-5
21/julio/2014.

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000959

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**N° 13**

S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Señor(es) | Northport SpA | RUT | 76.089.131-2 |
| Giro | Operación de Puertos | Fecha Emisión | 30 de Julio de 2014 |
| Dirección | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | Comuna | PROVIDENCIA |
| Contacto | Fernando Bou | Vendedor | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°2: 50% contra entrega informe final | [redacted] | 1 | EX | [redacted] |

E.P

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden Compra | 022-2014 | 15-07-2014 | Pr0900.101 Est. Clima de Oleaje Norhport |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| Monto Exento | [redacted] |
| Total | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles

BAIRD & ASSOCIATES S.A.
R.U.T.: 96.885.920 - K
11 AGO 2014
RECEPCION

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000960

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**N° 15**

S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Señor(es) | Northport SpA | RUT | 76.089.131-2 |
| Giro | Operación de Puertos | Fecha Emisión | 31 de Julio de 2014 |
| Dirección | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | Comuna | PROVIDENCIA |
| Contacto | Fernando Bou | Vendedor | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°1: 50% Anticipo Proy. # 0900.102 Campaña de Invierno Northport | [redacted] | [redacted] | EX | [redacted] |

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden Compra | 023-2014 | 30-07-2014 | Pr0900.102 Campaña de Invierno Northport |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| Monto Exento | [redacted] |
| Total | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles Ch.

BAIRD & ASSOCIATES S.A.
R.U.T.: 96.885.920 - K
11 AGO 2014
RECEPCIÓN

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000961

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**N° 23**

S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Señor(es) | Northport SpA | RUT | 76.089.131-2 |
| Giro | Operación de Puertos | Fecha Emisión | 12 de Agosto de 2014 |
| Dirección | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | Comuna | PROVIDENCIA |
| Contacto | Fernando Bou | Vendedor | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago 1: 30% Anticipo del total de la Orden de Compra $[redacted] | [redacted] | [redacted] | EX | [redacted] |

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden Compra | 025-2014 | 12-08-2014 | Proy.0900.104 Sim. Portuaria Northport |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| Monto Exento | [redacted] |
| Total | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles Amery
7.621.957-5
22/Agosto/2014

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000962

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**Nº 21**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Señor(es) | Northport SpA | RUT | 76.089.131-2 |
| Giro | Operación de Puertos | Fecha Emisión | 12 de Agosto de 2014 |
| Dirección | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | Comuna | PROVIDENCIA |
| Contacto | Fernando Bou | Vendedor | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°1: Anticipo 50% del valor total $ [redacted] -OC N° 024-2014 | [redacted] | | EX | [redacted] |

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden Compra | 024 2014 | 04-08-2014 | Pr.0900.103 Ing.Conceptual Prelimar |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| Monto Exento | [redacted] |
| Total | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles M.
7.621.954-5
22/08/2014

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000963



**APUERTO INGENIERIA LIMITADA**
Giro: SERVICIOS Y SOLUCIONES INTEGRALES DE INGENIERIA
Rosario Sur 91 503 - LAS CONDES
eMail : GGUERRERO@APUERTO.CL Telefono : 2 2420632

R.U.T.: 76.182.616 - 6

FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA

Nº 55

S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

Fecha Emision: 27 de Agosto del 2014

SEÑOR(ES): NORTHPORT SPA
R.U.T.: 76.089.131 - 2
GIRO: PUERTOS Y AEROPUERTOS
DIRECCION: VITACURA 2939 PISO 8
COMUNA VITACURA CIUDAD: STGO
CONTACTO:

| Codigo | Descripcion | Cantidad | Precio | %Impto Adic.* | %Desc. | Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | Estado de Pago Final<br>Servicios de ingeniería para el estudio de propagación de oleaje desde aguas profundas hacia el sector del proyecto de acuerdo a presupuesto Nº 1432 rev. 2<br>(70%)<br>(230UF a $24.049,86)<br><br>Ref. Orden de Compra Nº 021-2014 | 1 gl | [redacted] | | | [redacted] |

IMPUESTO ADICIONAL $ 0
EXENTO $ [redacted]
TOTAL $ [redacted]

Timbre Electrónico SII
Res.86 de 2005 Verifique documento: www.sii.cl

000964

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**N° 30**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Señor(es)** | Northport SpA | **RUT** | 76.089.131-2 |
| **Giro** | Operación de Puertos | **Fecha Emisión** | 12 de Septiembre de 2014 |
| **Dirección** | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | **Comuna** | PROVIDENCIA |
| **Contacto** | Fernando Bou | **Vendedor** | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago 2: 30% a 30 días del anticipo | [redacted] | [redacted] | EX | [redacted] |

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden de Compra | 025-2014 | 12-08-2014 | Proy.0900.104 Simulación Portuaria North |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| **Monto Exento** | [redacted] |
| **Total** | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles Cruz
7.621.987-5
25/09/2014

[redacted]

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000965

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**Nº 37**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Señor(es)** | Northport SpA | **RUT** | 76.089.131-2 |
| **Giro** | Operación de Puertos | **Fecha Emisión** | 13 de Octubre de 2014 |
| **Dirección** | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | **Comuna** | PROVIDENCIA |
| **Contacto** | Fernando Bou | **Vendedor** | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°2: 50% Saldo Proyecto # 0900.102 Campaña de Invierno Northport | [redacted] | [redacted] | EX | [redacted] |

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden de Compra | 023-2014 | 30-07-2014 | Pr0900.102 Campaña de Invierno Northport |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| **Monto Exento** | [redacted] |
| **Total** | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles Cheny
7.621.957-5
17/Octubre/2014.

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000966

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**Nº 38**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Señor(es)** | Northport SpA | **RUT** | 76.089.131-2 |
| **Giro** | Operación de Puertos | **Fecha Emisión** | 13 de Octubre de 2014 |
| **Dirección** | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | **Comuna** | PROVIDENCIA |
| **Contacto** | Fernando Bou | **Vendedor** | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°2 Saldo 50% contra entrega de Informes finales. Total Orden de Compra.$ [redacted] | [redacted] | [redacted] | EX | [redacted] |

**REFERENCIAS**

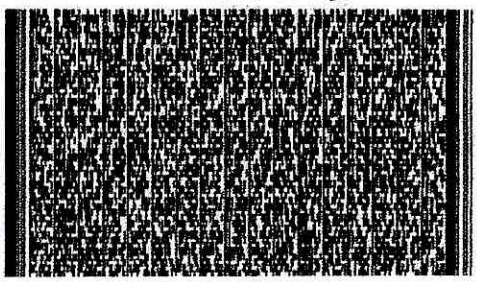
| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden de Compra | 024-2014 | 04-08-2014 | Pr. 0900.103 Ing. Conceptual Preliminar |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| Monto Exento | [redacted] |
| Total | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles Mm.
7.621.957-5
17/10/2014



Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000967

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**N° 40**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Señor(es)** | Northport SpA | **RUT** | 76.089.131-2 |
| **Giro** | Operación de Puertos | **Fecha Emisión** | 20 de Octubre de 2014 |
| **Dirección** | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | **Comuna** | PROVIDENCIA |
| **Contacto** | Fernando Bou | **Vendedor** | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°03: 40% saldo contra-entrega informes finales. | [redacted] | [redacted] | EX | [redacted] |

BAIRD [illegible] ES S.A.
R.U [illegible] 920-K
4 NOV 2014
RECEPCION

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden de Compra | 025-2014 | 12-08-2014 | Proy. 0900.104Simulación Portuaria North |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| Monto Exento | [redacted] |
| Total | [redacted] |

4101-03

Claudia Robles Overy

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www.sii.cl

000968

**MEJORES PRACTICAS ASOCIADOS SPA**
Giro: SERVICIOS DE ASESORIAS Y CONSULTORIAS DE INGENIERIA AMBIENTAL
JOSE DE MORALEDA 4909 - LAS CONDES
eMail : IGNACIO@BARANAO.CL Telefono : 2

**R.U.T.: 76.215.683 - 0**

**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**

**Nº 138**

**S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE**

2069973

SEÑOR(ES): NORTHPORT SPA
R.U.T.: 76.089.131 - 2
GIRO: MANIPULACION DE LA CARGA
DIRECCION: VITACURA 2939 PISO 8
COMUNA VITACURA CIUDAD: STGO
CONTACTO:

Fecha Emision: 30 de Octubre del 2014

| Codigo | Descripcion | Cantidad | Precio | %Impto Adic.* | %Desc. | Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | ANALISIS ESTRATEGICO<br>EN PROCESO DE CALIFICACION AMBIELTAL DE PROYECTO PUERTO PUNTA COTITIRA DETALLE PRIMERA CUOTA UF 72,50 SEGUN PROPUESTAS MP-85-2014 UF AL 30/OCT $24.320,67- | [redacted] | [redacted] | | | [redacted] |

IMPUESTO ADICIONAL $ [redacted]
EXENTO $ [redacted]
TOTAL $ [redacted]

Timbre Electrónico SII
Res.86 de 2005 Verifique documento: www.sii.cl

4101-03

Nombre: _____ RUT: _____ Fecha: _____ Recinto: _____ Firma _____

*" El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s) "*

**CEDIBLE**

Recibido OK
6/11/14

Noviembre 2014.

000969

DPI
INGENIEROS

**DESARROLLO PROYECTOS INGENIERIA LIMITADA**
Giro: SERVICIOS DE PROGRAMAS,ASESORIAS COMPUTACIONAL,SERVICIOS DE INGENIERIA
JUAN MOYA 236 - NUNOA
eMail : ALE@DPILTD.CL Telefono : 2 3567134

**R.U.T.: 76.394.670 - 3**
**FACTURA ELECTRONICA**
**Nº 83**
**S.I.I. - NUNOA**

SEÑOR(ES): NORTHPORT SPA
R.U.T.: 76.089.131 - 2
GIRO: PUERTOS Y AEROPUERTOS
DIRECCION: VITACURA 2939 PISO 8
COMUNA VITACURA CIUDAD: STGO
CONTACTO:

Fecha Emision: 05 de Noviembre del 2014

| Codigo | Descripcion | Cantidad | Precio | %Impto Adic.* | %Desc. | Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | 30% anticipo<br>Refraccion Sismica Proyecto Puerto Punta Cotitira | [redacted] | [redacted] | | | [redacted] |

| | | |
|---|---|---|
| MONTO NETO | $ | [redacted] |
| I.V.A. 19% | $ | [redacted] |
| IMPUESTO ADICIONAL | $ | 0 |
| TOTAL | $ | [redacted] |

Timbre Electrónico SII
Res.86 de 2005 Verifique documento: www.sii.cl

4201-03

Juan Herrera Quezada
5932295-8
7/11/2014

000970

# ~~FIGUEROA~~ Y DIAZ INGENIEROS ASOCIADOS S.A.

ESTUDIOS Y CONSULTORIAS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA


Santa Magdalena Nº 75 Of. 710 - PROVIDENCIA - SANTIAGO

Sucursales Oficinas Santiago

207-301-302-402-403-404-410-411-502-503-504-505

506-507-705-707-708-709-710-711-712-902

Sucursal Oficina Antofagasta

O'Higgins Nº 1338, Of. 1202 - Antofagasta

Fono: 2432 02 00 - Fax: 2432 02 51

www.fda.cl

fda@fda.cl


**R.U.T.: 77.760.300-0**

**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**

**Nº 1124**

**S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE**

FIGUEROA FDA INGENIEROS

**Santiago, 19 de enero de 2015**

**Señor(es):** Northport SPA

**Dirección:** Vitacura 2939, piso 8 **Comuna:** VITACURA

**Giro:** Manipulacion de la Carga **Ciudad:** SANTIAGO

**R.U.T.:** 76.089.131-2 **Fono:** $ **Cond. de pago:** 7 Segun Contrato

**Referencia:**

| Cantidad | Descripción | Precio Unitario | Valor |
|---|---|---|---|
| 1 | Servicios Profesionales correspondientes a: | [redacted] | [redacted] |
| 1 | Ingenieria Conceptual Proyecto Puerto NorthPort | 0 | 0 |
| 1 | OC N 027-2014 | 0 | 0 |
| 1 | EP N 5000-00-EP-EC-001 | 0 | 0 |

SON: DOCE MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS .--

Timbre Electronico S.I.I

Resolución 209 del 30/12/2009 Verifique Documento: http://www.sii.cl

Exento: $ [redacted]

Total : $ [redacted]

Cancelado por : _____

Observaciones:

4201-25

Nombre : _____ R.U.T. : _____

Recinto : _____ Fecha : _____ Firma : _____

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º, y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s)".

*Documento creado por www.facturacion.cl*

000971

**CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA**
SERVICIOS DE INGENIERIA
6 NORTE 981
VIÑA DEL MAR
TELEFONO: 2966036 - 2993246 FAX: 2993361

R.U.T.: 77.255.480-K
FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS
NO AFECTOS O EXENTOS DE I.V.A.
№ 999

S.I.I VIÑA DEL MAR

Fecha, 29 de Enero de 2015

Señor (es): Northport Spa

Dirección: Nueva de Lyon 96, oficina 204, Providencia Fono: 2-26551790

RUT: 76.089.131-2 Ciudad: Santiago

Giro:

Por lo siguiente: a: CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA DEBE

| Item | Cantidad | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | | 20% al inicio de los trabajos proyecto "Estudio de maniobrabilidad del Terminal Marítimo de Puente Cotitire en Patillos". O.C. N° 2015012 1 | | |

SON: [redacted]

CANCELADO ..... de ..... de .....

TOTAL $ [redacted]

Nombre: _____ R.U.T.: _____

Fecha: ____/____/20__ Recinto: _____ Firma: _____

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s).

Imprenta VICTORIA / Dieciocho 1781 - ☎ 254 4850 / 51 - Fax 254 4857 - SCHULZE Y CIA. LTDA. - Rut: 80.970.700-4

ORIGINAL. CLIENTE

DPI
INGENIEROS

**DESARROLLO PROYECTOS INGENIERIA LIMITADA**
Giro: SERVICIOS DE PROGRAMAS,ASESORIAS COMPUTACIONAL,SERVICIOS DE INGENIERIA
JUAN MOYA 236 - NUNOA
eMail : ALE@DPILTD.CL Telefono : 2 3567134

**R.U.T.: 76.394.670 - 3**

**FACTURA ELECTRONICA**

**Nº 85**

S.I.I. - NUNOA

SEÑOR(ES): NORTHPORT SPA
R.U.T.: 76.089.131 - 2
GIRO: PUERTOS Y AEROPUERTOS
DIRECCION: VITACURA 2939 PISO 8
COMUNA VITACURA CIUDAD: STGO
CONTACTO:

Fecha Emision: 10 de Febrero del 2015

| Codigo | Descripcion | Cantidad | Precio | %Impto Adic.* | %Desc. | Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | Refraccion Sismica<br>Proyecto Puerto Punta Cotitira segun Orden de Compra Nº 028-2014 | 1 | [redacted] | | | [redacted] |

| | | |
|---|---|---|
| MONTO NETO | $ | [redacted] |
| I.V.A. 19% | $ | [redacted] |
| IMPUESTO ADICIONAL | $ | 0 |
| TOTAL | $ | [redacted] |

Timbre Electrónico SII
Res.86 de 2005 Verifique documento: www.sii.cl

000973

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**Nº 68**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Señor(es)** | Northport SpA | **RUT** | 76.089.131-2 |
| **Giro** | Operación de Puertos | **Fecha Emisión** | 26 de Febrero de 2015 |
| **Dirección** | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | **Comuna** | PROVIDENCIA |
| **Contacto** | Jorge Harlowe | **Vendedor** | |

**DETALLE**

| Código | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N°01: Corresponde al 50% de anticipo del total Orden de Compra N° 20150223 | 1 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

**REFERENCIAS**

| Tipo Documento Referenciado | Folio | Fecha | Razón Referencia |
|---|---|---|---|
| Orden de Compra | 20150223 | 23-02-2015 | Pr. 0900.114 Northport MSR S. Portuaria |

**TOTALES**

| | |
|---|---|
| **Monto Exento** | [redacted] |
| **Total** | |

4201-25

Timbre Electrónico SII
Res. 45 de 2014 - Verifique documento: www

000974

# CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA

SERVICIOS DE INGENIERIA

6 NORTE 981

VIÑA DEL MAR

TELEFONO: 2966036 - 2993246 FAX: 2993361

**R.U.T.: 77.255.480-K**

**FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS**

**NO AFECTOS O EXENTOS DE I.V.A.**

**Nº 1023**

**S.I.I. VIÑA DEL MAR**

Fecha, 7 de Mayo de 2015

Señor (es): Nortiport SpA

Dirección: Nueva de Lyon 96, of 704 Providencia Fono:

RUT: 76.089.131-2 Ciudad: Santiago.

Giro:

Por lo siguiente: a: CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA DEBE

| Item | Cantidad | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | | 20% Correspondiente a la aprobación del informe técnico por parte del contratante y asesor. | | [redacted] |
| | | 10% Correspondiente al ingreso de los estudios al SHOA. | | [redacted] |
| | | Proyecto: Estudio de navegabilidad Terminal Punta Cotiara. | | |
| | | O.C. 20150121 | | |

| CONTABILIDAD | |
|---|---|
| Correlativo | 2015-6.004 |
| Egreso | |
| V°B° | |

SON: [redacted]

CANCELADO CIA. LTDA. de de

TOTAL $ [redacted]

Nombre: R.U.T.:

Fecha: / / 20 Recinto: Firma:

*El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s).

Imprenta VICTORIA (7 Oficios) 781 ☎ 254 4850 / 51 • Fax 254 4857 • SCHULZE Y CIA. LTDA. - Rut: 80.870.700-4

ORIGINAL: CLIENTE

DOC 075

# CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA

SERVICIOS DE INGENIERIA
6 NORTE 981
VIÑA DEL MAR
TELEFONO: 2966036 - 2993246 FAX: 2993361

**R.U.T.: 77.255.480-K**
**FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS**
**NO AFECTOS O EXENTOS DE I.V.A.**

**№ 1013**

S.I.I VIÑA DEL MAR

Fecha, 26 de marzo de 2015

Señor (es): Northport SpA

Dirección: Avenida de Lyon 96 Of. 204, Providencia Fono:

RUT: 76.089.131-2 Ciudad: Santiago.

Giro:

Por lo siguiente: a: **CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA** DEBE

| Item | Cantidad | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | 20% | Correspondiente al término de los trabajos en terreno de la campaña de verano. | | [redacted] |
| | 20% | Entrega planos e informe de la Campaña de Verano. | | [redacted] |
| | | Proyecto: "Estudio de maniobrabilidad del Terminal Marítimo de Punta Cotitira en Patillos". | | |
| | | O.C. N° 20150121 | | |

SON: [redacted]

CANCELADO ..... de ..... de .....

**TOTAL $** [redacted]

Nombre: _____ R.U.T.: _____

Fecha: ___ / ___ / 20___ Recinto: _____ Firma: _____

*El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s).

ImprentaVICTORIA / Checabuco 1781 - ☎ 254 4850 / 51 - Fax 254 4857 - SCHULZE Y CIA. LTDA. - Rut: 80.870.700-4

ORIGINAL: CLIENTE

000976

**ALEXIS ALDAYUZ Y COMPAÑIA LIMITADA**
GIRO: SERVICIOS DE INGENIERÍA, ARRIENDO DE EQUIPOS Y VEHÍCULOS
TELEFONOS: 2966036 - 2993246 - FAX: 2993361
6 NORTE 981,
VIÑA DEL MAR

R.U.T.: 77.211.670-5
**FACTURA**
№ 1658

S.I.I. VIÑA DEL MAR
"FECHA VIGENCIA EMISION HASTA 31.Diciembre.2015"

26 de Marzo de 2015

Señor(es): Northport SpA
Dirección: Nueva de Lyon 96 of. 204 Providencia
Rut.: 76.089.131-2 Ciudad: Santiago.
Giro:

Por lo siguiente: a: ALEXIS ALDAYUZ Y COMPAÑIA LIMITADA DEBE

| Cantidad | DETALLE | Precio Unitario | TOTAL |
|---|---|---|---|
| | Gastos Reembolsables Inspección SHOA, Punta Cotitira, Caleta Patillos.<br><br>Ref O.C. 20150121 | | |

Son: [redacted]

CANCELADO

de de 200

| | |
|---|---|
| NETO $ | [redacted] |
| % IVA $ | [redacted] |
| TOTAL $ | [redacted] |

Nombre: R.U.T.:
Fecha: / / 20 Recinto: Firma:

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º, y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s)."

Imprenta VICTORIA / Chacabuco 1781 • ☎ 254 4850 / 51 • Fax 254 4857 • SCHULZE Y CIA. LTDA. • Rut: 80.870.700-4

ORIGINAL: CLIENTE

000977

**ALEXIS ALDAYUZ Y COMPAÑIA LIMITADA**
GIRO: SERVICIOS DE INGENIERÍA, ARRIENDO DE EQUIPOS Y VEHÍCULOS
TELEFONOS: 2966036 - 2993246 - FAX: 2993361
6 NORTE 981,
VIÑA DEL MAR

R.U.T.: 77.211.670-5
**FACTURA**
№ 1659

S.I.I. VIÑA DEL MAR
"FECHA VIGENCIA EMISION HASTA 31.Diciembre.2015"

26 de marzo de 2015

Señor(es): Northport SpA
Dirección: Avenida del Leon 96 Of. 204 Providencia
Rut.: 76.089.131-2 Ciudad: Santiago.
Giro:

Por lo siguiente: a: ALEXIS ALDAYUZ Y COMPAÑIA LIMITADA DEBE

| Cantidad | DETALLE | Precio Unitario | TOTAL |
|---|---|---|---|
| | Gastos Reembolsables Inspector SHOA (alojamiento, comidas, traslados.) | | [redacted] |
| | Gastos Exentos Sra. | | [redacted] |
| | Ref. O.C. 20150121. | | |
| | Son: [redacted] | NETO $ | [redacted] |
| | CANCELADO | % IVA $ | [redacted] |
| | de de 200 | TOTAL $ | [redacted] |

Nombre: R.U.T.:
Fecha: / / 20 Recinto: Firma:

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º, y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s)."

Imprenta VICTORIA / Chacabuco 1781 • ☎ 254 4850 / 51 • Fax 254 4857 • SCHULZE Y CIA. LTDA. • Ruc 80.870.700-4

ORIGINAL: CLIENTE

000978

Baird
Innovation, Excellence & Service
Oceans, Lakes & Rivers

**BAIRD & ASSOCIATES S A**
Asesorías en proyectos y trabajos de ingeniería costera, hidráulica, ambiental y conceptual.
Desarrollo y Ventas de software de sistemas de información geográfica (S.I.G.)
Todo tipo de sondas y equipos para realizar prospecciones geológicas y afines.
Padre Mariano 181, Oficina 902 – Providencia – Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 2236-1222 Fax: (56-2) 2346-7903
Web: www.baird.com E-mail: info_chile@baird.com

**RUT 96.885.920-K**
**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**
**N° 86**
S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Señor(es) | Northport SpA | RUT | 76.089.131-2 |
| Giro | Operación de Puertos | Fecha Emisión | 13 de Abril de 2015 |
| Dirección | Nueva de Lyon 96, oficina 204 | Comuna | PROVIDENCIA |
| Contacto | Jorge Harlowe | Vendedor | |

**DETALLE**

| Codigo | Descripcion | Cantidad | Precio Unitario | Ind | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pago N° 01 Corresponde al 50% anticipo de la Orden de Compra N° 026-2014. Campaña de medición de oleaje de verano. Proyecto N° 0900.105 Campaña de Verano Norhtport | [redacted] | 1 | EX | [redacted] |

| CONTABILDAD | |
|---|---|
| Correlativo | 2015-04-003 |
| Egreso | |
| V°B° | |

**REFERENCIAS**

[redacted]

000979

## HUGO LUIS RIVEROS ZAMORANO

**BOLETA DE HONORARIOS ELECTRONICA**

**N ° 56**

**RUT: 4.696.003-3**
GIRO(S): SERVICIOS PERSONALES DE EDUCACION,
**ASESORIA Y DOCENCIA**
2 NORTE 1184 , VINA DEL MAR
TELEFONO: 2476908

**Fecha:** 01 de Junio de 2015

**Señor(es):** NORTHPORT SPA
**Domicilio:** VITACURA 2939, PISO 8, VITACURA

**Rut:** 76.089.131- 2

Por atención profesional:

| | |
|---|---|
| ASESORIA MARITIMA | 2.397.919 |
| **Total Honorarios $:** | 2.397.919 |
| **10 % Impto. Retenido:** | 239.792 |
| **Total:** | 2.158.127 |

Fecha / Hora Emisión: 01/06/2015 12:04

04696003000567323490

Res. Ex. N° 83 de 30/08/2004
Verifique este documento en www.sii.cl

El contribuyente para el cual está destinada esta boleta, es el encargado de retener el 10%.

11201602091910

Fecha / Hora Impresión: 09/02/2016 19:10

**HUGO LUIS RIVEROS ZAMORANO**

**BOLETA DE HONORARIOS ELECTRONICA**

**N ° 57**

**RUT: 4.696.003-3**
GIRO(S): SERVICIOS PERSONALES DE EDUCACION,
**ASESORIA Y DOCENCIA**
2 NORTE 1184 , VINA DEL MAR
TELEFONO: 2476908

**Fecha:** 01 de Junio de 2015

**Señor(es):** NORTHPORT SPA
**Domicilio:** VITACURA 2939, PISO 8, VITACURA

**Rut:** 76.089.131- 2

Por atención profesional:

| | |
|---|---|
| ASESORIA MARITIMA | 1.930.968 |
| **Total Honorarios $:** | 1.930.968 |
| **10 % Impto. Retenido:** | 193.097 |
| **Total:** | 1.737.871 |

Fecha / Hora Emisión: 01/06/2015 12:12

0469600300057A7DC8BE
Res. Ex. N° 83 de 30/08/2004
Verifique este documento en www.sii.cl

El contribuyente para el cual está destinada esta boleta, es el encargado de retener el 10%.

11201602091911

Fecha / Hora Impresión: 09/02/2016 19:11

OOC 981

# CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA

SERVICIOS DE INGENIERIA

6 NORTE 981

VIÑA DEL MAR

TELEFONO: 2966036 - 2993246 FAX: 2993361

**R.U.T.: 77.255.480-K**

**FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS**

**NO AFECTOS O EXENTOS DE I.V.A.**

**Nº 1033**

**S.I.I VIÑA DEL MAR**

Fecha, 17 de Junio de 2015

Señor (es): Nortpost S.A

Direccion: Nueva de Lyon 96, Of. 204 Providencia Fono:

RUT: 96-089.131-2 Ciudad: Santiago.

Giro:

Por lo siguiente: a: CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA DEBE

| Item | Cantidad | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | | 15% Correspondiente al inicio de los trabajos, proyecto: "Estudio de maniobrabilidad del Terminal Marítimo de Punta Cotitira en Patillo". Ref. O.C. Nº 2015-0616 | | |

| CONTABILIDAD | |
|---|---|
| Correlativo | 2015-06-003 |
| Egreso | |
| V°B° | |

SON: [redacted]

CANCELADO LTDA. de de

TOTAL $ [redacted]

Nombre: R.U.T.:

Fecha / /20 Recinto: Firma:

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s).

Oficina VICTORIA 7 Oficio 1701 - Tel. 253 1950 V.51 - Fax 254 4857 - SCHULZE Y CIA. LTDA. - Rut. 80.870.700-4

ORIGINAL CLIENTE

MEJORESprácticas

**MEJORES PRACTICAS ASOCIADOS SPA**
Giro: SERVICIOS DE ASESORIAS Y CONSULTORIAS DE INGENIERIA AMBIENTAL
JOSE DE MORALEDA 4909 - LAS CONDES
eMail : IGNACIO@BARANAO.CL Telefono : 2

**R.U.T.: 76.215.683 - 0**

**FACTURA NO AFECTA O EXENTA ELECTRONICA**

**Nº 192**

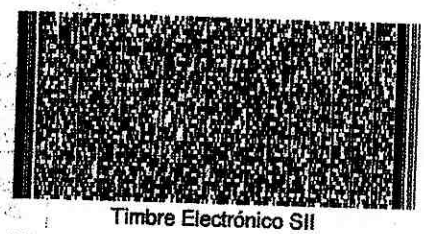
2069973

S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE

SEÑOR(ES): NORTHPORT SPA
R.U.T.: 76.089.131 - 2
GIRO: MANIPULACION DE LA CARGA
DIRECCION: VITACURA 2939 PISO 8
COMUNA VITACURA CIUDAD: STGO
CONTACTO:

Fecha Emision: 27 de Julio del 2015

| Codigo | Descripcion | Cantidad | Precio | %Impto Adic.* | %Desc. | Valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ANALISIS ESTRATEGICO<br>EN PROCESO DE CALIFICACION AMBIELTAL DE<br>PROYECTO PUERTO PUNTA COTITIRA<br>DETALLE : CUOTA 2 UF 30<br>UF AL 27/7/2015 $ 25.070,44 | [redacted] | [redacted] | | | [redacted] |



Timbre Electrónico SII
Res.86 de 2005 Verifique documento: www.sii.cl

IMPUESTO ADICIONAL $ [redacted]
EXENTO $ [redacted]
TOTAL $ [redacted]

000983

# SERVICIO HIDROGRAFICO Y OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA

GIRO: GOBIERNO CENTRAL, VENTA DE CARTAS Y PUBLICACIONES NAUTICAS
Errázuriz 232/254 - Playa Ancha
Casilla 324 - Valparaíso - Fono 2266718
Fax (56) 32 2266542
Fono/Fax (AB) 32 2266706
VALPARAISO

SALA DE VENTAS
Melgarejo 59 - local 5 - Fono/Fax 2591169
VALPARAISO

**Rut.: 61.102.015-5**

FACTURA ELECTRONICA

Nº 1443

S.I.I. - VALPARAISO

**Valparaíso,** 11/08/2015
**Señor(es):** NORTHPORT SPA
**Dirección:** NUEVA DE LEYTON 96, OF. 204, PROVIDENCIA.
**Giro:** PUERTOS Y AEROPUERTOS

Referencia: FAX 24/003
Rut: 76.089.131-2
Comuna: SANTIAGO
Teléfono:

**Por lo siguiente:** **a : Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada** **DEBE**

| CANTIDAD | DETALLE | V.UNITARIO | DESCUENTO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| 1.0 | REVISIONES | [redacted] | | [redacted] |

SOLC.196/2015.REVIS.DEL INF.TECN.CORRESP. AL ESTUDIO DE CORRIENT. CAMPAÑA DE VERANO,EFECT. EN EL SECTOR DE PTA. COTITIRA CALETA PATILLOS, I REGION.CANCELADO EL 04/08/2015.

SERVICIO HIDROGRAFICO Y OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA
11 AGO 2015
CANCELADO

SON [redacted]

| | |
|---|---|
| NETO | [redacted] |
| IVA 19% | |
| TOTAL | |

**ACUSE DE RECIBO**

**NOMBRE :** _____

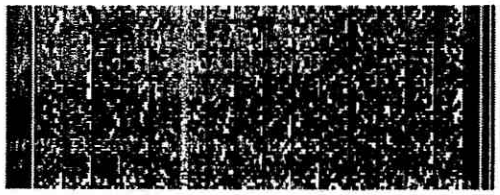
**RUT :** _____

**FECHA :** _____

**RECINTO:** _____

.....
Firma

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del art. 4o y la letra C) del art. 5o de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s)."



Timbre Electrónico SII
Res. 45 del 2012

Verifique este documento en www.sii.cl

Recibido
CH. 16534111

# CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA

SERVICIOS DE INGENIERIA

6 NORTE 981

VIÑA DEL MAR

TELEFONO: 32 2966036 - 32 2993246 FAX: 32 2993361

OOC984

R.U.T.: 77.255.480-K

FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS

NO AFECTOS O EXENTOS DE I.V.A.

Nº 1062

S.I.I VIÑA DEL MAR

Fecha, 16 de noviembre de 2015

Señor (es): Northport SPA

Dirección: Nueva de Lyon 96, Of. 204 Providencia Fono:

RUT: 76.089.131-2 Ciudad: Santiago

Giro:

Por lo siguiente: a: CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA DEBE

| Item | Cantidad | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | | 10% Correspondiente a la aprobación de los estudios por parte del SHOA.<br><br>O.C. 20150121 | | |

SON: [redacted]

CANCELADO ..... de ..... de .....

TOTAL $ [redacted]

Nombre: R.U.T:

Fecha: ___ / ___ / 20___ Recinto: Firma:

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s).

Imprenta VICTORIA / Chacabuco 1781 - ☎ 322 544 850 / 51 - SCHULZE Y CIA. LTDA. - Rut: 80.870.700-4

ORIGINAL: CLIENTE

Pocos
OC 1683412

000985

**ALEXIS ALDAYUZ Y COMPAÑIA LIMITADA**

GIRO: SERVICIOS DE INGENIERÍA, ARRIENDO DE EQUIPOS Y VEHICULOS

TELEFONOS: 32 2966036 - 32 2993246 - FAX: 32 2993361

6 NORTE 981,

VIÑA DEL MAR

**R.U.T.: 77.211.670-5**

**FACTURA**

**Nº 1724**

S.I.I VIÑA DEL MAR

"FECHA VIGENCIA EMISION HASTA 30.Junio.2016"

16 de noviembre de 2015

Señor(es): Nortipost SPA

Dirección: Avenida de Lyon 96, Of. 204 Providencia

Rut.: 76.089131-2 Ciudad: Santiago

Giro:

Por lo siguiente: a: ALEXIS ALDAYUZ Y COMPAÑIA LIMITADA DEBE

| Cantidad | DETALLE | Precio Unitario | TOTAL |
|---|---|---|---|
| | Gastos Reembolsables Inspector SHOA. (Traslado, alojamiento y comidas) + Costo de Inspección. | | |

Son: [redacted]

CANCELADO

de de 20

| | |
|---|---|
| NETO $ | [redacted] |
| % IVA $ | [redacted] |
| TOTAL $ | [redacted] |

Nombre: R.U.T.:

Fecha: / /20 Recinto: Firma:

"El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º, y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s)."

ImprentaVICTORIA / Chacabuco 1781 - ☎ 322 544 850 / SI - SCHULZE Y CIA. LTDA. - Rut. 80.870.700-4

ORIGINAL: CLIENTE

000986

# CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA

SERVICIOS DE INGENIERIA
6 NORTE 981
VIÑA DEL MAR
TELEFONO: 32 2966036 - 32 2993246 FAX: 32 2993361

R.U.T.: 77.255.480-K
FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS
NO AFECTOS O EXENTOS DE I.V.A.

Nº 1064

S.I.I VIÑA DEL MAR

Fecha, 27 de Noviembre de 2015

Señor (es): Northport SPA

Dirección: Nueva de Lyon 96, Of 204 Providencia Fono:

RUT: 76.089.131-2 Ciudad: Santiago

Giro:

Por lo siguiente: a: CONSULTORA E INGENIERIA GEOMAR LIMITADA DEBE

| Item | Cantidad | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | | 15% Término trabajo en terreno | | [redacted] |
| | | 70% Envío planos e informe Campaña de invierno. | | [redacted] |
| | | Proyecto: Estudio de Maniobrabilidad del Terminal Marítimo de Punta Cotitira en Patillos. | | |
| | | Ref O.C. 20150616 | | |
| | | 7 | | [redacted] |

SON: [redacted]

CANCELADO ..... de ..... de .....

TOTAL $ [redacted]

Nombre: _____ R.U.T.: _____

Fecha: ___/___/20___ Recinto: _____ Firma: _____

*El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s).

Imprenta VICTORIA / Chacabuco 1791 - ☎ 322 544 850 / SI - SCHULZE Y CIA. LTDA. - Rut: 80.870.700-4

ORIGINAL: CLIENTE

# NORTHPORT SpA

## CRONOGRAMA Y AVANCES DEL PROYECTO

ULTIMOS 18 MESES

| | |
|---|---|
| 30 de Junio de 2014 | Pago Primer Semestre, Concesión Marítima |
| 14 de Agosto de 2014 | Estudio de Propagación de Oleaje, que busca definir, en base a bibliografía oceanográfica, cómo afecta el oleaje imperante en la operación del puerto. |
| 09 de Octubre de 2014 | Estudio de Respuesta del Buque atracado, encargado a la empresa Baird, el cual a través de un simulador de alta tecnología y software especial asociado, manejando parámetros de entrada tales como el viento, oleaje y corrientes, simula el comportamiento real del buque atracado y permite determinar cuál será la disponibilidad del puerto y cuál sería la orientación ideal del mismo. |
| 09 de Octubre de 2014 | Informe de Clima de Olas, encargado a la empresa Baird, poseedora de una base de datos proveniente del proyecto "Olas de Chile" validado por el Servicio Hidrográfico de la Armada (SHOA) y que posee un catastro de olas de los últimos 30 años, en este estudio se definieron las alturas de olas asociadas a los 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años y como afectarían al terminal marítimo. |
| 14 de Octubre de 2014 | Estudio de Simulación Portuaria, encargado a la empresa Baird, el cual por medio de simulación dinámica del puerto permitió analizar el desempeño del terminal portuario bajo diversos escenarios de tasa efectiva de transferencia, número de sitios, opciones de remolcador y planes de producción; integrando en el proceso la disponibilidad climática definida en los estudios de oleaje y respuesta de buque. A partir del análisis de los resultados se estableció cuál es la combinación óptima de número de sitios, límite de operación de los remolcadores y las tasas efectivas de embarque mínimas que permitirían una operación adecuada del terminal. |
| 12 de Noviembre de 2014 | Pago Segundo Semestre, Concesión Marítima |
| 12 de Enero de 2015 | Ingeniería Conceptual Terrestre Avanzada, desarrollado por la empresa FDA Ingeniería Ltda, el cual a través del análisis de distintas disciplinas (Mecánica, Industrial, Eléctrica, etc) busca definir y estructurar la Ingeniería Básica necesaria para la construcción de las obras civiles y operación terrestre del puerto; cabe destacar que este estudio se realiza sobre la base de que el Ministerio de Bienes Nacionales otorgara la Concesión/Arriendo del terreno necesario para el proyecto, situación que hasta la fecha no ha sucedido y nos ha impedido seguir avanzando en la ingeniería de detalle y licitación de las obras. |
| 14 de Enero de 2015 | Se despacha Carta al Secretario Regional de Bienes Nacionales, insistiendo en nuestra necesidad de obtener una Concesión de Uso Oneroso de Largo Plazo sobre los terrenos propiedad de bienes nacionales y que necesita el proyecto |

VTA

# NORTHPORT SpA

| | |
|---|---|
| 21 de Enero de 2015 | Revisión de Eventuales Cambios de la Línea Base Ambiental, solicitado a la empresa Mejores Prácticas Asociados SpA., a través de este informe se busca definir eventuales cambios que hubieran ocurrido en la Línea Base Ambiental desde la fecha de la obtención de la Resolución de Calificación Ambienta, cabe destacar que el resultado de esta revisión determina que no existen cambios en la Línea Base Ambiental |
| 02 de Febrero de 2015 | Se obtiene Resolución del Servicio Hidrográfico de la Armada que autoriza el inicio de los Estudios Oceanográficos realizados por la empresa GEOMAR |
| 03 de Febrero de 2015 | Estudio de Refracción Marina, estudio desarrollado por la empresa Desarrollos de Proyectos de Ingeniería Ltda, que busca determinar la calidad del fondo marino para la construcción de las obras civiles marítimas (Pilotes, Cabezos, etc) |
| 03 de Febrero de 2015 | Se recibe carta del SEREMI de Bienes Nacionales en el cual se le solicita a nuestra empresa los antecedentes necesarios para la redacción del contrato y Boleta de Garantía de Compromiso de Seriedad. |
| 09 de Marzo de 2015 | Se despachan antecedentes solicitados por SEREMI de Bienes Nacionales incluyendo Boleta de Garantía |
| 20 de Marzo de 2015 | Se solicita al Ingeniero en Transporte Marítimo y Consultor Marítimo Hugo Riveros, que desarrolle un estudio de Maniobrabilidad para el puerto, con el cual se busca definir los límites de operación y maniobras necesarias para el normal funcionamiento del puerto en sus operaciones de Atraque, Desatraque, Carga, etc. Actualmente se encuentra en etapa de actualización de la información obtenida en los últimos 2 años. |
| 02 de Julio de 2015 | Carta del Servicio Hidrográfico de la Armada (SHOA) informando que termino la revisión de la Campaña de Invierno de los Estudios Oceanográficos y solicitando el pago de la misma, pago realizado el 04 de Agosto de 2015 |
| 29 de Julio de 2015 | Pago Primer Semestre, Concesión Marítima |
| 13 de Agosto de 2015 | Se recibe carta de SEREMI de Bienes Nacionales, en la cual se nos solicita ampliar el plazo de la Boleta de Garantía. |
| 27 de Agosto de 2015 | Se hace entrega a la SEREMI de Bienes Nacionales, la Boleta de Garantía renovada conforme a lo solicitado. |
| 01 de Noviembre de 2015 | Estudios Oceanográficos con validez SHOA, requeridos a la empresa GEOMAR Ltda, por medio de mediciones de Corrientes, Mareas, Viento; se busca determinar cuál es el nivel de incidencia en la operación y maniobras de esas variables climáticas y oceánicas. |
| 20 de Noviembre de 2015 | Preinforme de Estudio de Oleaje con validez SHOA, estudio solicitado a la empresa Baird, el cual a través de mediciones prácticas e históricas busca determinar el oleaje real preponderante en el área del proyecto. El estudio actualmente se encuentra en etapa de revisión por el SHOA. |
| 30 de Noviembre de 2015 | Pago Segundo Semestre, Concesión Marítima |
| 11 de Diciembre de 2015 | Pago de Cobro Suplementario de Contribuciones sobre terreno de playa de la Concesión Marítima. |

# NORTHPORT SpA

21 de Diciembre de 2015 Pago de Contribuciones sobre terreno de playa de la Concesión Marítima.

## ACTIVIDADES DEL PROYECTO

PRÓXIMOS 12 MESES (2016 – 2017)

| | |
|---|---|
| Febrero 2016 | Resultados Simulación Terminal Flexible, encargado a Baird para determinar Downtime Climático y de Operación, Disponibilidad del Terminal, Tamaño y Uso de las Canchas de Acopio, etc. |
| Marzo 2016 | -Encargo del estudio de Batimetría, para posterior presentación al SHOA |
| | -Revisión y actualización de la Maniobrabilidad, Hugo Riveros |
| Marzo-Abril 2016 | Revisión y actualización del Estudio de Ingeniería Básica desarrollado por la empresa FDA |
| Marzo – Mayo 2016 | Obtención de la Concesión /Arriendo de terreno de Bienes Nacionales |
| Abril - Junio 2016 | -Desarrollo de la Ingeniería de Detalle Terrestre, por FDA |
| | -Desarrollo de la Ingeniería de Detalle Marítima, por BAIRD |
| | -Definición de áreas y necesidades básicas de las diversas instalaciones de faenas |
| Junio -Agosto 2016 | -Elaboración de las Bases de Licitación de las diferentes especialidades ingenieriles: obras civiles, mecánicas, eléctricas, tanto en el área terrestre como marítima. Definición de posibles participantes. |
| | -Elaboración de las solicitudes de cotización definitivas para los suministros y equipos más relevantes: pilotes, cargador portuario, correa transportadoras, chutes de carga, sistema de granulometría e impregnación, etc. Definición de posibles participantes. |
| | -Elaboración de borradores de Contratos para las diferentes licitaciones |
| Septiembre 2016 | -Publicación de las Licitaciones de las diferentes Obras |
| | -Elaboración de Bases de Licitación para el Leasing y/o Arriendo de vehículos y maquinaria |
| Noviembre 2016 | Cierre de Recepción de ofertas por Obras |
| Diciembre 2016 | -Revisión de Ofertas y Adjudicación de Obras |
| | -Licitación por Leasings/Arriendos de maquinarias y vehículos |
| | -Licitación para ITOs de Obras |
| Enero – Febrero 2017 | Firma de Contrato e Inicio de Obras<br>etc |

000988 VTA

# NORTHPORT SpA

**NOTA FUNDAMENTAL AL CRONOGRAMA:** El ritmo de las actividades está gobernado por el hito de la Obtención de la Concesión /Arriendo del terreno por parte de Bienes Nacionales, ya que sólo entonces se puede ingresar a los terrenos. Un atraso en este hito tendrá inmediato impacto en el desarrollo de las actividades que se tienen programadas con posterioridad al mismo.

Nueva de Lyon 96, oficina 204, Providencia, Santiago
+562 26551791

NORTHPORT SpA



# OTROS ANTECEDENTES

Archivador 2/2

NORTHPORT

SpA

# INDICE DE OTROS ANTECEDENTES

1. Antecedentes de Bienes Nacionales:
    a. 16 de Enero 2015, Solicitud para Revisar Estatus de Obtención de Concesión de Uso Oneroso de Largo Plazo
    b. 03 de Febrero de 2015, Respuesta SEREMI BSNS solicitando antecedentes para redacción del contrato y envío de Boleta de Garantía.
    c. 09 de Marzo de 2015, Carta con antecedentes solicitados y Boleta de Garantía.
    d. 12 de Agosto de 2015, Oficio Bienes Nacionales en el cual se solicita aumentar la vigencia de boleta de garantía.
    e. 26 de Agosto de 2015, Carta respuesta a oficio Bienes Nacionales y despacho de nueva boleta de garantía.
2. Facturas y boletas a empresas que han desarrollado los estudios e informes.
3. Cronograma
4. Otros Antecedentes
    a. Comprobantes de Pago, Concesión Marítima y Terreno de Playa
    b. Resolución del SHOA que aprueba el inicio de los estudios Oceanográficos
    c. Carta SHOA informando que han terminado la revisión de los estudios de la campaña de invierno de los Estudios Oceanograficos y solicitando el pago correspondente
    d. Boleta de Deposito costos de Revision SHOA de la Campaña de Invierno
    e. Estado de Contrato a Riesgo y otros de la empresa Baird & Associates S.A.
    f. Cotización ThyssenKrupp Industrial Solutions, Cargador de Barco
    g. Cotización ThyssenKrupp Industrial Solutions, Correas Transportadoras

Servicio de Impuestos Internos

SR.(A) FISCO NORTHPORT SPA
NUEVA LYON 96 DP 204
PROVIDENCIA
* Rol: 04343-002 "0063510"

63124

tesoreria.cl

# COBRO SUPLEMENTARIO DE CONTRIBUCIONES

Santiago, noviembre de 2015

Como ya le informamos anteriormente, el SII ha modificado las contribuciones de su propiedad, generando cobro suplementario por los períodos indicados en el recibo adjunto. Estos cobros tienen fecha de vencimiento el 31 de Diciembre de 2015 y su pago se podrá realizar vía Internet en www.sii.cl o bien, con el presente boletín, en los bancos o instituciones financieras autorizadas.

Además, le recordamos que en www.sii.cl Ud. podrá pagar en línea cualquier cuota de contribuciones, incorporándose en el caso de las cuotas vencidas los reajustes e intereses correspondientes.

Los bienes raíces incorporados a las bases del SII, pueden registrar en este boletín cobros de aseo municipal cuyo monto es determinado anualmente por su municipalidad.

## ANTECEDENTES DE LA PROPIEDAD ACTUALIZADOS AL SEGUNDO SEMESTRE DE 2015

| FORM. 30 | 07 | NUMERO DE ROL | COMUNA | DIRECCION O NOMBRE DE LA PROPIEDAD |
|---|---|---|---|---|
| | | 04343-002 | 002 | C.M. PL 58/07 -S PTA COTITIRA-PATILLO |
| NOMBRE COMUNA | | | R.U.T. | NOMBRE PROPIETARIO |
| IQUIQUE | | | 76.089.131-2 | FISCO NORTHPORT SPA |
| DESTINO DE LA PROPIEDAD | | | AVALUO TOTAL | AVALUO EXENTO / AVALUO AFECTO |
| SITIO ERIAZO | | | $ 57.209.118 | $ 0 / $ 57.209.118 |

## DETALLE DE CUOTAS SUPLEMENTARIAS

| 00 | 002043430020127 | | VENCIMIENTO 31/12/2015 |
|---|---|---|---|
| SUPLEMENTARIO 2do. SEM. 2012 | | 154 | 368.215 |
| SOBRETASA SITIO NO EDIFICADO | | 157 | 0 |
| SOBRETASA 0,025% | | 200 | 7.671 |
| SOBRETASA 0,275% | | 250 | 0 |
| ASEO MUNICIPAL | | 304 | 0 |
| **TOTAL SEMESTRE** | | **091** | **375.886** |

| 00 | 002043430029132 | | VENCIMIENTO 31/12/2015 |
|---|---|---|---|
| SUPLEMENTARIO 1er. SEM. 2013 | | 154 | 343.254 |
| SOBRETASA SITIO NO EDIFICADO | | 157 | 0 |
| SOBRETASA 0,025% | | 200 | 7.151 |
| SOBRETASA 0,275% | | 250 | 0 |
| ASEO MUNICIPAL | | 304 | 0 |
| **TOTAL SEMESTRE** | | **091** | **350.405** |

| 00 | 002043430020135 | | VENCIMIENTO 31/12/2015 |
|---|---|---|---|
| SUPLEMENTARIO 2do. SEM. 2013 | | 154 | 343.254 |
| SOBRETASA SITIO NO EDIFICADO | | 157 | 0 |
| SOBRETASA 0,025% | | 200 | 7.151 |
| SOBRETASA 0,275% | | 250 | 0 |
| ASEO MUNICIPAL | | 304 | 0 |
| **TOTAL SEMESTRE** | | **091** | **350.405** |

| 00 | 002043430029140 | | VENCIMIENTO 31/12/2015 |
|---|---|---|---|
| SUPLEMENTARIO 1er. SEM. 2014 | | 154 | 343.254 |
| SOBRETASA SITIO NO EDIFICADO | | 157 | 0 |
| SOBRETASA 0,025% | | 200 | 7.151 |
| SOBRETASA 0,275% | | 250 | 0 |
| ASEO MUNICIPAL | | 304 | 0 |
| **TOTAL SEMESTRE** | | **091** | **350.405** |

| 00 | 002043430020143 | | VENCIMIENTO 31/12/2015 |
|---|---|---|---|
| SUPLEMENTARIO 2do. SEM. 2014 | | 154 | 343.254 |
| SOBRETASA SITIO NO EDIFICADO | | 157 | 0 |
| SOBRETASA 0,025% | | 200 | 7.151 |
| SOBRETASA 0,275% | | 250 | 0 |
| ASEO MUNICIPAL | | 304 | 0 |
| **TOTAL SEMESTRE** | | **091** | **350.405** |

| 00 | 002043430029159 | | VENCIMIENTO 31/12/2015 |
|---|---|---|---|
| SUPLEMENTARIO 1er. SEM. 2015 | | 154 | 343.254 |
| SOBRETASA SITIO NO EDIFICADO | | 157 | 0 |
| SOBRETASA 0,025% | | 200 | 7.151 |
| SOBRETASA 0,275% | | 250 | 0 |
| ASEO MUNICIPAL | | 304 | 0 |
| **TOTAL SEMESTRE** | | **091** | **350.405** |

| 00 | | | |
|---|---|---|---|
| SUPLEMENTARIO 2do. SEM. 2015 | | 154 | |
| SOBRETASA SITIO NO EDIFICADO | | 157 | |
| SOBRETASA 0,025% | | 200 | |
| SOBRETASA 0,275% | | 250 | |
| ASEO MUNICIPAL | | 304 | |
| **TOTAL SEMESTRE** | | **091** | |

**PAGUESE HASTA**
31/12/2015

**TOTAL A PAGAR**
**$ 2.127.911**

FIRMA Y TIMBRE DEL CAJERO

CONTRIBUYENTE

Al momento de efectuar su pago, exija su **"Comprobante de Pago Electrónico"**, si la Institución Recaudadora no posee este servicio, exija el **"Timbre y/o Código de Autorización"** en su formulario para pago.

TESORERIA GENERAL
DE LA REPUBLICA

# Aviso Recibo Portal

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nombre: FISCO NORTHPORT SPA | | | Folio | 0007 | 0024343415 |
| Direccion | 0006 | C.M. PL 58/07-S | Comuna | 0008 | IQUIQUE |
| Rut/Rol | 0000 | 204343002415-7 | Formulario: 30 | Vencimiento | 0015 | 30-11-2015 |

| Descripción | Código | Valor | Descripción | Código | Valor |
|---|---|---|---|---|---|
| ROL-SUBROL | 0010 | 04343-002 | CUOTA-AÑO | 0040 | 4-15 |
| TIPO DE ROL | 0100 | 0 | PTAJE CONDONC | 0881 | 70 |
| NRO.RESOL.TGR. | 0922 | 0 | FECHAEMISIONCARGO | 9215 | 20150819 |
| CONTRIB.MUNICIPAL | 0154 | 171.628 | 0.025%AVAL.AFECTO | 0200 | 3.576 |
| FECHA VIG. RESOL. | 0915 | 20151231 | | | |

| | |
|---|---|
| Valido Hasta | 31-12-2015 |
| Fecha Emision | 14-12-2015 |

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL A PAGAR PLAZO | 91 | 175.204 |
| REAJUSTES | 92 | 701 |
| MONTO INTERES | 931 | 2.639 |
| COND.AUTOMAT.RT | 95 | 1.848 |
| TOTAL A PAGAR | 94 | 176.696 |




CID

12140572235215123103016113

- Documento generado a las: 10:40
- Si esta deuda está en Cobranza Judicial, etapa de remate, es conveniente informar su pago a la Tesorería que corresponda.
- De conformidad al art. 192 inc. 2 Cod. Trib., la obligación señalada está acogida a condonación de intereses y sanciones.

TESORERIA GENERAL
DE LA REPUBLICA

# FORMULARIO 10

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre: NORTHPORT SPA | | | | Folio | 0007 | 1435888 |
| Direccion | 0006 | NUEVA DE LYON N° 96 OF. 304 | | Comuna | 0008 | PROVIDENCIA |
| Rut/Rol | 0003 | 76089131-2 | Formulario: 10 | Vencimiento | 0015 | 30-11-2015 |

| Descripción | Código | Valor | Descripción | Código | Valor |
|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COM.INFRAC. | 0018 | IQUIQUE | CAUSA DEL COBRO | 0031 | SEGUNDO SEMESTRE 2015 |
| CANTIDAD UNIDMONET | 0045 | 247,24 | UNIDAD MONETARIA | 0046 | UTM |
| VALOR $ UNID.MONET | 0047 | 44.776,00 | MOTIVO DEL INGRESO Y OT. DAT. | 0052 | 247,2359 |
| FECHA DESDE | 0054 | 01-07-2015 | FECHA HASTA | 0064 | 31-12-2015 |
| NRO. DECRETO/RES. | 0067 | 290 | FECHA DECRETO/RES. | 0068 | 20-05-2011 |
| ORGANIS.DECRET/RES | 0069 | SUBSEC PARA LAS FF.AA. | | | |
| D°.FISC.CONC.MARIT | 0317 | 11.070.235 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Valido Hasta | 30-11-2015 | TOTAL A PAGAR PLAZO | 91 | 11.070.235 |
| Fecha Emision | 23-11-2015 | | | |

CID

1123188686721513001011513

- Documento generado a las: 15:23
- Si esta deuda está en Cobranza Judicial, etapa de remate, es conveniente informar su pago a la Tesorería que corresponda.



TESORERIA GENERAL
DE LA REPUBLICA

# FORMULARIO 10

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nombre: NORTHPORT SPA | | | Folio | 0007 | 1351714 |
| Direccion | 0006 | NUEVA DE LYON N° 96 OF.304 | Comuna | 0008 | IQUIQUE |
| Rut/Rol | 0003 | 76089131-2 | Formulario: 10 | Vencimiento | 0015 | 31-07-2015 |

| Descripción | Código | Valor | Descripción | Codigo | Valor |
|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COM.INFRAC. | 0018 | IQUIQUE | CAUSA DEL COBRO | 0031 | PRIMER SEMESTRE DE 2015 |
| CANTIDAD UNIDMONET | 0045 | 247,24 | UNIDAD MONETARIA | 0046 | UTM |
| VALOR $ UNID.MONET | 0047 | 43.848,00 | MOTIVO DEL INGRESO Y OT. DAT. | 0052 | 247.2359 |
| FECHA DESDE | 0054 | 01-01-2015 | FECHA HASTA | 0064 | 30-06-2015 |
| NRO. DECRETO/RES. | 0067 | 290 | FECHA DECRETO/RES. | 0068 | 20-05-2011 |
| ORGANIS.DECRET/ RES | 0069 | SUBSEC PARA LAS FF.AA | | | |
| D°.FISC.CONC.MARI T | 0317 | 10.840.800 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Valido Hasta | 31-07-2015 | TOTAL A PAGAR PLAZO | 91 | 10.840.800 |
| Fecha Emision | 22-07-2015 | | | |

CID

07221871633515073101018214

- Documento generado a las: 10:59
- Si esta deuda está en Cobranza Judicial, etapa de remate, es conveniente informar su pago a la Tesorería que corresponda.

BCO. DE CREDITO E INVERSIONES
2 3
CAJA
29 JUL 2015
PROVIDENCIA

000995

TESORERIA GENERAL
DE LA REPUBLICA

# FORMULARIO 10

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nombre: NORTHPORT SPA | | | Folio | 0007 | 1066881 |
| Direccion | 0006 | NUEVA DE LYON N°96 OF.304 | Comuna | 0008 | PROVIDENCIA |
| Rut/Rol | 0003 | 76089131-2 Formulario: 10 | Vencimiento | 0015 | 30-11-2014 |

| Descripción | Código | Valor | Descripción | Código | Valor |
|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COM.INFRAC. | 0018 | IQUIQUE | CAUSA DEL COBRO | 0031 | PAGO CC.MM.SEGUNDO SEMESTRE 2014. |
| CANTIDAD UNIDMONET | 0045 | 247,24 | UNIDAD MONETARIA | 0046 | UTM |
| VALOR $ UNID.MONET | 0047 | 42.770,00 | MOTIVO DEL INGRESO Y OT. DAT. | 0052 | 247,24 |
| FECHA DESDE | 0054 | 01-07-2014 | FECHA HASTA | 0064 | 31-12-2014 |
| NRO. DECRETO/RES. | 0067 | 290 | FECHA DECRETO/RES. | 0068 | 20-05-2011 |
| ORGANIS.DECRET/ RES | 0069 | SUBECFFAA | | | |
| D°.FISC.CONC.MARIT | 0317 | 10.574.455 | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Valido Hasta | 30-11-2014 | TOTAL A PAGAR PLAZO | 91 | 10.574.455 |
| Fecha Emision | 12-11-2014 | | | |

CID

11121849306514113001010 21K

- Documento generado a las: 12:18
- Si esta deuda está en Cobranza Judicial, etapa de remate, es conveniente informar su pago a la Tesorería que corresponda.

Suc. Nueva Providencia

TESORERIA GENERAL
DE LA REPUBLICA

006996

# FORMULARIO 10

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre: NORTHPORT SPA | | | | Folio | 0007 | 965972 |
| Direccion | 0006 | NUEVA DE LYON N° 96 OF. 204 | | Comuna | 0008 | PROVIDENCIA |
| Rut/Rol | 0003 | 76089131-2 | Formulario: 10 | Vencimiento | 0015 | 30-06-2014 |

| Descripción | Código | Valor | Descripción | Código | Valor |
|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COM.INFRAC. | 0018 | IQUIQUE | CAUSA DEL COBRO | 0031 | PAGO CC.MM. PRIMER SEMESTRE 2014 |
| CANTIDAD UNIDMONET | 0045 | 247,24 | UNIDAD MONETARIA | 0046 | UTM |
| VALOR $ UNID.MONET | 0047 | 42.052,00 | MOTIVO DEL INGRESO Y OT. DAT. | 0052 | 247.2359 |
| FECHA DESDE | 0054 | 01-01-2014 | FECHA HASTA | 0064 | 30-06-2014 |
| NRO. DECRETO/RES. | 0067 | 290 | FECHA DECRETO/RES. | 0068 | 20-05-2011 |
| ORGANIS.DECRET/RES | 0069 | SUBSECFFAA | | | |
| D°.FISC.CONC.MARIT | 0317 | 10.396.764 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Valido Hasta | 30-06-2014 | TOTAL A PAGAR PLAZO | 91 | 10.396.764 |
| Fecha Emision | 10-06-2014 | | | |

CID

06101844199314063001011516

- Documento generado a las: 09:51
- Si esta deuda está en Cobranza Judicial, etapa de remate, es conveniente informar su pago a la Tesorería que corresponda.

# 471 TESORERIA GENERAL DE LA REPUBLICA

000997

## FORMULARIO 10

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nombre: NORTHPORT SPA | | Folio | 0007 828983 |
| Direccion | 0006 NUEVA DE LYON N° 96 OF. 204 | Comuna | 0008 PROVIDENCIA |
| Rut/Rol | 0003 76089131-2 Formulario: 10 | Vencimiento | 0015 30-11-2013 |

| IDescripcion | C6digo | Valor | Descripcion | Codigo | Valor |
|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COM.INFRAC. | 0018 | IQUIQUE | CAUSA DEL COBRO | 0031 | PAGO CC.MM. SEGUNDO SEMESTRE 2013 |
| CANTIDAD UNIDMONET | 0045 | 137,24 | UNIDAD MONETARIA | 0046 | UTM |
| VALOR $ UNID.MONET | 0047 | 40.731,00 | MOTIVO DEL INGRESO Y OT. DAT. | 0052 | 137.2359 |
| FECHA DESDE | 0054 | 01-07-2013 | FECHA HASTA | 0064 | 31-12-2013 |
| NRO. DECRETO/RES. | 0067 | 290 | FECHA DECRETO/RES. | 0068 | 20-05-2011 |
| ORGANIS.DECRET/ RES | 0069 | SUBSECFFAA | | | |
| D°.FISC.CONC.MARI T | 0317 | 5.589.922 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Valido Hasta | 30-11-2013 | TOTAL A PAGAR PLAZO | 91 | 5.589.922 |
| Fecha Emision | 09-11-2013 | | | |

CID

1109183718031311300101081K

- Document° generado a las: 00:41
- Si esta deuda esta en Cobranza Judicial, etapa de remate, es conveniente informar su pago a la Tesoreria que corresponda.

BCO. DE CRÉDITO E INVERSIONES 25 CAJA PROVIDENCIA

. 000998

TESORERIA GENERAL
DE LA REPUBLICA

# FORMULARIO 10

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nombre: NORTHPORT SPA | | | Folio | 0007 | 777667 |
| Direccion | 0006 | NUEVA DE LYON N° 96 OF. 204 | Comuna | 0008 | PROVIDENCIA |
| Rut/Rol | 0003 | 76089131-2 Formulario: 10 | Vencimiento | 0015 | 31-08-2013 |

| Descripción | Código | Valor | Descripción | Código | Valor |
|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COM.INFRAC. | 0018 | IQUIQUE | CAUSA DEL COBRO | 0031 | PAGO CC.MM. PRIMER SEMESTRE 2013 |
| CANTIDAD UNIDMONET | 0045 | 137,24 | UNIDAD MONETARIA | 0046 | UTM |
| VALOR $ UNID.MONET | 0047 | 40.326,00 | MOTIVO DEL INGRESO Y OT. DAT. | 0052 | 137.2359 |
| FECHA DESDE | 0054 | 01-01-2013 | FECHA HASTA | 0064 | 30-06-2013 |
| NRO. DECRETO/RES. | 0067 | 290 | FECHA DECRETO/RES. | 0068 | 20-05-2011 |
| ORGANIS.DECRET/ RES | 0069 | SUBSECFFAA | | | |
| D°.FISC.CONC.MARI T | 0317 | 5.534.175 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Valido Hasta | 31-08-2013 | TOTAL A PAGAR PLAZO | 91 | 5.534.175 |
| Fecha Emision | 16-08-2013 | | | |

CID

08161834345513083101013613

- Documento generado a las: 05:39
- Si esta deuda está en Cobranza Judicial, etapa de remate, es conveniente informar su pago a la Tesorería que corresponda.

**ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.**

Estimados:
**Sr. Edgardo Corominas**
**Asesor Obras Maritimas**
**Baird & Associates**
Presente

| | |
|---|---|
| Your ref.: | Correo Electronico Enviado 07-08-2015 |
| Our ref.: | TKIS-B-546 |
| Date: | 26-08-2015 |
| Phone: | (56-2)2 244 2299 |

**Ref.: Proyecto North Port**

26 de Agosto de 2015

Estimados:

Tenemos el agrado de presentar para su gentil consideración nuestra oferta Presupuestaria +/- 25% TKIS-B-546-2015.

El alcance considera el diseño y suministro de uno (1) Cargador de Barcos Radial para el Proyecto North Port, según su solicitud en correo electrónico enviado el 07-08-2015.

Deseamos manifestarle nuestro agradecimiento por haber considerado a ThyssenKrupp como posible proveedor para este proyecto y confiamos en que nuestra propuesta contará con una buena acogida.

Sin otro particular, le saluda atentamente,

**Flavia Campos**
Gerente de Propuestas
ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Nueva de Lyon 72, Of. 1502, Providencia
Santiago - Chile
Teléfono: 56-2-22442299

001000

**ThyssenKrupp Industrial Solutions**

Radial Shiploader for NorthPort
TKIS Ref. 12668
.../1

# BUDGET PRICE PROPOSAL

## FOR

## ONE RADIAL SHIPLOADER
## 2,500 t/h

CONFIDENCIAL




St. Ingbert, August 21st, 2015

**ThyssenKrupp Industrial Solutions**

Radial Shiploader for NorthPort
TKIS Ref. 12668
.../2

CONFIDENCIAL

**CONTENT**


1. **General Description of the Radial Shiploader**
2. **Codes and Standards for the Design**
3. **Battery Limits**
4. **Technical Data**
5. **Scope of Supply**
6. **Exclusions**
7. **List of Weights and Prices**
8. **Commercial Terms and Conditions**
8. **Attachments**
   Typical Drawing (No. 4420121) of proposed Radial Shiploader

## 1. General Description of the Radial Shiploader

The radial shiploader is electrically operated with luffing boom and shuttling carriage equipped with a loading chute incl. trimming spoon, similar to the attached typical drawing No. 4420121. The portal bridge is supported by a travel gear running on a radial curved railtrack and by a fixed pivot point for allowing the radial movement of the bridge.

The shiploader serves the purpose to transport salt with a design loading capacity of 2,500 t/h from the upper stream conveyor onto ships.

The material coming from the upper stream conveyor to each feeding point is transported via the boom conveyor to the loading chute, which distributes the material in the ship holds of vessels up to a size of max. 75,000 DWT (max. distance between first and last hatch 180 m) without warping the vessel and max. 125,000 DWT with the necessity of moving the ships during loading operation.

The operation of the shiploader can be controlled from the operator's cabin, which is located at the front end of the bridge girder.




CONFIDENCIAL

## 2. Codes and Standards for Design

| | |
|---|---|
| Structural Steel: | FEM Section II 2131 equal to ISO 5049/1, Class B |
| Material grade as per: | EN 10025 |
| i.e. plates | S235JRG2, S355J2G3 |
| sections | S235JRG2 |
| walkways, floor, platforms, handrails | S235JR or equivalent national standards of manufacturers |
| Mechanical Parts: | FEM - ISO and DIN |
| Electrical Parts: | IEC, DIN, VDE |
| Safety Regulations: | UVV (German Accident Prevention Regulations) |

**Design wind speeds**

| | | |
|---|---|---|
| Maximum wind speed during loading | 20 | m/s |
| Maximum storm wind speed in tie-down condition | 45 | m/s |
| Seismic loads | None | |

CONFIDENCIAL

## 3. Battery Limits

The battery limits are located on top of the quadrant rail and on top of the concrete foundation for the pivot point.

For the material feeding from the conveyor system, the discharge chute at the end of the feeding conveyor to the shiploader represents the battery limit.

For the electrical/control system the feeding point at the shiploader pivot point represents the battery limit.

CONFIDENCIAL

## 4. Technical Data

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Material to Be Handled** | | | |
| Material | | Salt | |
| Bulk Density: | | 2.1 | t/m³ |
| **Ships size to be loaded** | | | |
| - without warping the ships | max. | 75,000 DWT (distance first to last hatch max. 180 m) | |
| - with warping the ships | max. | 125,000 DWT | |
| **Loading capacity** | | | |
| Design loading capacity | | 2,500 | t/h |
| **Main dimensions** | | | |
| Max. length from pivot point to centre of loading chute, extended | | 130 | m |
| Shuttling way upper carriage | | 40 | m |
| Radius of rail track | | 60 | m |
| Slewing range of operation | | -45° to +45° | |
| Horizontal loading length | approx. | 180 | m |
| **Boom luffing** | | | |
| Luffing range | | | |
| - in operating condition | approx. | -10° to +10° | |
| - parking position | approx. | +25° | |
| Luffing time from -10° to 25°: | approx. | 5 | min |
| **Bridge radial travel gear** | | | |
| Travelling speed | | 15 | m/min |
| Max. wheel load in operation | | 350 | kN |
| Runner wheel diameter | | 630 | mm |
| Rail Type (assumed) | | A 100 or equal | |
| **Pivot point** | | | |
| Support system | | spherical bearing | |
| **Boom conveyor** | | | |
| Belt width | | 1200 | mm |
| Belt speed | | 3.5 | m/s |
| Throughed angle | | 35° | |

CONFIDENCIAL

**ThyssenKrupp Industrial Solutions**

Radial Shiploader for NorthPort
TKIS Ref. 12668
.../7

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Boom shuttling upper carriage** | | | |
| Length of travel | | 40.0 | m |
| Travel speed | | 15 | m/min |
| **Electric power** | | | |
| Total installed power | approx. | 600 kW | |
| **Dead weight** | | | |
| One radial shiploader | approx. | 660 | tons |

CONFIDENCIAL

## 5. Scope of Supply

**One radial shiploader, consisting of:**

**Mechanical Parts,** consisting of:

- Boom belt conveyor
- Loading chute with trimming spoon
- Boom shuttling gear upper carriage
- Boom luffing gear
- Pivot point
- Bridge radial travel gear

**Steel Structure,** consisting of:

- Portal bridge
- Pylon
- Boom
- Upper carriage

**Electrical Equipment,** consisting of:

- Incoming feeder
- Low voltage switchgear
- PLC system
- Local devices
- Operator's cabin
- Control desk in the cabin
- motors
- lighting
- Electric house
- Mounting and installation material

CONFIDENCIAL

## 2.0 Exclusions

Not included in our offer are all works and supplies not mentioned therein, in particular:

- all earth, masonry, concrete and other craftsman work
- all required adapting and modification works at existing facilities and those to be built
- feeding conveyor
- erection, commissioning and test run
- supervision of erection, commissioning and test run
- spare parts
- power supply to the pivot point
- supply and erection of the shiploader´s rail track incl. buffer stops
- counterweights made out of concrete
- all costs for local authorities approvals, customs import duties and all taxes levied outside the country of origin

## 3.0 List of Weights and Prices

| | Weight in tons approx. | Price in EURO approx. |
|---|---|---|
| One Radial Shiploader<br>Supply according Item 5.<br>FOB Port of Shipment | 660 | [redacted] |

CONFIDENCIAL

## 4.0 Commercial Terms and Conditions

**Prices**
Our budget prices are to be understood for delivery FOB European Port of Shipment according to Incoterms 2010, including seaworthy packing.

The additional cost for CIF-transportation, erection and commissioning can be assumed in the magnitude of approx. 30 to 35 % of the FOB delivery price.

**Basis of Prices**
Our prices are roughly estimated budget prices only and not binding. They are based on the cost level anticipated for delivery in 2015.

Furthermore our prices are based on the assumption that there are no restrictions regarding sourcing of material and manufacture.

**Delivery Period FOB**
Approx. 15 months. Delivery period to be understood after receipt of a formal order and after clarification of all technical and commercial details.

**Terms of Payment**
Our prices are based on suitable cash payment terms, with an advance payment at the time of contract award, an intermediate payment and the rest against shipping documents out of an irrevocable, confirmed Letter of Credit, opened and confirmed free of cost to Vendor.

**Taxes and Duties**
All taxes, duties and expenses levied or to be paid outside the countries of origin shall be for account of the Buyer.

We hope that our offer meets your requirements and look forward to hearing from you.

**THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG**

CONFIDENCIAL

**ThyssenKrupp Industrial Solutions**

Radial Shiploader for NorthPort
TKIS Ref. 12668
.../11

## 5.0 Additional Technical Documents

Typical Drawing (No. 4420121) of proposed Radial Shiploader

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

Engineering
made by ThyssenKrupp

References Referenzen
Références Referencias

**Schiffsbelader**

**Shiploaders**

**Chargeur de Bateaux**

**Cargedores de Buques**

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

# Shiploader

| Translation | Übersetzung | Traduction | Traducción |
|---|---|---|---|
| Purchaser | Besteller | Client | Cliente |
| Location | Aufstellungsort | Lieu d'installation | Lugar de instalación |
| Year of construction | Baujahr | Annèe de construction | Año de construcción |
| Type of construction | Bauart | Type de construction | Tipo de construcción |
| Capacity t/h (Bags/h) | Leistung t/h (Säcke/h) | Débit t/h (sacs/h) | Capacidad t/h (sacos/h) |
| Material handled | Fördergut | Produits à manutentionne | Material a transportar |
| Ships size | Schiffsgröße | Dimension de navire | Dimensión de buque |
| | **Design features:** | **Bauart:** | **Type de construction:** | **Tipo de construcción:** |
| FWL | Longitudinal travelling | längsfahrbar | translation longitudinale | translación longitudinal |
| FWR | Travelling quadrant | radialfahrbar | translation radiale | translación radial |
| FWLI | Linear travelling | linear fahrbar | linéaire | lineal |
| ST | Stationary | stationär | stationnaire | estacionario |
| B | Bridge type | Brücke | pont | puente |
| SW | Boom slewing | schwenkbar | orientable | giratorio |
| HW | Boom luffing | Hubwerk | mécanisme de levage | mecanismo de elevación |
| VK | Shuttle conveyor head | Vorschubkopf | tête rétractile | cabeza retráctil |
| OW | Traversing carriage | Oberwagen | chariot supérieur | carro superior |
| L | Bulk material | Losgut | Matière en vrac | Material a granel |
| S | Bags, loose goods | Säcke, Stückgut | Sacs | Sacos |
| LS | Combined for bulk and bags | Los- und Stückgut, kombiniert | Matière en vrac et sacs | Material a granel y sacos |
| | **Ships:** | **Schiffe:** | **Navires:** | **Buques:** |
| | Seagoing vessels | Hochseeschiffe | Navires de haute mer | Buques de alta mar |
| | Coastal vessels | Küstenschiffe | Caboteurs | Barcos costeros |
| | River barges | Flußschiffe | Bateaux fluviaux | Barcos fluviales |

Referenzen der Unternehmen Demag, Polysius, O & K, Krupp India, PWH, PHB, Krupp Industrietechnik sowie der heutigen ThyssenKrupp Resource Technologies und ihrer Auslandsgesellschaften.

Um die Referenzliste übersichtlich zu halten, beginnt sie mit den Lieferungen aus dem Baujahr 1970.

References of the companies Demag, Polysius, O & K, Krupp India, PWH, PHB, Krupp Industrietechnik as well as the ThyssenKrupp Resource Technologies of today and its foreign subsidiaries.

In order to keep the reference list clear, it is starting with equipment , the year of construction of which was 1970.

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

# Shiploader

| Translation | Übersetzung | Traduction | Traducción |
|---|---|---|---|
| **Material handled:** | **Fördergut:** | **Produit à manutentionner:** | **Material a transportar:** |
| Alumina | Tonerde | Alumine | Alúmina |
| Amonium sulphate | Amoniumsulfat | Sulfate d'ammonium | Sulfato de amonio |
| Apatite | Apatit | Apatite | Apatita |
| Bauxite | Bauxit | Bauxite | Bauxita |
| Cement | Zement | Ciment | Cemento |
| Clinker | Klinker | Clinker | Clinker |
| Coal | Kohle | Charbon | Carbón |
| Coke | Koks | Coke | Coque |
| Coper concentrate | Kupferkonzentrat | Cuivre concentré | Concentrado de cobre |
| Crome ore | Chromerz | Minerai de chrome | Mineral de cromo |
| Fertilizer | Düngemittel | Engrais | Fertilizante |
| Fertilizer granulate | Düngemittel Granulat | Engrais granulé | Fertilizante granulados |
| Gold concentrate | Goldkonzentrat | Or concentré | Concentrado de oro |
| Grain | Getreide | Céréales | Cereales |
| Heavy soda | Schwer-Soda | Soude lourde | Sosa pesada |
| Iron ore | Eisenerz | Minerai de fer | Mineral de hierro |
| Kaolin | Kaolin | Kaolin | Caolín |
| Limestone | Kalkstein | Calcaire | Piedra caliza |
| Pellets | Pellets | Boulettes | Pellets |
| Petroleum coke | Petrolkoks | Coke de pétrole | Coque de petróleo |
| Phosphate | Phosphat | Phosphate | Fosfato |
| Potash | Kalisalz | Potasse | Sales potásicas |
| Pyrite | Pyrit | Pyrite | Pirita |
| Rice | Reis | Riz | Arroz |
| Rock salt | Steinsalz | Sel gemme | Sal gema |
| Rock phosphate | Steinphosphat | Phosphate pierreux | Piedra de fosfato |
| Salt | Salz | Sel | Sal |
| Sand (calcareous) | Sand (kalkhaltig) | Sable (calcaire) | Arena (calcáreo) |
| Sintermagnesite | Sintermagnesit | Magnésite frittée | Magnesita sinterizada |
| Soda ash | Soda-Asche | Cendre de soude | Ceniza de sosa |
| Stone coal | Steinkohle | Charbon | Carbón de piedra |
| Sugar | Zucker | Sucre | Azúcar |
| Sulphur | Schwefel | Sulfure | Sulfuro |
| Urea | Harnstoff | Urée | Urea |
| KCL | KCL | KCL | KCL |
| DAP | DAP | DAP | DAP |
| MAP | MAP | MAP | MAP |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

# Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Union Chimique Belge (UCB)<br>Zandvoorde / Belgium | Zandvoorde<br>Belgium | 1970 | FWL<br>SW<br>HW<br>S | 70<br>(1400 à 50 kg) | Fertilizers | River barges up to 14 m width |
| 2 | Nabalco<br>Sydney / Australia | Gove<br>Australia | 1971 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 2 200 | Bauxite<br>Alumina | 60 000 |
| 3 | Comp. des Bauxites de Guinée (CBG), Boké | Boké<br>Guinea | 1971 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 4 200 | Bauxite | 35 000<br>- 65 000 |
| 4 | Comalco Industries Pty. Ltd.,<br>Weipa / Australia | Weipa<br>Australia | 1971 | FWL<br>SW<br>HW<br>L | 6 500 | Bauxite | 100 000 |
| 5 | Terminals Salineiros de Rio Grande do Norte S.A. (Termisa)<br>Rio de Janeiro / Brazil | Areira Branca<br>Brazil | 1971 | FWR-B<br>HW<br>VK<br>L | 1 500 | Rock salt | 6 000<br>- 25 000 |
| 6 - 7 | Nihon Ammonia Company<br>Tokyo / Japan | Japan | 1971 | L | (2 000) | Fertilizers | |
| 8 - 9 | Puerto Autónome de Huelva | Huelva<br>Spain | 1971 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 1 500 | Pyrite | 1 000<br>- 30 000 |
| 10 | Aluminium Oxid Stade GmbH<br>Hamburg | Stade<br>Germany | 1972 | FWL<br>SW-HW<br>VK<br>L | 1 200 | Alumina | Seagoing vessels |
| 11 | NV Koninklijke Nederlandse Soda Industrie<br>Delfzijl / Netherlands | Delfzijl-Buitenhaven<br>Netherlands | 1972 | FWR-B<br>HW<br>VK<br>L | 500 | Salt | 20 000 |
| 12 | Scalistiri-Magnesitwerk<br>Athens / Greece | Mantoudi<br>Greece | 1972 | FWR-B<br>HW<br>L | 1 000 | Sinter magnesite | 20 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | Mineracoes Brasileiras Reunidas S.A. ( M.B.R.) | Guaiba Island Brazil | 1973 | FWL SW-HW VK L | 10 500 | Iron ore, Pellets | 150 000 - 300 000 |
| 14 - 15 | Verenigd Overslagbedrijf Maasvlakte N.V. (VOM) Rotterdam / Netherlands | Maasvlakte Netherlands | 1973 | FWL HW VK L | 7 000 | Iron ore, coal | River barges and coastal vessels |
| 16 | AB Cementa Malmö / Sweden | Limhamn Sweden | 1974 | FWR-B HW L | 1 000 | Cement, Clinker | 15 000 - 27 000 |
| 17 | Cementos Especiales S.A. Madrid / Spain | Fuerteventura Spain | 1974 | ST SW VK L | 1 200 | Sand (calcareous) | 3 000 - 5 000 |
| 18 | Hierro Patagonico de Sierra Grande S.A. Minera Buenos Aires / Argentina | Punta Colorada Argentina | 1975 | FWR-B HW VK L | 2 000 | Iron ore pellets | 10 000 -20 000 |
| 19 | Centro Industrial de Aratu Bahia / Brazil | Caboto Brazil | 1975 | FWL HW VK L | 2 400 | Urea | 100 000 |
| 20 | Orba Corporation Fairfield / N.J. / USA | Superior USA | 1975 | FWL HW VK L | 10 000 | Coal | 62 000 |
| 21 | V/O Techmashimport Moscow / Russia | Odessa Russia | 1976 | FWL HW VK L | 1 000 | Urea | 5 000 - 30 000 |
| 22 - 24 | V/O Techmashimport Moscow / Russia | Odessa Russia | 1976 | FWL HW VK S | 100 (2000 à 50 kg) | Urea | 5 000 - 25 000 |
| 25 | V/O Techmashimport Moscow / Russia | Odessa Russia | 1976 | FWL HW VK S | 500 (2000 à 50 kg) | Urea | 5 000 - 30 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 - 27 | V/O Techmashimport<br>Moscow / Russia | Ventspils<br>Russia | 1976 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 1 500 | Potash | 1 300<br>- 45 000 |
| 28 - 29 | Gollin Holdings Ltd.,<br>Sydney / Australia | Port Waratah<br>Australia | 1976 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 2 250 | Coal | 30 000<br>-120 000 |
| 30 | The Hashemite Kingdom of Jordan<br>Amman / Jordan | Aqaba<br>Jordan | 1976 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 2 100 | Phosphate | 100 000 |
| 31 | Canakkale<br>Ciments Sanayii A. S.<br>Turkey | Canakkale<br>Turkey | 1977 | FWL<br>SW-HW<br>LS | 500<br>(2000 à 50 kg) | Cement,<br>Clinker | 30 000 |
| 32 | Canakkale<br>Ciments Sanayii A. S.<br>Turkey | Canakkale<br>Turkey | 1977 | FWL<br>SW-HW<br>S | 100<br>(2000 à 50 kg) | Cement | 3 000 |
| 33 - 34 | International Handling<br>Amsterdam / Netherlands | Marsa el Brega<br>Libya | 1977 | FWL<br>SW-HW<br>LS | 500<br>(2700 à 50 kg) | Urea | 25 000 |
| 35 | Heurtey Industries<br>Sepa-Gabes<br>Tunisia | Gabes<br>Tunisia | 1978 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 500 | Fertilizers | 10 000<br>- 50 000 |
| 36 | Trans Terminal Service (TTS)<br>Dunkerque / France | Dunkerque<br>France | 1978 | FWL<br>SW-HW<br>S | 120<br>(1 800 - 2 400<br>à 50 or 100 kg) | Sugar | 3 000<br>- 20 000 |
| 37 | The Broken Hill Proprietary Company Ltd.<br>Sydney | Gladstone<br>Australia | 1979 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 4 000 | Coal | 25 000<br>- 120 000 |
| 38 | LKAB<br>Luossavaara-Kirunavaara A.B.<br>Stockholm / Sweden | Narvik<br>Norway | 1979 | ST<br>SW<br>VK<br>L | 800 | Apatite | 3 000<br>- 10 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39 - 40 | PIC | Kuwait | 1979 | FWL SW-HW LS | 250 (2 400 à 50 kg) | Urea, Amonium sulphate | 8 000 - 25 000 |
| 41 - 42 | Spie-Batignolles, Paris / France | Aqaba Jordan | 1979 | FWL SW-HW L | 2 000 1 500 | KCL DAP/MAP | 50 000 |
| 43 | Portnet | Richards Bay South Africa | 1979 | FWLI HW L | 2 500 | Rock phosphate Chrome ore | 20 000 - 80 000 |
| 44 | Ruhrkohle AG, Essen / Germany | Duisburg Germany | 1980 | FWL SW-HW L | 1 000 600 | Coal, Coke | 1 400 - 2 800 |
| 45 | Dragados, Spain | La Coruna Spain | 1980 | FWL VK L | 120 | Petroleum coke | 2 400 |
| 46 | Copetro Buenos Aires / Argentina | La Plata Argentina | 1980 | FWL SW-HW L | 600 | Petroleum coke | 20 000 - 35 000 |
| 47 - 49 | Fertimex, Mexico | Pajaritos Mexico | 1980 | FWL SW-HW S | 330 (2 400 à 50 kg) | Urea | 5 000 - 40 000 |
| 50 - 52 | Fertimex, Mexico | Lazaro Cardenas Mexico | 1981 | FWL SW-HW S | 440 (2 400 à 50 kg) | Urea | 5 000 - 40 000 |
| 53 - 54 | Royal Commission Jubail | Jubail Saudi Arabia | 1981 | FWL HW VK LS | 350 (1 800 à 50 kg) | Urea | 5 000 - 40 000 |
| 55 | Riseria Guidotto, Bologna, Italy | Ravenna Italy | 1981 | FWL SW-HW S | 75 (1 500 à 50 kg) | Rice | 3 000 - 10 000 |
| 56 - 57 | Abu Dhabi National Oil Co. ADNOC, Fertil | Ruwais Abu Dhabi United Arab. Emirates | 1981 | FWL SW-HW LS | 400 (2 000 à 50 kg) | Fertilizer granulate | 25 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | Trans Terminal Service Dunkerque / France | Dunkerque France | 1981 | FWL SW-HW S | 120 (1 800 - 2 400 à 50 or 100 kg) | Sugar | 3 000 - 20 000 |
| 59 | Kuwait National Petroleum Co. KNPC Kuwait | Mina el-Ahmadi Kuwait | 1982 | FWL SW-HW L | 400 | Sulphur | 16 000 |
| 60 | Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) Rotterdam | Maasvlakte Netherlands | 1982 | FWL HW VK LS | 6 000 5 500 | Iron ore, Coal | 3 000 - 150 000 |
| 61 | N.V. Stocatra SA Antwerpen / Belgium | Antwerpen Belgium | 1982 | FWL HW VK L | 3 000 1 500 | Iron ore, Coal | 6 000 |
| 62 | Kobe Steel Japan | Bintulu Malaysia | 1983 | FWL SW-HW VK LS | 440 ( 2400 à 50 kg) | Urea | 20 000 |
| 63 | Dominion Bridge Engineers Canada | Tarahan Indonesia | 1983 | FWL HW VK L | 4 500 | Coal | 9 200 - 40 000 |
| 64 | The Queensland Cement & Lime Co. Ltd. | Gladstone Australia | 1983 | FWR HW VK L | 2 000 | Cement, Clinker | 11 000 - 25 000 |
| 65 | Port Waratah Coal Services Newcastle / Australia | Port Waratah Australia | 1983 | FWL HW VK L | 2 500 | Coal | 30 000 - 120 000 |
| 66 | Kooragang Coal Loader Ltd. | Port Waratah Australia | 1983 | FWL-B HW VK L | 10 500 | Coal | 40 000 - 180 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 67 | RBCT | Richards Bay South Africa | 1983 | FWLI HW L | 10 000 | Coal | 20 000 - 195 000 |
| 68 | Westshore Terminals Ltd., Canada | Roberts Bank, British Columbia | 1983 | FWL HW VK L | 7 000 | Coal | 45 000 - 250 000 |
| 69 | General Organisation for Phosphates and Mines | Tartous Syria | 1985 | FWL HW VK L | 1 000 | Phosphate | 25 000 |
| 70 | Ports Corporation Aqaba | Aqaba Jordan | 1985 | ST HW VK L | 1 000 | Phosphate | 20 000 |
| 71 - 72 | Transimpex Foreign Trade Organization Sofia | Varna Bulgarija | 1986 | FWL SW-HW VK LS | 400 (2 400 à 50 kg) | Soda ash, Heavy Soda | 5 000 - 25 000 |
| 73 | Bulk Grains Queensland | Brisbane Australia | 1986 | FWL SW-HW L | 2 200 | Grain | 80 000 |
| 74 | Comalco Industries Pty. Ltd. Weipa / Australia | Weipa Australia | 1986 | FWLI VK L | 800 | Kaolin | 20 000 |
| 75 - 77 | China National Technical Import Corp. Bejing / China | Qinhuangdao China | 1987 | FWL HW VK L | 6 500 | Coal | 16 000 - 100 000 |
| 78 - 79 | Machinoimport Moscow / Russia | Vostochny Russia | 1990 | FWL HW VK L | 3 600 | Coal | 5 000 - 96 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

# Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 - 81 | PT-Kaltim-Prima-Coal | Tanjung Bara Indonesia | 1990 | FWR-B HW VK L | 4 200 | Coal | 30 000 - 180 000 |
| 82 | V / O Techmashimport Moscow / Russia | Odessa Russia | 1990 | FWL HW VK L | 1 000 | Urea | 10 000 -50 000 |
| 83 | Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) Rotterdam / Netherlands | Maavslakte Netherlands | 1991 | FWL HW VK L | 7 000 5 000 | Coal, Iron ore | Coastal Vessels |
| 84 - 85 | National Chemical Fertilizer Company IBN-AL-Baytar Al Jubail | Al Jubail Saudi Arabia | 1991 | FWL SW-HW S | 400 (2 000 à 50 kg) | Urea | 5 000 - 50 000 |
| 86 | P.T. Arutmin Indonesia | Arutmin Indonesia | 1991 | FWL HW VK L | 4 800 | Coal | 10 000 -150 000 |
| 87 | Lagoven S.A. | Amuay Venezuela | 1992 | FWLI OW L | 1 100 | Petroleum coke | 20 000 - 60 000 |
| 88 - 89 | Safco Al Jubail | Al Jubail Saudi Arabia | 1992 | FWL SW-HW LS | 350 (1 800 à 50 kg) | Urea | 5 000 - 50 000 |
| 90 | Maraven S.A. | Cardon Venezuela | 1993 | FWLI HW OW L | 2 000 | Coke | 30 000 - 60 000 |
| 91 | N.I.S.C. Bandar Abbas | Bandar Abbas Iran | 1993 | FWL SW-HW VK L | 3 350 | Iron Ore | 30 000 - 60 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 92 | Qatar Liquefied Gas | Qatar | 1994 | FWL HW VK L | 1 200 | Sulphur | 40 000 |
| 93 | Kooragang Coal Leader Ltd. | Port Waratah Australia | 1994 | FWL HW VK L | 10 500 | Coal | 250 000 |
| 94 | Alumbrera | Rosario Argentinia | 1996 | ST SW-HW VK L | 1 400 | Coper and gold concentrate | 60 000 |
| 95 - 96 | Ssang Yong | Dong-Hae Korea | 1997 | FWL SW-HW L | 2 200 | Limestone | 50 000 |
| 97 | Los Angeles Export Terminal | Los Angeles USA | 1997 | FWL HW VK L | 9 000 | Coal | 250 000 |
| 98 | Pacific Coast Terminals | Vancouver Canada | 1997 | FWR L | 5 000 | Sulphur | 60 000 |
| 99 | Collahuasi | Iquique Chile | 1997 | FWR L | 1 350 | Copper concentrate | |
| 100 - 101 | Copersucar | Santos Brazil | 1998 | FWL HW VK LS | 1 000 (3000 à 50 kg) | Sugar | 30 000 |
| 102 | JV Transinvestservice | Yuzhny Ukraine | 1998 | FWL SW HW L | 600 | Fertilizer | 5000 - 50 000 |
| 103 | BHP Iron Ore - Port Hedland | Port Hedland, Western Australia | 1998 | FWL HW VK L | 10 000 | Iron Ore | 250 000 |
| 104 | SFCL | Jebel Ali Free Zone, UAE | 1999 | FWL SW HW | 500 | Urea prills | 35 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

# Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 105 | Snampro Techint | Bahia Blanca, Argentina | 1999 | FWL SW HW | 1 250 | Urea granules | 60 000 |
| 106 - 107 | Paradip Port Trust | Paradip, India | 1999 | FWL SW HW VK | 4 000 | Coal | 90 000 |
| 108 | Alstom Automation Ltd. | Tianjian Coal Terminal Tianjin Port China | 2000 | FWL HW VK L | 6 800 | Coal | 16 000 - 50 000 |
| 109 | Coastal Aruba Refining Co., N.V. | San Nicolas, Aruba | 2000 | ST SW VK L | 2 000 | Petroleum Coke | 65 000 |
| 110 | Hovensa L.L.C | St. Croix U.S. Virgin Islands | 2001 | FWR HW L | 1 700 | Green Coke | 30 000 - 65 000 |
| 111 | Neptune Bulk Terminals | Vancouver Canada | 2001 | FWL HW VK L | 2 500 | Potash and Agricultural Products | 6 000 - 50 000 |
| 112 | Port Waratah Coal Services Newcastle / Australia | New South Whales Australia | 2001 | FWL HW VK L | 10 500 | Coal | up to 120 000 |
| 113 | China Habour Engineering Co. (Group) Beijing / China | Tianjian Coal Terminal Tianjin Port China | 2002 | FWL HW VK L | 6 800 | Coal | 25 000 - 100 000 |
| 114 | Port of Fujairah Fujairah U.A.E. | Port of Fujairah U.A.E. | 2002 | FWL HW VK L | 2 000 | Limestone Aggregate | 35 000 - 80 000 |
| 115 - 116 | Petrochemical Industrial Co. Kuwait | Kuwait | 2002 | FWL SW-HW LS | 500 (2 400 à 50 kg) | Urea, Amonium sulphate | 8 000 - 40 000 |
| 117 | QAFCO Qatar via Uhde GmbH, Germany | Qatar | 2003 | FWL SW HW | 1 100 | Urea | 5 000 - 40 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118<br>119<br>120 | China Habour Engineering Co. (Group) - CHEC Beijing / China | Huanghua Coal Terminal China | 2003 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 6 800 | Coal | 25 000<br>- 120 000 |
| 121<br>122 | China Habour Engineering Co. (Group) Beijing / China | Tianjin Nanjiang Terminal, Tianjin Port, China | 2004 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 6 800 | Coal | 25 000<br>- 200 000 |
| 123 | Coal Terminal A.S. Tallinn, Estonia | Port of Muuga, Tallinn, Estonia | 2004 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 2 000 | Coal | 5 000<br>- 145 000 |
| 124<br>125 | South African Port Authority | Saldanha Bay, Western Cape, South Africa | 2004 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 10 000 | Iron Ore | 365 000 |
| 126<br>127 | Qinhuangdao Port Group Ltd., Qinhuangdao, China | Port of Qinhuangdao, China | 2005 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 9 200 | Coal | 20 000<br>- 150 000 |
| 128 | Agriport, Durban, South Africa | Durban, South Africa - Maydon Wharf | 2005 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 1 000 | Grain, Wood Chips | 15 000<br>- 65 000 |
| 129<br>130 | Qinhuangdao Port Group Ltd., Qinhuangdao, China | Port of Qinhuangdao, China | 2006 | FWL<br>SW<br>HW<br>VK<br>L | 9 200 | Coal | 20 000 -<br>150 000 |
| 131<br>132<br>133 | China Huadian Engineering Co., Beijing / China for Shenhua Tianjin Coal Terminal | Tianjin Port, China | 2006 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 6 800 | Coal | 25 000<br>- 150 000 |
| 134 | Limova f. Ust Luga Sulphur Handling System | Ust Luga, Russia | 2007 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 1 800 | Sulphur Fertilizers | 10 000<br>- 70 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 135 | Pilbara Infrastructure Pty Ltd. (subsidiary of the Fortescue Metals Group Ltd.) | Port Hedland, Western Australia | 2007 | FWL SW HW L | 13 500 | Iron Ore | 50 000 - 320 000 |
| 136 | KTG (Kali-Transport GmbH) Hamburg, Germany | Port of Hamburg, Germany | 2008 | FWL SW HW L | 3 000 | Potash Grain | Panamax up to 130 000 |
| 137 | TIS Transinvestservice, Ukraine | Juzhnyj, Ukraine | 2008 | FWL HW VK L | 3 500 | Coal Ore | up to 120 000 |
| 138 | Tuapse Bulk Terminal | Tuapse, Russia | 2008 | FWL SW HW L | 1700 | Fertilizer | up to 52 000 |
| 139 | Norsk Stein, Jelsa, Norway | Jelsa, Norway | 2008 | ST SW HW VK L | 3000 | Granite | 40 000 |
| 140 | Port of Posjet OAO Mechel Group Russian Federation | Posjet, Russia | 2009 | FWL SW HW L | 3000 | Coal | up to 70 000 |
| 141 142 | Pilbara Infrastructure Pty Ltd. (subsidiary of the Fortescue Metals Group Ltd.) | Port Hedland, Western Australia | 2009 | FWL SW HW L | 13 500 | Iron Ore | 50 000 - 320 000 |
| 143 | QAFCO 5, Qatar via SAIPEM, Italy | Qatar | 2010 | FWL SW HW | 1 100 | Urea | up to 70 000 |
| 144 | PT Krakatau Engineering | Cigading International Bulk Terminal, Indonesia | 2010 | FWL HW VK L | 2 000 | Coal | 80 000 - 120 000 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions

ThyssenKrupp

## Shiploaders

| No. | Purchaser | Location | Year of const. | Design features | Capacity t / h (Bags / h) | Material handled | Ships size DWT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 145<br>146<br>147<br>148 | Tangshan Caofeidian Coal Terminal, China | Caofeidian CT, China | 2011 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 6 800 | Coal | 25 000<br>- 150 000 |
| 149<br>150<br>151<br>152 | BHP Iron Ore - Port Hedland | Port Hedland, Western Australia | 2011 | FWL<br>SW<br>VK<br>L | 13500 | Iron Ore | 250 000 |
| 153<br>154 | Fortescue Metals Group | Anderson Point, Australia | 2011 | FWL<br>SW<br>HW<br>L | 13 500 | Iron Ore | 50 000<br>- 320 000 |
| 155 | Techint, Italy | Yanbu; Saudi Arabia | 2012 | FWLI<br>ST | 2 000 | Petcoke; Sulphur | 15 000<br>- 65 000 |
| 156 | PT Krakatau Engineering | Tarahan Coal Port Expansion 5 | 2012 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 6 600 | Coal | 40 000<br>- 150 000 |
| 157 | AML Arcelor Mittal, Liberia | Port Buchanan and Mine Nimba, Yekepa, Liberia | 2012 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 10 000 | Iron Ore Concentrate | 70 000<br>- 90 000 |
| 158 | Public Stock Company "Odessa Port Plant" (PSC "OPP") | Yuzhny Port, Ukraine | 2014 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 1 000 | Urea (Karbamid Prills) | 8 200<br>- 57 000 |
| 159 | LKAB Norge AS | Narvik, Norway | 2015 | FWLI<br>HW<br>OW<br>L | 11 000 | Iron Ore | 5 000<br>- 180 000 |
| 160<br>161<br>162<br>163 | Huaneng Caofeidian CT, China | Caofeidian CT, China | 2015 | FWL<br>HW<br>VK<br>L | 6 800 | Coal | 25 000<br>- 150 000 |

CONFIDENCIAL

## Contact

**Germany**
ThyssenKrupp Industrial Solutions AG
*Resource Technologies - Materials Handling*
Ernst-Heckel Strasse 1
66386 St. Ingbert-Rohrbach
Tel.: +49-6894 599-0
info-mh@thyssenkrupp.com

ThyssenKrupp Industrial Solutions AG
*Resource Technologies - Mining*
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen
Tel.: +49-201-828-04
info@tk-mining.com

ThyssenKrupp Industrial Solutions AG
*Resource Technologies - Mineral Processing*
Schleebergstrasse 12
59320 Ennigerloh
Tel.: +49-2524-30-0
info.tkfen@thyssenkrupp.com

**Africa**
ThyssenKrupp Industrial Solutions (Africa) (Pty) Ltd
71 Nanyuki Road, Sunninghill 2191
(P.O. Box 1636, Gallo Manor 2052)
South Africa
Tel.: +27 11 236 1000

**Australia**
ThyssenKrupp Materials Handling Pty.Ltd.
Level 2, 25 Cedric Street,
Stirling, WA 6021
Tel.: +61 8 9200 0000

**Brazil**
ThyssenKrupp Industrial Solutions Ltda.
Rua Ceará no. 1566 – 8° andar
Bairro Funcionários
CEP 30.150-311 Belo Horizonte – MG.
Tel.: +55 31 3263 3900

**Canada**
ThyssenKrupp Industrial Solutions (Canada) Inc.
405, 1177-11th Avenue S.W.
Calgary, Alberta T2R OG5
Tel.: +1 403 245 2866

**Chile**
ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Nueva de Lyon 72, Oficina 1502
Providencia, Santiago de Chile
Tel.: +56 22 4422 99

**China, P.R.**
ThyssenKrupp BulkTec (China) Ltd.
Unit 6A, 22/F, China Life Tower
16, Chaoyangmenwai Avenue
100020 Beijing
Tel.: +86 10 8525 2999

**India**
ThyssenKrupp Industries India Pvt. Ltd.
Pimpri, Pune 411018, (P.O. Bag No. 22)
India
Tel.: +91 2027 4254 61

**USA**
ThyssenKrupp Industrial Solutions (USA) Inc.
6400 South Fiddlers Green Circle, Suite 700
Greenwood Village, Colorado 80111
USA
Tel.: +1 303 770 0808

Visit us on the internet at
www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## CAPITULO 1

- CAPACIDADES
- LISTADO DE REFERENCIAS
- CATALOGOS
- CERTIFICADOS ISO

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

- Capacidades

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

001029

thyssenkrupp

# THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS

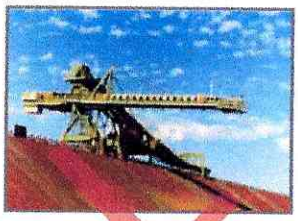
# CAPACIDADES

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

# Índice



1 INTRODUCCIÓN – QUIÉNES SOMOS

1.1 NUESTRA HISTORIA
1.2 QUIÉNES SOMOS HOY
1.3 ORGANIZACIÓN



2 QUÉ ENTREGAMOS

2.1 THYSSENKRUPP – ENTREGAR LAS SOLUCIONES MÁS EFICIENTES EN COSTOS
*2.1.1 Planificación Minera*
*2.1.2 Estudios de Factibilidad*
*2.1.3 Selección y Especificación de Equipos*
*2.1.4 Optimización de Operación Minera*
*2.1.5 Administración del Mantenimiento*
*2.1.6 Ingeniería Conceptual y de Detalle*
*2.1.7 Soluciones de Ingeniería Especializadas*
*2.1.8 Suministro y Adquisición de Materiales*
*2.1.9 Servicios de Construcción en terreno*
*2.1.10 Servicios de Post-venta: Inspecciones, Modernizaciones y Reacondicionamiento*
*2.1.11 Soporte en Repuestos*
*2.1.12 Capacitación del Operador*
*2.1.13 Manejo de Materiales*
*2.2.14 Minería*





2.2 PROCESAMIENTO DE MINERAL

3 EXPERIENCIA

4 POLÍTICAS DE LA COMPAÑÍA Y GARANTÍA DE CALIDAD







CONFIDENCIAL

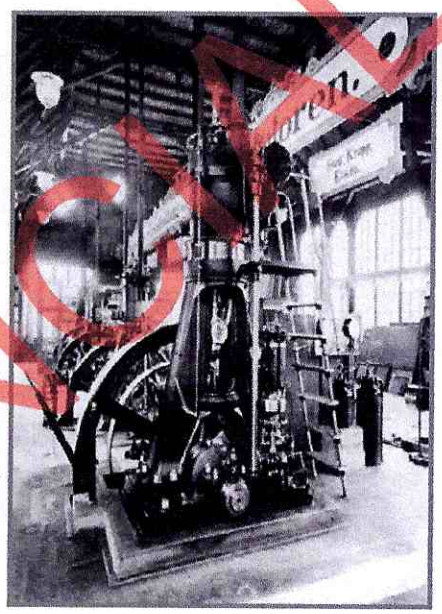
ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

# 1 Introducción – Quiénes somos

## 1.1 Nuestra Historia

La historia de ThyssenKrupp se origina con Krupp y es una sucesión de ideas e invenciones. Ellas comenzaron a poco de la fundación de la compañía en 1811 con la fabricación de acero fundido de alta calidad en escala industrial. La invención de la rueda para tranvía forjada sin costura y laminada entre 1852 y 1853 representó un hito en la historia de nuestra compañía.



Hoy en día la organización ThyssenKrupp es un proveedor líder de plantas y sistemas industriales, con actividades en ingeniería mecánica, confección de plantas, suministros automotrices, producción y procesamiento del acero, comercialización y logística.

## 1.2 Quiénes somos hoy

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) es la oficina en Santiago de Chile del área de negocios ThyssenKrupp Industrial Solutions (TKIS) que es parte del Grupo ThyssenKrupp. Proveemos servicios de diseño, suministro y construcción de una amplia gamas de equipos que incluyen sistemas de transportadores aéreos, sistemas de manejo de material a granel, sistemas de recuperación para pilas de acopio y sistemas de chancado que se usan en minas subterráneas, en estaciones generadoras, en plantas de cemento y en otros rubros. Estos sistemas son capaces de manejar desde 500 a más de 15.000 tons/hora de materiales diversos como carbón; lignita; mineral de hierro, cobre y oro; áridos, cemento; bauxita; rocas de fosfato; coke; astillas de madera; fertilizante y granos. TKIS es una fuente primaria para las necesidades de manejo de material.

TKIS también mantiene un grupo de servicio en la oficina de Santiago. TKIS ofrece servicios de inspección, mantenimiento, reparación, reacondicionamiento, modernización y repuestos para clientes en todos los países de la costa pacífico en Sudamérica.

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

## Innovaciones

La lista de referencias en innovaciones de ThyssenKrupp en el campo de manejo de materiales a granel comienza con las correas transportadoras revestidas con goma y continúa con algunos de estos logros:

- Transportadores reorientables de alta capacidad para una mina de lignita en India.
- Un transportador con sistema motriz regenerativo que conduce 11,000 toneladas/hora en una pendiente descendente en una mina de cobre y que genera aproximadamente 25 MW de electricidad para uso en la planta.
- Un sistema de chancado y transporte de material de 10,000 tons/hora para un productor de arenas petrolíficas.
- El transportador de tubos más complicado del mundo, que desciende unas 2 millas (3,2 km aprox.) en un solo tramo con más de 65 curvas horizontales y verticales.
- Uno de los mayores transportadores de un solo tramo del mundo, que mide unas 12 millas (19,3 km aprox.).
- Plantas de chancado totalmente móviles para sistemas de chancado y transporte en el rajo (1956).

Con el soporte del grupo ThyssenKrupp internacional, podemos entregar valor de clase mundial a nuestros clientes añadiendo soluciones en su misma puerta. Nuestra oficina central en Alemania está totalmente equipada para proporcionar un amplio rango de servicios y productos al rubro minero.

Este rango de servicios abarca:

- Consultoría en planificación minera.
- Selección y especificación de equipos.
- Estudios de factibilidad.
- Ingeniería conceptual y de detalle.
- Suministro y adquisición de materiales.
- Servicios de administración de la construcción.
- Servicios de montaje en terreno.
- Pruebas y puesta en marcha de plantas y sistemas.
- Servicios, modernizaciones de plantas, reacondicionamiento de equipos y soporte de repuestos.

El variado rango de equipos que nuestra compañía ofrece abarca:

- Plantas y equipos para minería en rajo abierto.
- Plantas y equipos de manejo de materiales.
- Plantas y equipos de procesamiento de mineral.
- Plantas y equipos para puertos marinos.

Son nuestros clientes quienes deciden el éxito de nuestros productos y servicios y por ende, el éxito de nuestra compañía. Ellos demandan alta calidad y tecnología innovadora a precios competitivos. Esto nos impulsa continuamente hacia nuevas alturas. Y sólo una empresa innovadora exitosa puede cumplir con esta responsabilidad en el largo plazo.

CONFIDENCIAL

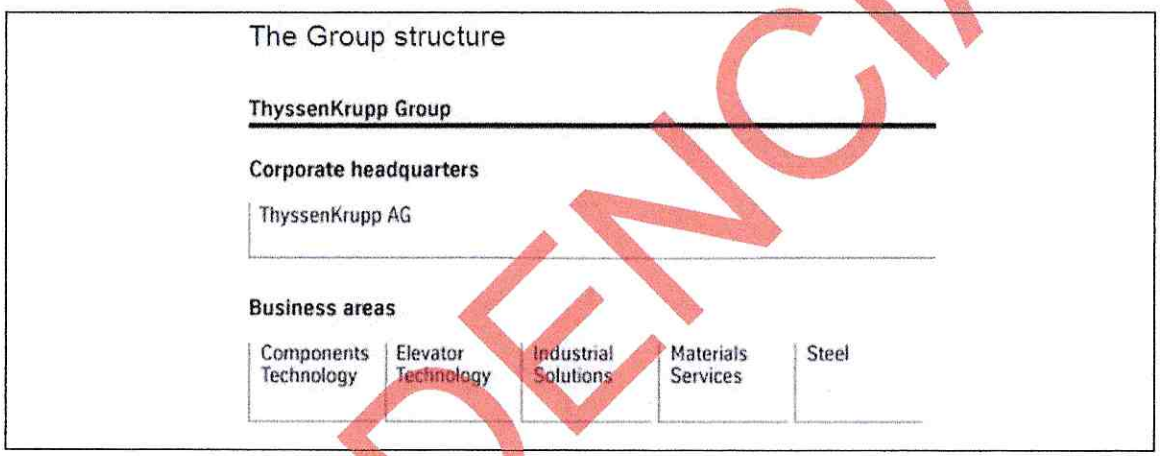
ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

## 1.3 Organización

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) es parte del área de negocios ThyssenKrupp Industrial Solutions que a su vez es parte de ThyssenKrupp AG. Con ventas anuales aproximadas de 54.000 millones de dólares (2012/2013), ThyssenKrupp emplea a más de 157.000 personas en todo el mundo.

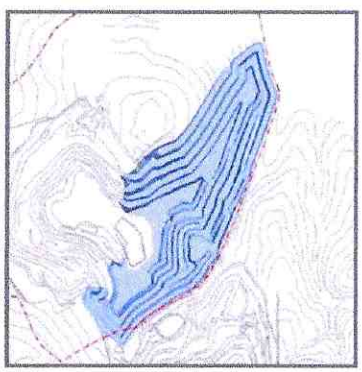
Dentro del Cono Sur en América, ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) atiende a las industrias de minería, manejo de materiales y procesamiento de minerales.




# 2 Qué entregamos

## 2.1 ThyssenKrupp – Entrega las soluciones más eficientes en costos

### 2.1.1 Planificación Minera



Creamos estrechas relaciones de trabajo con nuestros clientes desde el principio, y ello ayuda a reducir sus costos en desarrollar y operar minas en superficie y proyectos mineros.

Ejecutamos servicios de planificación minera para diseñar sistemas de chancado y transporte en superficie, métodos de extracción, sistemas de manejo de material e infraestructura minera. Desde el rajo minero más profundo hasta las minas a rajo abierto más grandes del mundo, nuestro grupo participa de forma importante en optimizar la inversión de capital, en reducir los costos operativos y en crear valor agregado.

CONFIDENCIAL

Preparamos planes de desarrollo minero que pueden abarcar disposiciones de banco, accesos alternativos a la mina y sistemas para transporte de material primario. Confeccionamos estrategias alternativas de planificación minera en base a los criterios establecidos con el cliente y a las características específicas del depósito de material.



ThyssenKrupp puede ayudar a determinar la solución óptima para casi cualquier mina a rajo abierto para beneficio del cliente en el largo plazo. No importa si la mina necesita sistemas de chancado de camión y pala mecánica o en el mismo rajo. Nuestros experimentados ingenieros pueden encontrar fácilmente la solución óptima para sus consultas sobre minería.

SURPAC Visión es un sistema amplio de software para evaluación de yacimiento, diseño de mina y producción. Nuestros expertos trabajan particularmente con los siguientes módulos de software:

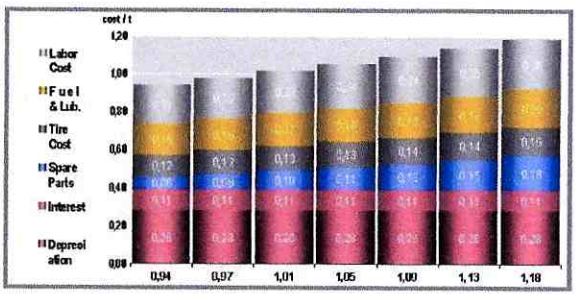
- Diseño de rajo (cálculos volumétricos, planes de producción, desarrollo de la mina).
- Modelamiento de bloque (informes de ley o tonelaje en base a datos de banco).
- Modelamiento sólido (modelos geológicos, subterráneos y de equipos).
- Base de datos de perforaciones.

### 2.1.2 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

Se conduce una investigación de la factibilidad de un proyecto en etapas. Cada una de las etapas precisa de mayor diseño de ingeniería para mejorar la certeza en la viabilidad técnica y económica y para minimizar el riesgo de inversión del proyecto.

El tiempo que toma completar una investigación de un proyecto minero depende del yacimiento, de la complejidad y la extracción y el procesamiento y del manejo de certeza y riesgo que se precise. ThyssenKrupp Industrial Solutions puede ayudarle en cada paso en el camino.

Utilizamos nuestro conocimiento y nuestras capacidades en el rubro de minería y procesamiento mundial para entregar estudios amplios de factibilidad para su potencial operación minera. Creemos que nuestros clientes obtienen el mejor valor cuando centramos nuestros esfuerzos en acometer estudios iniciales o de pre-factibilidad.




CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

Nuestros estudios de factibilidad puede abarcar métodos de extracción propuestos; operaciones de procesamiento; evaluación de mercados; tecnologías y la estructura y disposición de administración.

Nuestros métodos de trabajo abarcan revisión de todos los datos generados por los auspiciadores del proyecto, por la gerencia de la empresa, etc.; haciendo cualquier indagación adicional necesaria, preparando nuestro informe en forma de borrador, revisándolo con nuestro cliente para incorporar su aporte y presentando el informe final.

### 2.1.3 Selección y Especificación de Equipos

Nuestra pericia en equipos de manejo de materiales y de procesamiento de mineral nos posiciona de modo único para entregar a nuestros clientes el tipo y tamaño de equipo que mejor se acomode a su operación.

Por ejemplo, el diseño de la mejor ruta de transporte junto con el cálculo de la topografía precisa del terreno que ayuda a determinar la extensión exacta, la altura y el radio de la máquina, como también a evaluar su posición más económica.

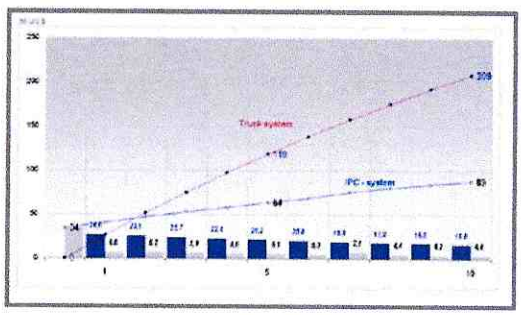


Por ejemplo, se puede encontrar la ubicación más apropiada para un chancador calculando el punto de masa pesada de cada ciclo extractivo, especialmente con capacidades crecientes en proyectos con chancado en el rajo.

Para garantizar el mejor equilibrio entre los distintos componentes de equipos, hemos desarrollado un análisis tridimensional que puede revisar el esquema de trabajo. Los mapas bidimensionales o los planes de trabajo ayudan a comprender el sistema de extracción y a lograrlo con certeza.

### 2.1.4 Optimización de Operación Minera

Podemos conducir comparaciones de precio con sus operaciones existentes para destacar la metodología extractiva más eficiente en los costos. Ya sea con una solución de chancado en el rajo o en operaciones con camión y pala mecánica; estamos posicionados para entregar la solución más eficiente.



CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

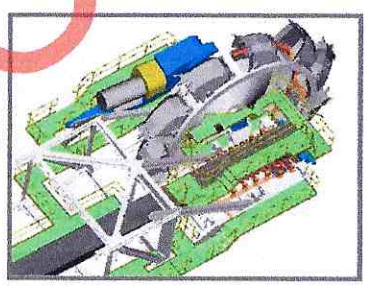
thyssenkrupp

### 2.1.5 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

ThyssenKrupp puede examinar el aspecto general de una operación minera o portuaria y no solamente máquinas específicas. Podemos realizar revisiones de una planta en general para detectar errores, posibles detenciones y problemas generales de eficiencia y recomendar mejoramientos. Nuestra oficina de ingeniería en Santiago genera soluciones para aumentar la eficiencia general, el procesamiento y su competitividad en el mercado.

El ciclo de mejoramiento continuo de ThyssenKrupp mejora el rendimiento de la operación de forma sostenida. Los clientes pueden elegir el grado de nuestra participación, desde el análisis de una máquina específica a la operación de una planta completa.

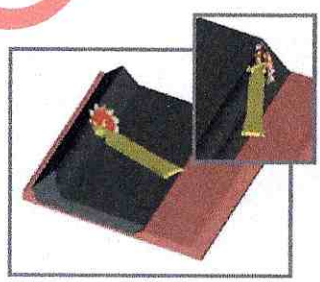
### 2.1.6 INGENIERÍA CONCEPTUAL Y DE DETALLE



La responsabilidad principal por la ingeniería y el diseño recae en el Departamento de Ingeniería de nuestra empresa. El personal de ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) es responsable por la ejecución de todas las materias técnicas y de ingeniería, incluyendo:

- Determinación de conceptos de diseño consistentemente con la especificación del cliente.
- Análisis de riesgo y de seguridad en revisiones de diseño.
- Optimización del diseño.
- Presentación de planos y cálculos para aprobación.
- Revisión y especificación de requisitos de garantía de calidad e inspección.
- Asistencia a reuniones de revisión.
- Coordinación de cambios en los planos y definición de variaciones en el alcance.
- Confección de especificaciones y planos para paquetes de contrato.
- Soporte de ingeniería durante la fabricación y el montaje.
- Confección y emisión de manuales de mantenimiento, operación y repuestos.
- Preparación y emisión de planos de construcción efectiva (as built).
- Provisión de soporte de ingeniería después de la entrega de la planta.

### 2.1.7 SOLUCIONES DE INGENIERIA ESPECIALIZADA



Desde modificaciones del diseño básico a proyectos complejos de mejoramiento de maquinaria, ThyssenKrupp va a la cabeza. Nuestros ingenieros eléctricos, mecánicos, de instrumentación y estructurales altamente calificados tienen la capacidad de entregar la solución más eficiente en los costos para problemas complejos. Por ejemplo, ThyssenKrupp ha logrado optimizar el proceso de enterramiento de sus recuperadores para aumentar la capacidad nominal de la máquina y permitir mayor capacidad de procesamiento.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

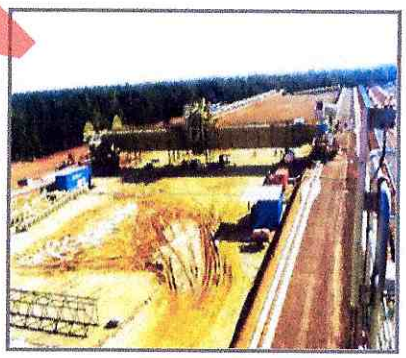
### 2.1.8 SUMINISTRO Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Nuestros ingenieros de proyecto se encargan de las adquisiciones bajo la guía del gerente de proyecto. Su función abarca llamado a licitación, revisión de ofertas, formulación del contrato y colocación del pedido.

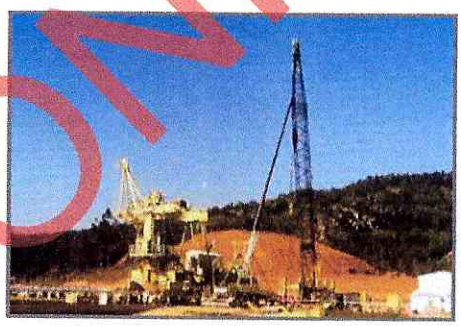
Los paquetes de contrato se definen según la naturaleza del trabajo y se suministran con vendedores locales o del extranjero. Todas las órdenes de compra se apoyan con activadores experimentados y con inspectores calificados para asegurar una entrega oportuna y la calidad especificada para satisfacer la construcción programada.

Todas las actividades de ThyssenKrupp se controlan mediante procedimientos que exigen observancia de los estándares de garantía de calidad ISO.90001:2000.

### 2.1.9 SERVICIOS DE CONSTRUCCIÓN EN TERRENO



ThyssenKrupp Industrial Solutions tiene una capacidad interna establecida para la construcción, montaje y puesta en marcha de nuestras máquinas. La participación de nuestro personal de construcción no comienza en el sitio, sino más bien en el período del concepto de diseño. De esta manera se incorporan aspectos como constructibilidad y mantenibilidad de la máquina entre otras cosas. La prestación de este servicio asegura que el trabajo se realice de acuerdo con los más altos estándares de calidad y seguridad, maximizando con ello la confiabilidad de la planta. Nuestro grupo de construcción en terreno ha logrado también un excelente historial en seguridad y relaciones industriales.



La capacidad interna para manejar y entregar todas las facetas de nuestro trabajo añade más valor al proyecto.

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) también aborda trabajos de cierres, modernizaciones y reacondicionamiento de distintos equipos en el rubro de minería y procesamiento.

CONFIDENCIAL

### 2.1.10 SERVICIOS DE POST-VENTA: INSPECCIONES, MODERNIZACIONES Y REACONDICIONAMIENTO



ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) proporciona técnicos e ingenieros calificados y experimentados para realizar inspecciones o para un examen de los equipos existentes. Ellos informan sobre la condición del sistema, identifican específicamente problemas actuales o potenciales y formulan recomendaciones respecto a acción correctiva.

Estas mismas capacidades usadas para el diseño y suministro de equipos, y sistemas nuevos están disponibles para el Grupo de Servicio para el diseño y suministro de modernizaciones y expansiones de planta y para reacondicionamiento. Nuestro amplio historial en apiladores, recuperadores, cargadores de barcos, sistemas de chancado en el rajo, correas transportadoras terrestres -y mucho más- son sólo algunos ejemplos de nuestra capacidad general.

### 2.1.11 SOPORTE EN REPUESTOS

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) mantiene un Departamento de Repuestos. Con el respaldo y la pericia del grupo ThyssenKrupp, tenemos la capacidad de entregar servicios de repuestos para todos los equipos nuevos suministrados por TKIS, como también para máquinas suministradas en décadas anteriores. Las piezas nuevas se obtienen de los fabricantes de los equipos originales, con lo cual se asegura que sean idénticas, intercambiables con los componentes existentes y capaces de satisfacer las demandas de la aplicación. Los grupos de Servicio y Repuestos trabajan juntos para asegurar que se encuentren soluciones cuando el recambio de piezas obsoletas precisa de modificaciones del equipo para asegurar continuidad de las operaciones.

### 2.1.12 CAPACITACIÓN DEL OPERADOR

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) proporciona información básica al cliente respecto a la operación de equipos suministrados por ThyssenKrupp durante el servicio de puesta en marcha. También es posible impartir sesiones de capacitaciones más amplias y en profundidad según solicite el cliente. Durante estas sesiones de capacitación, personal experimentado de ThyssenKrupp Industrial Solutions revisará los manuales de operación con el personal del cliente. Además impartiremos sesiones prácticas de aprendizaje en las que explicamos los principios para una operación correcta y segura con inclusión del mantenimiento del equipo.

**Productos – Diseños innovadores para el mundo del mañana**

ThyssenKrupp tiene amplias referencias en suministro de equipos para minería, manejo de materiales y de mineral de clase mundial en toda américa y el mundo. A través de nuestra oficina de ingeniería, podemos diseñar los sistemas más avanzados de manejo de material para sus necesidades. Trabajamos estrechamente con nuestros clientes para asegurar que los productos sean eficaces, eficientes en los costos y perfectos para la aplicación requerida.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

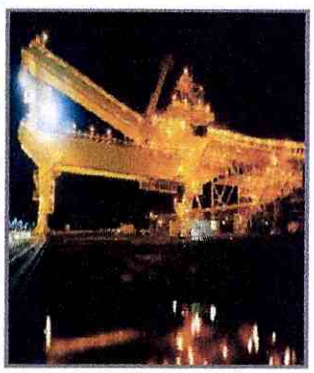
## 2.1.13 MANEJO DE MATERIALES

Ofrecemos un amplio programa para todos los sectores de manejo en patios de acopio y en puertos. Desde el inicio, ThyssenKrupp Industrial Solutions toma en consideración cada factor y criterio para elaborar la mejor solución para una máquina individual o para una instalación completa.

### Manejo de materiales - Puertos

La selección de un sistema particular no sólo depende del material a manejar, sino también de las condiciones que se encuentran en el sitio. Los cargadores y descargadores de barco son la pieza central de los terminales modernos de hoy, y allí aseguran un transporte exacto, lógico y sensible de materiales.

### Cargadores de barco:

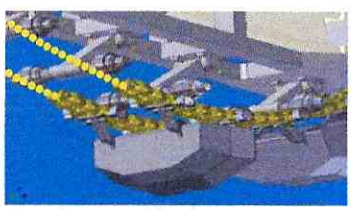


En todo el mundo, los buques de alta mar y costeros están siendo constantemente cargados con carbón, mineral, bauxita, alúmina, fertilizantes, fosfatos y azufre entre otros muchos materiales a granel. Los cargadores de barco de ThyssenKrupp para todos los rangos de capacidad y todas las áreas de aplicación permiten la selección de sistemas económicos: Cargadores móviles con plumas giratorias y amantilladoras, desplazamiento radial con un punto pivotal fijo, cargador/apilador combinado y distintos otros diseños especiales a medida. En ThyssenKrupp tenemos una consideración especial hacia el medio ambiente y proveemos nuestros equipos con instalaciones para prevención de derrames, supresión de polvo y recolección de polvo. El *Cargador de Barcos Ecológico* en Canadá ha establecido un nuevo patrón para una operación amistosa con el medioambiente.

### Descargadores de barco:



Los descargadores navieros de ThyssenKrupp para buques de alta mar y de aguas interiores se construyen con diferentes diseños como descargadores del tipo agarre o continuos. La descarga de productos a granel de alta densidad y de productos pesados sueltos a altas tasas de flujo es el campo clásico de la grúa de gancho.



La mayoría de las aplicaciones precisan de grúas del tipo gantry. Las grúas gantry de agarre de ThyssenKrupp alcanzan tasas de procesamiento de hasta 5,100 toneladas por hora (y de 4.200 tons/hora con el carbón), con cargas útiles de hasta 85 toneladas en el gancho. Las grúas giratorias y amantilladoras se emplean con frecuencia para capacidades menores, especialmente cuando la naturaleza del material varía considerablemente y cuando se requiere

CONFIDENCIAL

un alto nivel de flexibilidad. Los sistemas de descarga continua están penetrando cada vez más en el rango de capacidad media a alta para descarga de materiales a granel.

ThyssenKrupp ha creado el elevador de capachos auto-enterrante "tipo L" para descarga de materiales a granel para una descarga eficiente, sin polvo y casi sin ruido; de carbón, minerales, fosfatos, azufre, fertilizantes, e incluso para productos como azúcar a granel pegajosa. Un paso adicional en esta creación se dio con la puesta en marcha de descargadores continuos para navíos de aguas interiores.

**Manejo de materiales - Patios de acopio**

ThyssenKrupp tiene una participación importante en el desarrollo de equipos de cama mezcladora y de patios de acopio para almacenamiento circular o longitudinal como recuperadores, apiladores, carga de vagones o camiones, sistemas de descarga y sistemas de transportador de correa.

**Recuperadores:**



Los recuperadores del tipo raspador de ThyssenKrupp diseñados como raspadores de puente o laterales (o bien como raspadores de portal completo) garantizan un flujo constante de material homogéneo como carbón, piedra caliza, marga, clinker, fertilizante, astillas de madera y muchos otros materiales. Los recuperadores de de rueda de baldes son el medio ideal para manejar y recuperar grandes cantidades de materiales a granel en el menor tiempo posible, y pueden diseñarse como recuperadores o como apiladores/recuperadores combinados para manipular volúmenes muy grandes de carbón, minerales y otros materiales en puertos, plantas generadoras, patios de acopio o plantas de acero.

Los recuperadores de carbón y los recuperadores de rueda de baldes del tipo puente son sistemas robustos para el manejo y mezcla de alto rendimiento y para mezcla de materiales a granel, especialmente tratándose de materiales duros.

**Apiladores:**



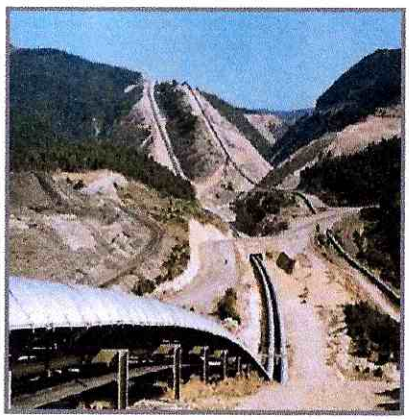
Una parte importante de cualquier operación de gran escala en patios de acopio es el apilador que deposita los materiales a granel en patrones y sistemas prefijados. Los apiladores se diseñan en una amplia variedad de configuraciones, dependiendo de la capacidad de procesamiento requerida y del grado de movilidad: sobre rieles, sobre orugas, con una o dos plumas, con control semiautomático o totalmente automático y con muchas otras características que dependen de la aplicación.

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

**Transportadores terrestres y de tubo**



ThyssenKrupp es un especialista reconocido en el suministro de transportadores terrestres y de tubos. Sea para uso en patios de acopio o para conectar operaciones separadas por kilómetros, los transportadores de ThyssenKrupp son la conexión lógica entre operaciones de carga, descarga, almacenamiento y mezcla. Los multi-transportadores, los transportadores de gran extensión y un rango completo de sistemas de transportadores de correa especializados; todos tienen su aplicación particular. Los transportadores de tubería confinada tienen una demanda siempre creciente en casos como materiales que tienen que transportarse a través de áreas residenciales o en sus cercanías, materiales inherentemente sensibles, o cuando existen limitaciones ambientales que precisan del transporte seguro de materiales sin derrames.

## 2.1.14 MINERÍA

Con más de 120 años de experiencia, un amplio conocimiento técnico y estándares de alta calidad en el campo de equipos y tecnología para minería a rajo abierto; ThyssenKrupp está bien preparado para proporcionar este tipo de equipos a los clientes. El rango de máquinas y de tecnologías disponibles abarcan minería, transporte, apilamiento o volteo de materiales como tierra, tierra de escombro, carbón, lignita, mineral, fosfato y piedra caliza.

**Escavadoras de rueda de baldes:**



Las excavadoras de rueda de baldes, el equipo de minería más grande de la Tierra. Las excavadoras de rueda de baldes de ThyssenKrupp se diseñan a medida y se construyen para condiciones operativas específicas y para las tasas de producción de cada mina a rajo abierto en particular.

Las tasas de producción que se alcanzan, actualmente, van desde varios centenares de metros cúbicos por hora hasta 250.000 yardas cúbicas (en banco) por día.

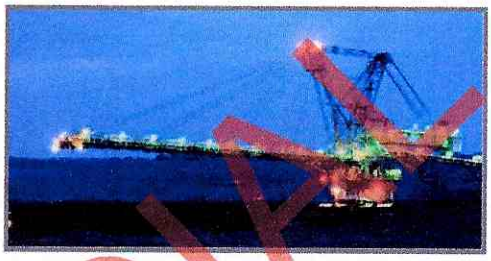
La serie de excavadoras de rueda de balde, estándares y compactas, se diseña para los requisitos en operaciones de extracción a rajo abierto y de movimiento de tierras con rangos de producción pequeño y mediano. La uniformación de componentes y un pre-ensamble amplio de los equipos permiten costos y plazos de entrega notablemente reducidos para estas máquinas. Los rangos de capacidad efectiva varían entre 4.000 y 65.000 yardas cúbicas por día.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

**Repartidores:**

El repartidor es el último eslabón en la cadena de equipos para remoción continua de tierra de escombro. ThyssenKrupp ha construido repartidores para todas las capacidades en todo el mundo, como también diseñó el sistema de repartidor transversal de rajo (XPS® por *Cross pit spreader*) para aplicaciones especiales.



**Transportadores:**

Los transportadores de correa planeados, diseñados, fabricados e instalados por ThyssenKrupp Industrial Solutions han probado su alta confiabilidad, aun bajo condiciones de operaciones extremas. Los transportadores de correa conectan la mina a rajo abierto y la estación generadora. Existen sistemas transportadores terrestres de alta capacidad para minas a rajo abierto en diseños estacionario fijo, reorientable y reubicable.

**Sistemas de chancado y transporte en rajo:**

Los ingenieros de ThyssenKrupp hicieron una importante contribución a uno de los adelantos más importantes en la extracción de rocas duras en rajo abierto: La conversión desde un transporte discontinuo e intensivo en costos utilizando camiones mineros, al transporte más económico por sistemas de correas transportadoras. Con la utilización de varias décadas de tecnología en chancado, ThyssenKrupp es hoy uno de los fabricantes más experimentados y exitosos de sistemas de chancado en el rajo, con más de 50 años de experiencia en suministro de plantas chancadoras móviles y semi-móviles combinadas con transportadores de transferencia móviles, con sistemas de transportador de correa y con repartidor dotado con carros repartidores.

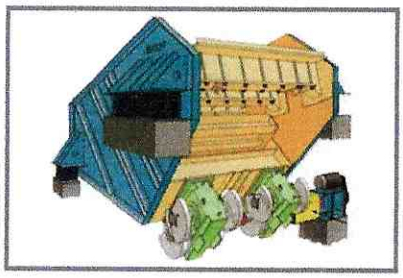
## 2.2 Procesamiento de Mineral

Sea que se necesite un solo alimentador de delantal o una compleja estación de chancado, el Departamento de Minerales de ThyssenKrupp va a la cabeza en el suministro de equipos de clase mundial. Podemos suministrar un rango completo de equipos y sistemas para chancado, harneado, secado, filtración y separación.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

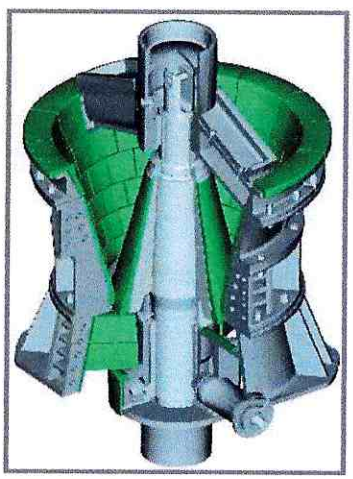
**Alimentadores y Harneros:**



Las plantas de chancado sólo pueden alcanzar altas tasas de procesamiento si se combinan con sistemas confiables de alimentación, descarga y separación como alimentadores de delantal, transportadores de cadenas, alimentadores reciprocales de placas/separadores vibratorios y alimentadores de emparrillado que incluyan harneros de clasificación, separadores magnéticos y transportadores de correa.

El programa de cribado de ThyssenKrupp cubre la variedad más amplia de tamaños y modelos para una adecuación óptima al material a harnear. Dependiendo de los requisitos, el harnero puede tener una oscilación lineal o circular o bien puede ser del tipo eje excéntrico. Para tamizado extra fino se usan rejillas con una tela de alambre con accionamiento directo. También se usan alimentadores de barras elípticas (wobbler) para clasificar materiales que sean difíciles de harnear. Dependiendo del fraccionamiento, los alimentadores wobbler con una capacidad de procesamiento muy alta tienen una gran ventaja en una masa sin vibración. Los alimentadores de delantal para servicio pesado se usan como transportadores de alimentación y descarga en plantas de chancado para transportar terrones grandes y materiales abrasivos como piedra caliza, rocas duras, carbón, minerales y tierra de escombro. Los separadores magnéticos crean campos magnéticos fuertes para separar los metales ferrosos de la roca, del material de escombro y del concreto cuando el material pasa sobre un transportador alimentador o de descarga.

**Plantas Chancadoras:**



Las plantas chancadores móviles, semi-móviles y fijas de ThyssenKrupp operan en todo el mundo. Las plantas chancadoras móviles se construyen ya montadas en su propio mecanismo de desplazamiento. Las plantas chancadoras semimóviles se desplazan de una ubicación a otra con menos frecuencia usando equipos sobre orugas. ThyssenKrupp fue el pionero en plantas chancadoras móviles, haciendo con ello posible chancar el mineral directamente en el sitio de extracción y sincronizar con el ritmo de avance en la extracción para producir tamaños listos para cargar al transportador. Las plantas chancadoras semimóviles siempre se recomiendan cuando el cambio de un sitio a otro ocurre luego de un tiempo largo.

Cada planta de chancado viene lista para operar con su propia tolva alimentadora, su transportador de alimentación, su transportador de descarga y la correa de transferencia de material. El tamaño y el diseño del chancador dependen -naturalmente- del trabajo para el que se aplique.

CONFIDENCIAL

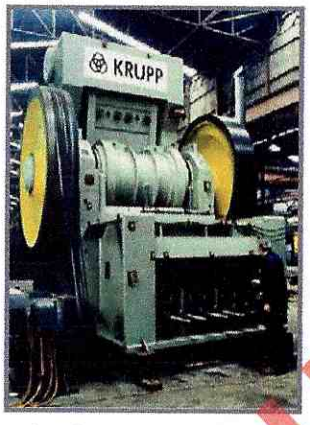
ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

Cada materia prima a chancar tienen sus características específicas. En la selección de un chancador apropiado, han de considerarse su naturaleza y la forma final deseada, el tamaño del producto final y la capacidad que se espera de la planta. ThyssenKrupp ofrece un amplio rango de chancadores para una solución óptima:

Los **Chancadores Giratorios ThyssenKrupp** contienen tecnología de avanzada y se han diseñado para alta capacidad de procesamiento y una operación económica. Se usan principalmente como chancadores primarios en aplicaciones en minas, canteras y rocas duras.

Los **Chancadores de Cono Kubria®** son de tecnología de alta clase para chancado medio y fino de roca dura. Alcanzan una alta capacidad, un alto radio de reducción y un producto final cúbico con bajos costos de marcha, mantenimiento mínimo y una operación simple.

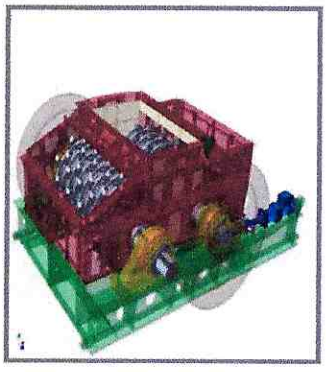



Ya se trate de granito, basalto, pórfido, piedra caliza, mineral o escoria; los **Chancadores de Mandíbula con articulación única y doble de ThyssenKrupp** tienen todo lo necesario para alta disponibilidad, confiabilidad y economía en la operación.

Los **Chancadores de Martillo ThyssenKrupp** se diseñaron para chancado de materiales de dureza media en fragmentos grandes para los rubros del cemento, el yeso y la piedra caliza. Están disponibles como chancadores de martillo de impacto, chancadores de martillo de un solo eje y chancadores de martillo de eje doble.
Los molinos de martillo por otra parte, son especialmente aptos para reducción de finos, molienda, homogenización y chancado selectivo de productos naturales e industriales.

Los **Chancadores de Impacto** se han diseñado para abarcar el rango completo desde reducción de gruesos a reducción de finos. Manejan materiales de dureza alta a media y se usan especialmente en aplicaciones con un alto grado de reducción y cuando se necesita un producto final cúbico y libre de tensión. Tal es el caso de manejo de carbón, potasa, piedra caliza, yeso, escoria, tierra de escombro, material de escombro y asfalto.

Los **Chancadores ThyssenKrupp de rodillo doble** son máquinas especializadas para materiales de resistencia media y altamente pegajosos como piedra caliza, marga y arcilla contaminada; como también para carbón, arenas petrolíferas y tierra de desecho.



El **Dimensionador de Rodillo ThyssenKrupp** es capaz de chancar roca dura con una resistencia a la compresión de hasta 150 Mpa, como también materiales pegajosos blandos y de dureza media a alta como piedra caliza, marga, arcilla, carbón y otras materias primas similares. El material se chanca mediante las fuerzas de corte y tensión que se generan bajo altas torsiones a una baja velocidad circunferencial.

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

## 3 Experiencia

ThyssenKrupp tiene una vasta lista de referencias respecto a proyectos en esta región (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Perú, Venezuela) y en otros proyectos internacionales. Nuestra competencia medular radica en nuestra capacidad de manejar con éxito proyectos locales e internacionales de cualquier tamaño y complejidad.

## 4 Políticas de la Compañía y Garantía de Calidad

ThyssenKrupp se enorgullece de su fuerte compromiso con la seguridad, el cuidado ambiental, la igualdad de oportunidades y los recursos humanos. Las políticas de nuestra compañía revelan la profundidad de nuestro compromiso y nuestro historial de clase mundial refleja el éxito de esta dedicación.

ThyssenKrupp Industrial Solutions tiene las siguientes políticas de empresa:

- Declaración de política de calidad.
- Declaración de salud ocupacional y seguridad.
- Política de acoso.
- Política de igualdad de oportunidad de empleo.
- Política de drogas y alcohol.
- Código de ética.

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

- Listado de Referencias

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

thyssenkrupp

# LISTADO DE REFERENCIAS

RECIENTES PROYECTOS DE THYSSENKRUPP EN REGIÓN PACÍFICO-ANDINO

| Cliente | Locación | Descripción del Proyecto | Año de comisionamiento |
|---|---|---|---|
| CODELCO - Chuquicamata | en mina | Planta de Chancado Semi Móvil | 1989 |
| | en mina | Sistema de transporte | |
| | en mina | Crawler Mounted Spreader | |
| Escondida | en mina | Planta de Chancado Semi Móvil | 1990 |
| Zaldivar | en mina | Apron Feeder para Chancador Primario | 1995 |
| | en mina | Heap Leach System | |
| El Abra | en mina | Sistema de Transporte In-Plant | 1996 |
| | en mina | Alimentadores de Cinta | |
| Radomiro Tomic | en mina | Correa Transportadora tipo Overland | 1997 |
| Collahuasi | en puerto cercano a Iquique | Shiploader | 1998 |
| | en puerto cercano a Iquique | Portal Reclaimer | |
| | en puerto cercano a Iquique | Sistema de Transporte en Puerto | |
| | en mina | 2 Plantas de Chancado Semi Móvil | |
| | en mina | Sistema de Transporte In-Plant | |
| | en mina y en puerto | Alimentadores de Cinta | |
| Los Pelambres | en mina | Sistema de Transporte Regenerativo | 1999 |
| | en mina | Sistema de Transporte In-Plant | |
| | en mina y en puerto | Alimentadores de Cinta | |
| Pierina (Peru) | en mina | Correa Transportadora tipo Overland | 1998 |
| Cerro Matoso (Colombia) | en mina | Sistema de Transporte In-Plant | 2000 |
| | en mina | Belt Feeders | |
| Loma Negra (Argentina) | en mina | Sistema de Transporte In-Plant | 2001 |
| Escondida | en mina | Fase IV Sistema de Transporte In-Plant | 2003 |
| Collahuasi | en mina | Extensión de Correa Transportadora del Stockpile tipo Shutle | 2003 |
| Collahuasi | Rosario (en mina) | Correa Transportadora tipo Overland | 2004 |
| CODELCO - Chuquicamata | en mina | Translado Chancado E4, Modificaciones a Transportadores y Alimentadores | 2004 |
| CODELCO - El Teniente | en mina | 2 Chancadores de Mandíbulas, 2 Plate Feeders, 3 Correas Transportadoras, 2 Alimentadores de Cinta y 2 Grúas | 2004 |
| Collahuasi | en puerto cercano a Iquique | Extensión de Correa Transportadora | 2004 |
| Collahuasi | en puerto cercano a Iquique | Inspec. Mecanica, Elec.&Estru.l, Sist. De Transporte de Concentrado y Carguío de Barcos | 2004 |
| CODELCO - El Teniente | en mina | Servicio de Mantenimiento Integral en Pipa Norte (Chancado, Alimentadores y Transportadores) | 2004/2006 |

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## LISTADO DE REFERENCIAS

RECIENTES PROYECTOS DE THYSSENKRUPP EN REGIÓN PACÍFICO-ANDINO

| Cliente | Locación | Descripción del Proyecto | Año de comisionamiento |
|---|---|---|---|
| **San Cristobal** | en mina | 4 Alimentadores de Cinta | 2005 |
| **Los Pelambres** | en mina | Re-Potenciamiento de Sistema de Transporte Regenerativo | 2005/2006 |
| **Collahuasi** | en mina | Servicio de Mantenimiento, Chancado y Sistema de Transporte | 2005/2007 |
| **Los Pelambres** | en mina | Extensión Correa Transportadora de alimentación Molino de Bolas | 2006 |
| **Los Pelambres** | en mina | Suministro y montaje de Frenos | 2006 |
| **CODELCO - El Teniente** | en mina | 1 Chancador de Mandíbulas, 2 Plate Feeders, 2 Correas Transportadoras y 1 Grúa | 2006/2007 |
| **Collahuasi** | en mina | Suministro y montaje de Freno | 2007 |
| **Collahuasi** | en puerto cercano a Iquique | Alimentador de Cinta de la descarga del filtro Nº 4 | 2007 |
| **Collahuasi** | en puerto cercano a Iquique | Alimentador de Cinta de la descarga del filtro Nº 5 | 2008 |
| **Codelco - Div. Andina** | en mina | Repotenciamiento de Correas Transportadoras A6 y A7 | 2009 |
| **Collahuasi** | en puerto cercano a Iquique | 2 Correas Transportadoras Nuevas, Tripper y Extensión CV-25 | 2009 |
| **Codelco - Div. Andina** | en mina | Repotenciamiento Correas Transportadoras A4 y 52 / Correa Transportadora A4-01 | 2009 |
| **Los Pelambres** | en mina | Transportadores 120-CV-005/006/007 y Alimentadores 120-FE-005/006/007/008 Repotenciamiento II extensión Shuttle | 2009 |
| **Shougang - Peru** | en mina | Chancador Primario 63" x 75" | 2009 |
| **Codelco Chuquicamata** | en mina | Electroimán | 2009 |
| **Los Bronces** | en mina | 6 Alimentadores de Cinta bajo Stock Pile y 2 Alimentadores de Cinta de Pebbles. | 2010 |
| **Collahuasi** | en mina | Correas Transportadoras Overland 115-CV-206 / 115-CV-207 | 2010 |
| **Collahuasi** | en mina | Repotenciamiento de Overland 115-CV-203 | 2010 |
| **Collahuasi** | en mina | Chancador Primario 63" x 114" | 2010 |
| **El Teniente** | en mina | 2 Plate Feeders Diablo Regimiento | 2010 |
| **El Teniente** | en mina | 1 Chancador de Mandíbulas Diablo Regimiento | 2011 |
| **El Teniente** | en mina | Transportadores In Plant Diablo Regimiento | 2011 |
| **Antapaccay** | en mina | Correa Transportadora Overland | 2011 |
| **Cía. Minera Xstrata - Lomas Bayas** | en mina | 4 Correas Transportadoras Overland | 2012 |
| **CODELCO MMH** | en mina | Planta de Chancado Semi Móvil | 2012 |
| **CODELCO MMH** | en mina | Correa Transportadora tipo Overland | 2012 |

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## LISTADO DE REFERENCIAS

RECIENTES PROYECTOS DE THYSSENKRUPP EN REGIÓN PACÍFICO-ANDINO

| Cliente | Locación | Descripción del Proyecto | Año de comisionamiento |
|---|---|---|---|
| **CODELCO MMH** | en mina | 6 Alimentadores de Cinta Stockpile y 2 Alimentadores de Cinta para Pebbles | 2012 |
| **Southern Peru Cooper - Cuajone Project** | en mina | Correas Transportadoras In Plant y Alimentadores de Cinta | 2012 |
| **CODELCO - El Teniente** | en mina | 1 Chancador de Mandíbulas y 1 Plate Feeder | 2012 |
| **Escondida - OGP1** | en mina | 9 Correas Transportadoras In Plant y 11 Alimentadores de Cinta | 2014 |
| | en mina | 4 Correas Overland con sistema Gearless, 5 Correas Transportadoras, 4 Alimentadores de Cinta y 2 Surge Bin | |
| **Escondida - OLAP** | en mina | 2 Correas Overland, 1 Correa Transportadora con Shuttle | 2014 |
| **CODELCO - El Teniente** | en mina, nivel 7 | Chancador Giratorio 54" x 75", Proyecto Dacita | 2015 |

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- Catálogos

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

001051

# IN-PLANT CONVEYOR REFERENCES



CONFIDENTIAL

A company of
ThyssenKrupp
Technoologies

**ThyssenKrupp Robins**

ThyssenKrupp

# Escondida Expansion Project - Inplant Belt Conveyors



## Location:

Chile

## Year Commissioned:

2002

## Notable Features:

- Total of 9 conveyors installed
- Site elevation of 3200m
- Earthquake Zone 4

## System Description:

The Escondida Inplant Conveyor System consists of nine conveyors with lengths ranging from 18 metres to 232 meters. The conveyors transport copper ore, copper ore pebbles, lime and grinding balls.

The SAG-mill feed conveyor, the longest conveyor in the system, receives primary crushed ore from eight feeders under the stockpile. Oversize from the SAG-mill are returned for recrushing in a pebble circuit consisting of five conveyors. The last conveyor of the pebble circuit disharges onto the SAG-mill conveyor.

| | Sag-Mill Conveyor (Qty: 1) | Pebble Circuit Conveyors (Qty: 5) | Lime Conveyor (Qty: 1) | Grinding Ball Conveyors (Qty: 2) |
|---|---|---|---|---|
| **Belt Width (mm)** | 1800 | 1200 | 650 | 450 |
| **Length (m)** | 232 | 43 - 138 | 18 | 195 |
| **Conveys** | -200mm copper ore | -19 to –63mm copper ore | -19mm lime | 50 to 72 mm grinding balls |
| **Lift (m)** | | 1 to 18 | 2 | |
| **Power (kW)** | 300 | 22 to 90 | 10 | 5 |
| **Belt Speed (m/s)** | 3 | 1.82 | 1 | 0.4 |
| **Design Capacity (mtph)** | 7,550 | 750 | 35 | 20 |

CONFIDENCIAL

Krupp Canada Inc.
1177 11 Ave. S.W., Suite #405
Calgary, Alberta, Canada, T2R 0G5
Phone: 403-245-2866, Fax: 403 245 5625
E-mail: info@krupp.ca Internet: www.krupp.ca

**Krupp Canada**
A company of ThyssenKrupp Technologies

ThyssenKrupp

# Cerro Matoso - Expansion Project Conveyors



## Location:

Colombia

## Year Commissioned:

2000

## Notable Features:

- The expansion project involves a one-line expansion to the existing Cerro Matoso nickel processing facility.

## System Description:

The Cerro Matoso expansion project consists of twelve belt conveyors, eight complete belt feeders and one complete steep-angle beltwall conveyor, all designed to fit into an exiting facility.

The lengths of the belt conveyors range from 8 metres to 432 metres. Nine of the twelve belt conveyors transport nickel laterite ore. The two longest conveyors receive tertiary crushed ore along a 300m feed zone from stockpiles reclaimed from two ThyssenKrupp Robins bridge reclaimers.

Five of the belt feeders are 54" and transport nickel laterite ore. The remaining 3 feeders are 30". Two are designed to meter coal onto an ore belt and the third transports wetted mixed dust. All but the wetted mixed dust feeder are VFD controlled.

The steep-angled beltwall conveyor transports extruded green dust pellets along a 6 meter horizontal section, a 12 meter vertical section and then a 9 meter horizontal section where it discharges the material onto one of the belt conveyors.

## Technical Data:

Number of conveyors - 13
Material - Nickel laterite ore, coal, granulated slag and extruded green dust pellets
Conveyor Length - varies from 8 metres to 432 metres
Lift of System - varies from 1 to 20 metres
Design Capacity - varies from 14 to 880 tonnes per hour
Belt Speed - varies from 0.11 m/s to 2.3 m/s
Conveyor Width - varies from 762mm to 1219mm
Installed Motor Power - varies from 3.7 kW to 74.6 kW

CONFIDENCIAL

Krupp Canada Inc.
1177 11 Ave. S.W., Suite #405
Calgary, Alberta, Canada, T2R 0G5
Phone: 403-245-2866, Fax: 403 245 5625
E-mail: info@krupp.ca Internet: www.krupp.ca

**Krupp Canada**
A company of ThyssenKrupp Technologies

ThyssenKrupp

***Project Fact Sheet***

ThyssenKrupp Robins

# HOVENSA – Plant Conveyor System

## *Location:*

St. Croix, US Virgin Islands

## *Year Commissioned:*

2002

## *Notable Features:*

-Conveyors totally enclosed in tubular galleries
-Transfer towers totally enclosed in silos
-Transfer points contain dust suppression and dust collection devices to protect the environment.



CONFIDENTIAL

## *System Description:*

The plant conveyor system transports the petroleum coke from the feeder breaker, which is located on the coke pad, and transports it to the two identical domes. The coke will be conveyed out of the two domes to a quadrant shiploader which loads ships from 30,000 to 65,000 DWT Panamax class. The stacking capacity of the conveyors is 750 stph and the reclaim/loading capacity is 1850 stph.

The conveyor system follows modern design standards and employs state of the art components and control technology. The user friendly system is efficient and economical to operate and maintain. The enclosed design ensures that the dust is contained within the system.

All components are designed to withstand the harsh marine operating environment, including Earthquake Zone 4, to provide efficient and maintenance free operation and 150 mph wind.

## *Technical Data:*

Number of conveyors – 13
Material – Nickel laterite ore, coal, granulated slag and extruded green dust pellets
Conveyor Length – 8 meters to 432 meters
Lift of System – 1 to 2 meters
Design Capacity – 14 to 880 tons per hour
Belt Speed – 0.11 m/s to 2.3 m/s
Conveyor Width – 762mm to 1219mm
Installed Motor Power – 3.7kW to 74.6 kW

**Krupp Robins, Inc.**
7730 East Belleview Ave, Suite 404, Greenwood Village, Colorado, 80111,
USA
Tel.: 303-770-0808 Fax.: 303-770-4522
E-mail: krupprobins@compuserve.com or kri@krupprobins.com

# LAXT - Plant Conveyor System



## Location:

San Pedro, California

## Year Commissioned:

1997

## Notable Features:

- A high capacity system
- Conveyors are totally enclosed in tubular galleries for environmental protection
- The most modern coal handling facility on the West Coast of North America

## System Description:

The Los Angeles Export Terminal is a world class high capacity facility receiving coal and coke from mid-west producers and shipping it to clients in the Asian and European marketplace.

Coal is delivered to the site by unit train and transported by the conveyor system to a one million ton capacity stockpile. Petroleum coke is delivered by truck and transported to a smaller coke stockpile. The reclaimed coal and coke is transported by overland conveyor within a corridor to the ship loading facility.

The conveyor system follows modern design standards and employs state of the art components and control technology. The user friendly system is efficient and economical to operate and maintain. The enclosed design ensures that the dust is contained within the system.

All components are designed to withstand the harsh marine operating environment, including Earthquake Zone 4, to provide efficient and maintenance free operation.

## Technical Data:

Material - coal and petroleum coke
Design Capacity - 7,700 stph
Coal System Conveyor Width - 72"
Coke System Conveyor Width - 54"
Conveyor Speed - 5.0 m/sec (1,000 fpm)
Stacking System - Traveling Bridge Stacker
Reclaim System - Circular Pile Dischargers

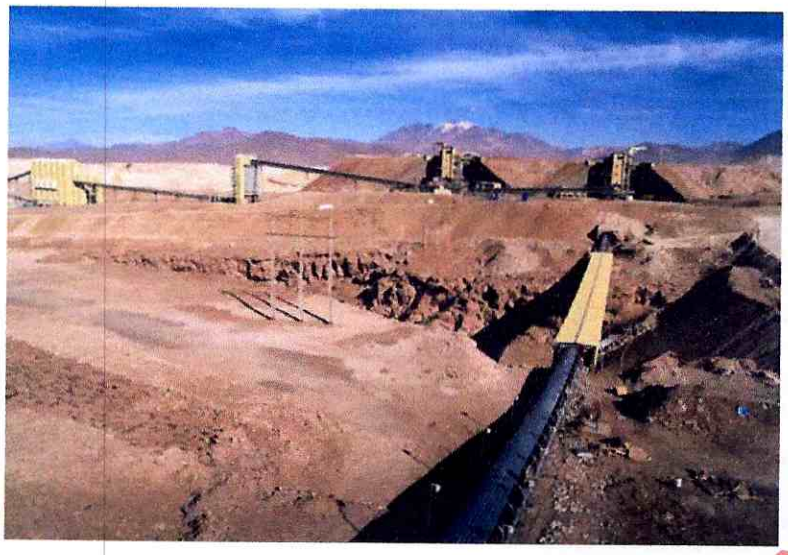
CONFIDENCIAL

Krupp Canada Inc.
1177 11 Ave. S.W., Suite #405
Calgary, Alberta, Canada, T2R 0G5
Phone: 403-245-2866, Fax: 403 245 5625
E-mail: info@krupp.ca Internet: www.krupp.ca

**Krupp Canada**
A company of ThyssenKrupp Technologies

ThyssenKrupp

# Collahuasi - Coarse Ore Handling / Inplant Conveyor System



## Location:

Chile

## Year Commissioned:

1998

## Notable Features:

- Fifteen belt feeders and twenty two belt conveyors were supplied.
- The system was designed to accommodate environmental and archeological sensitivities.

## System Description:

The Collahuasi "oxide" line is designed to transport copper ore from the primary crushers to the secondary crushing and screening building at a capacity of 8,200 metric tons per hour. The ore is then leached and copper is extracted through an electro-winning process in the mine.

The Collahuasi "sulfide" line encompasses the copper ore concentration process which required varying capacities ranging from 872 to 8,200 metric tons per hour. Steep inclined and other specialty conveyors such as ballmill ball handling conveyors are part of the supplied system.

The conveyor routing was developed for functionality and to have the least impact on the surrounding area. In order to further protect the environment an important design criteria was the containment of fugitive dust and the avoidance of possible spillage.

The majority of the conveyors and feeders are designed for a harsh mining environment due to a site elevation of over 4,350m above sea level. Also, due to the high altitude it was critical to select supplied components that would minimize the physical labour of the maintenance personel.

## Technical Data:

Material - Copper ore and concentrate
System Length - 2,698m
Design Capacity - 872 to 8,200 mtph
Belt Speed - 0.2 to 3.65 m/s
Conveyor Width - 18" to 72"

CONFIDENTIAL

ThyssenKrupp Robins Inc.
7730 East Belleview Ave., Suite#404
Greenwood Village, CO 80111-5820, USA
Phone: 303-770-0808, Fax: 303-770-2153
Internet: www.krupprobins.com

**ThyssenKrupp Robins**

A company of ThyssenKrupp Technologies

ThyssenKrupp

# El Abra - Inplant Conveyor System



## Location:

Chile

## Year Commissioned:

1995

## Notable Features:

- Total of 17 conveyors installed.
- All components were standardized.
- The delivery was "fast-tracked".

CONFIDENCIAL

## System Description:

The El Abra inplant conveyor system comprises of 17 belt conveyors which were supplied to handle the copper ore inside the dry plant. The belt conveyors move the material between the stockpile, the secondary and tertiary crusher, and the tertiary screen. Due to the number of different conveyors a high degree of component standardization was required. The project was on a "fast-track" basis and was completed in less than 11 months from the day of the contract to final delivery.

## Technical Data:

| Conveyor Type | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quantity | 3 | 3 | 6 | 1 | 1 | 3 |
| Capacity (mt/h) | 2,700 | 2,700 | 760 | 3,600 | 3,600 | 2,700 |
| Belt width (mm) | 1,400 | 1,400 | 750 | 1,400 | 1,400 | 1,400 |
| Conveyor length (m) | 234 | 170 | 111 | 71 | 125 | 56 |
| Conveyor lift (m) | 28.3 | 20 | 15.5 | 0 | 1 | 0 |
| Belt Speed (m/sec.) | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |

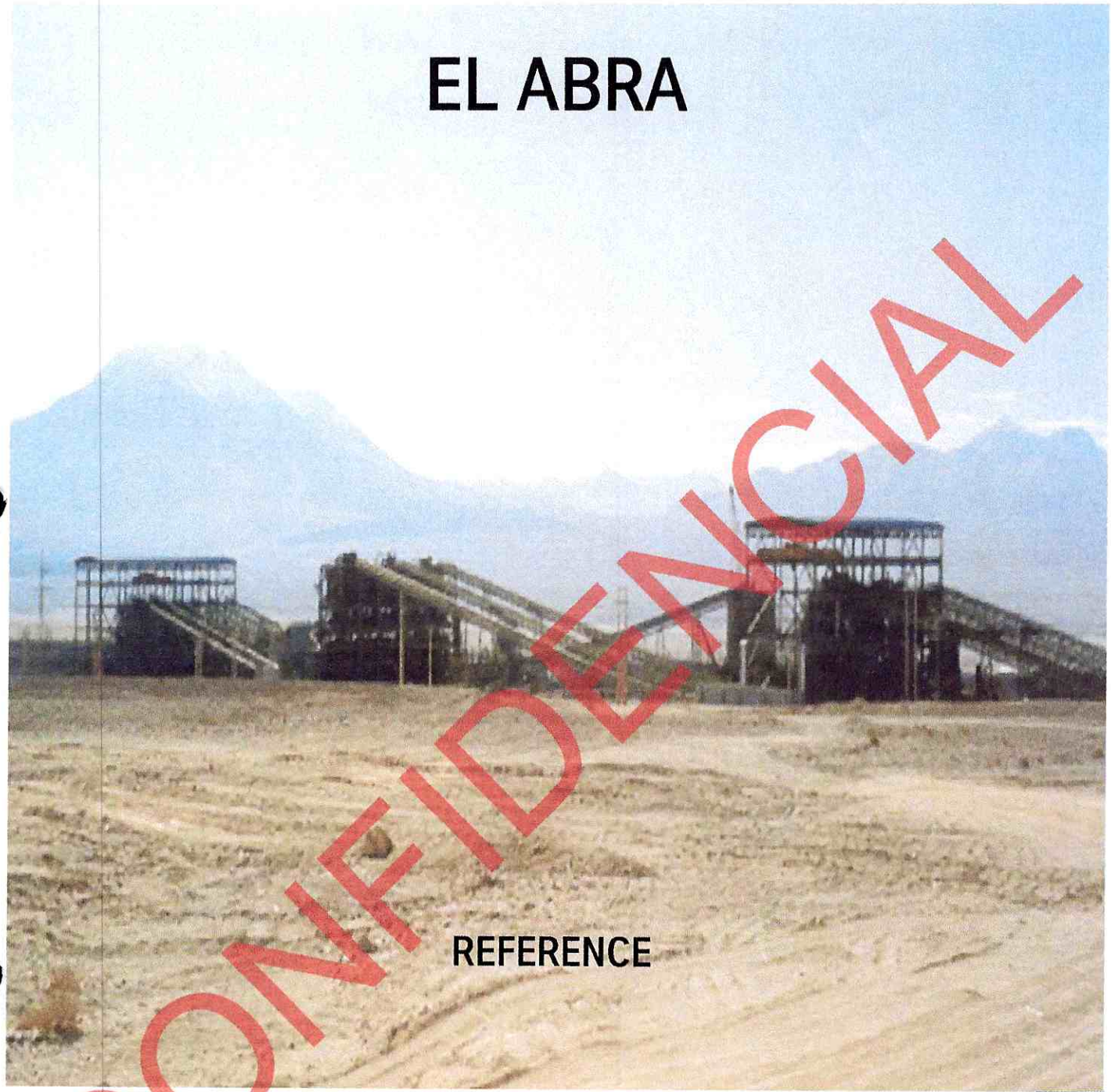
ThyssenKrupp Robins Inc.
7730 East Belleview Ave., Suite #404
Greenwood Village, CO 80111-5820, USA
Phone: 303-770-0808, Fax: 303-770-2153
Internet: www.krupprobins.com

**ThyssenKrupp Robins**

A company of ThyssenKrupp Technologies

ThyssenKrupp

# EL ABRA



REFERENCE

CONFIDENCIAL

A company of ThyssenKrupp Technoologies

**ThyssenKrupp Robins**

ThyssenKrupp

# EL ABRA IN-PLANT CONVEYORS:

## A BRIEF TECHNICAL DESCRIPTION

In general, each conveyor is electrically interlocked with the downstream system as well as the dust collection system and the safety and control devices on the conveyor, such as the safety pull cord, side travel switch, etc. In automatic/remote mode, each conveyor is started from the main control center.

Individual conveyors can also be operated from a local control station. Each feeder is equipped with local control stations, located close to the drive. The local control station typically consists of a mode selector switch (LOCAL-OFF-AUTOMATIC) and an additional start-stop switch. The first selector switch enables the feeder to run in either automatic mode or local mode. The automatic mode allows the starting of the conveyor drive. In this mode, the belt side travel switches, and the speed switch interlocks are bypassed. This arrangement is true for the local mode operation only. This mode is primarily used for maintenance purposes.

Only one conveyor at a time can be operated in local mode.

The system controls and interlocks for each conveyor can be described as follows:

General: The conveyor control system consists of the local control station switches, safety pull cord switch, belt side travel switches; discharge chute plugged switches, belt slip/speed switches, and emergency stop switch, and system stop switch, metal detector switch, as well as motor overload switches. The interlock logic for both the automatic mode and the local mode are described below.

Automatic Mode: Provided all belt tension switches are normal, the downstream conveyor is running, plugged chute switch is on, metal detector is on, side travel switches are on, emergency stop switch is not activated, the system stop switch is not activated, all local control station selector switches are turned to remote position, the conveyor motor is not in overload condition, and upon the initiation of the start pushbutton, the run command mode is latched on. This would allow for the warning horn to initiate for 20 seconds, after which the conveyor drive motor will be allowed to energize. In addition, the conveyor interlocks also include a belt slip switch which is bypassed for a duration of about 25 seconds by a time contact when the conveyor is starting up. This switch will de-energize the motor if the slipping of the belt is detected after the initial time delay.

The conveyor motor will be de-energized upon deduction of any malfunction in the material flow downstream conveyors, bin full conditions, chute plugged, etc. In addition, any change of the following signals would result in stopping of the conveyor motor.

The local control station not in remote position, belt side travel, safety pull cord, emergency stop, belt slipping, remote system stop, plugged chute, metal detector, or motor overload. The unlatched condition will be effective until all fault signals are changed to their normal state.

CONFIDENTIAL

Local Mode: In this mode, the conveyor motor interlocks are the same as described under the automatic mode, except for the downstream conveyor run signal, speed switches which are bypassed, and the side travel switches are allowed to be bypassed by means of local control station, as described under General section, in the local mode.

CONFIDENCIAL

# El Abra - Belt Feeders



## Location:

Chile

## Year Commissioned:

1996

## Notable Features:

- 22 belt feeders of various size
- Up to 8,600 metric tons per hour capacityUp to 3,000mm belt width
- Up to 3,000mm belt width

## System Description:

Krupp supplied 22 belt feeders of various size to the El Abra project. They are located in the primary crushing station and in the secondary and tertiary crushing and screening plant. The most notable feeder is located underneath the primary crusher and reclaims material from the surge bin onto the subsequent belt conveyor.

With a belt width of 3,000mm, a design capacity of 8,600 metric tons per hour and an installed power of 600 HP this feeder is one of the largest built in the world.

All the feeders are powered by a hydrostatic drive system. The system provides full speed adjustability and the extreme torque required to start the feeders under fully loaded conditions.

## Technical Data:

| Type no. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Quantity | 1 | 6 | 6 | 6 | 3 |
| Capacity (mt/h) | 8,600 | 2,450 | 1,310 | 760 | 2,620 |
| Belt width (mm) | 3,000 | 1,800 | 1,800 | 1,400 | 1,800 |
| Length (m) | 13 | 8 | 6 | 8.5 | 10 |
| Belt speed (m/min) | 30 | 19 | 15 | 15 | 19 |
| Power (HP) | 600 | 75 | 40 | 20 | 75 |

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Robins Inc.
7730 East Belleview Ave., Suite #404
Greenwood Village, CO 80111-5820, USA
Phone: 303-770-0808, Fax: 303-770-2153
Internet: www.krupprobins.com

**ThyssenKrupp Robins**

A company of ThyssenKrupp Technologies

ThyssenKrupp

# BELT FEEDERS
# CODELCO CHILE
# EL ABRA MINE

| | | |
|---|---|---|
| Belt Feeder | Primary CrusherDischarge Feeder | |
| Equipment No. | 110-FE-101 | |
| Design Capacity | 8,600 | t/hour |
| Material Size | minus 330 | mm |
| Material Density | 1,900 | kg/m$^3$, for weight |
| | 1,700 | kg/m$^3$, for volume |
| Belt Width | 3,000 | mm |
| Length (center-center pulleys) | 13.0 | m |
| Nominal Belt Speed | 29.87 | m/min |
| Drive Power | 600 | HP |
| | (447.8 | kW) |
| Hydraulic Drive Motor | Two Hagglunds | MB 1150 |
| Belt Carcass | ST 3150 | |
| Belt Covers | 22 + 9 | mm |
| Pulley Diameter | 1,220 | mm |
| Pulley Face Width | 3,250 | mm |
| Total Weight (without power unit) | 78,500 | kg |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# CODELCO CHILE
# EL ABRA MINE

| | | |
|---|---|---|
| Belt Feeder | Coarse Ore Feeder | |
| Equipment No. | 130-FE-111 | |
| | 130-FE-112 | |
| | 130-FE-113 | |
| | 130-FE-114 | |
| | 130-FE-115 | |
| | 130-FE-116 | |
| Design Capacity | 2,450 | t/hour |
| Material Size | minus 330 | mm |
| Material Density | 1,900 | kg/m$^3$, for weight |
| | 1,600 | kg/m$^3$, for volume |
| Belt Width | 1,800 | mm |
| Length (center-center pulleys) | 8.0 | m |
| Nominal Belt Speed | 18.9 | m/min |
| Drive Power | 75 | HP |
| | (56 | kW) |
| Hydraulic Drive Motor | One Hagglunds | MB 1150 |
| Belt Carcass | 5 ply / 1000 PIW | |
| Belt Covers | 22 + 9 | mm |
| Pulley Diameter | 915 | mm |
| Pulley Face Width | 2,050 | mm |
| Total Weight (without power unit) | 24,000 | kg |

CONFIDENCIAL

A company of ThyssenKrupp Technologies

**ThyssenKrupp Robins**

ThyssenKrupp

# BELT FEEDERS
# CODELCO CHILE
# EL ABRA MINE

| | | |
|---|---|---|
| Belt Feeder | Tertiary Screen Feeder | |
| Equipment No. | 140-FE-131 | |
| | 140-FE-132 | |
| | 140-FE-133 | |
| | 140-FE-134 | |
| | 140-FE-135 | |
| | 140-FE-136 | |
| Design Capacity | 1,310 | t/hour |
| Material Size | minus 76 | mm |
| Material Density | 1,900 | $kg/m^3$, for weight |
| | 1,600 | $kg/m^3$, for volume |
| Belt Width | 1,800 | mm |
| Length (center-center pulleys) | 6.0 | m |
| Nominal Belt Speed | 15.24 | m/min |
| Drive Power | 40 | HP |
| | (30 | kW) |
| Hydraulic Drive Motor | One Hagglunds | MB 1150 |
| Belt Carcass | 5 ply / 1000 PIW | |
| Belt Covers | 19 + 9 | mm |
| Pulley Diameter | 610 | mm |
| Pulley Face Width | 2,050 | mm |
| Total Weight (without power unit) | 15,000 | kg |

CONFIDENCIAL

A company of ThyssenKrupp Technoologies

**ThyssenKrupp Robins**

ThyssenKrupp

# BELT FEEDERS
# CODELCO CHILE
# EL ABRA MINE

| | | |
|---|---|---|
| Belt Feeder | Tertiary Crusher Feeder | |
| Equipment No. | 140-FE-141 | |
| | 140-FE-142 | |
| | 140-FE-143 | |
| | 140-FE-144 | |
| | 140-FE-145 | |
| | 140-FE-146 | |
| Design Capacity | 760 | t/hour |
| Material Size | minus 76 | mm |
| Material Density | 1,900 | $kg/m^3$, for weight |
| | 1,600 | $kg/m^3$, for volume |
| Belt Width | 1,400 | mm |
| Length (center-center pulleys) | 8.5 | m |
| Nominal Belt Speed | 15.24 | m/min |
| Drive Power | 20 | HP |
| | (16 | kW) |
| Hydraulic Drive Motor | One Hagglunds | MB 1150 |
| Belt Carcass | 3 ply / 450 PIW | |
| Belt Covers | 19 + 6 | mm |
| Pulley Diameter | 610 | mm |
| Pulley Face Width | 1,650 | mm |
| Total Weight (without power unit) | 12,500 | kg |

CONFIDENCIAL

A company of ThyssenKrupp Technologies

**ThyssenKrupp Robins**

ThyssenKrupp

# BELT FEEDERS
# CODELCO CHILE
# EL ABRA MINE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Belt Feeder | Curring Drum Feeder | | |
| Equipment No. | 150-FE-161 | | |
| | 150-FE-162 | | |
| | 150-FE-163 | | |
| Design Capacity | 2,620 | t/hour | |
| Material Size | minus 19 | mm | |
| Material Density | 1,900 | kg/m$^3$, for weight | |
| | 1,600 | kg/m$^3$, for volume | |
| Belt Width | 1,800 | mm | |
| Length (center-center pulleys) | 9.0 | m | 150-FE-161 |
| | 10.0 | m | 150-FE-162 |
| | 10.0 | m | 150-FE-163 |
| Nominal Belt Speed | 18.9 | m/min | |
| Drive Power | 75 | HP | |
| | (56 | kW) | |
| Hydraulic Drive Motor | One Hagglunds | MB 1150 | |
| Belt Carcass | 5 ply / 1000 PIW | | |
| Belt Covers | 19 + 6 | mm | |
| Pulley Diameter | 915 | mm | |
| Pulley Face Width | 2,050 | mm | |
| Total Weight (without power unit) | 22,500 | kg | 150-FE-161 |
| | 22,500 | kg | 150-FE-162 |
| | 21,600 | kg | 150-FE-163 |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# COLLAHUASI CHILE

**Belt Feeder**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Equipment No. | 130-FE-003 thru 008 (6) | | | | |
| Capacity | 1,427 | mt/h | : | 1,570 | st/h |
| Max. Material Size | 305 | mm | : | 12 | in |
| Density (for weight) | 1,600 | kg/m³ | : | 100 | pcf |
| Density (for volume) | 1,600 | kg/m³ | : | 100 | pcf |
| Belt Width | 1,828 | mm | : | 72 | in |
| Feeder Length | 12.00 | m | : | 39.37 | ft |
| Gate Height | 745 | mm | : | 36.00 | in |
| Gate Width | 1,110 | m | : | 43.70 | in |
| Design Belt Speed | 15.24 | m/min | : | 50.00 | fpm |
| Max. Belt Speed | 16.38 | m/min | : | 53.75 | fpm |
| Drive Power, inst. | 74.6 | kW | : | 100.0 | HP |
| Drive Power, calc. | 67.4 | kW | : | 90.3 | HP |
| Load, running | 212.1 | kN | : | 47,690 | lbf |
| Load, break-away | 442.5 | kN | : | 99,468 | lbf |
| Running Tension T1 | 380.4 | kN | : | 85,518 | lbf |
| Running Tension T2 | 169.1 | kN | : | 38,009 | lbf |
| Belt Tension, running | 208.1 | N/mm | : | 1,188 | PIW |
| Belt Tension, break-away | 334.5 | N/mm | : | 1,190 | PIW |
| Belt Tensioning Force | 342.5 | kN | : | 77,000 | lbf |
| Belt Type | 6 / 1200 | | | | |
| Covers | 22 x 9 | mm | : | 7/8 x 3/8 | in |
| Pulley Diameter | 1,067 | mm | : | 42 | in |
| Drive Pulley Lag. | 19 | mm | : | 0.75 | in |
| Design Speed | 4.39 | rpm | | | |
| Torque, running | 117.2 | kNm | : | 86,430 | ft-lbf |
| Torque, break-away | 244.4 | kNm | : | 180,269 | ft-lbf |
| Drive Motor Type | Hagglunds MB 800 | | | | |
| Operating Pressure | 164.8 | bar | : | 2,360 | psi |
| Peak Pressure | 330.0 | bar | : | 4,785 | psi |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# COLLAHUASI CHILE

**Belt Feeder**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Equipment No. | 410-FE-401 | | | | |
| Capacity | 820 | mt/h | : | 902 | st/h |
| Max. Material Size | 203 | mm | : | 8 | in |
| Density (for weight) | 2,080 | kg/m³ | : | 130 | pcf |
| Density (for volume) | 2,080 | kg/m³ | : | 130 | pcf |
| | | | | | |
| Belt Width | 1,524 | mm | : | 60 | in |
| Feeder Length | 8.00 | m | : | 26.25 | ft |
| Gate Height | 610 | mm | : | 24.00 | in |
| Gate Width | 914 | m | : | 36.00 | in |
| | | | | | |
| Design Belt Speed | 15.24 | m/min | : | 50.00 | fpm |
| Max. Belt Speed | 20.87 | m/min | : | 68.48 | fpm |
| | | | | | |
| Drive Power, inst. | 44.8 | kW | : | 60.0 | HP |
| Drive Power, calc. | 35.5 | kW | : | 47.6 | HP |
| | | | | | |
| Load, running | 111.7 | kN | : | 25.121 | lbf |
| Load, break-away | 230.7 | kN | : | 51,873 | lbf |
| | | | | | |
| Running Tension T1 | 199.7 | kN | : | 44,893 | lbf |
| Running Tension T2 | 88.8 | kN | : | 19,953 | lbf |
| | | | | | |
| Belt Tension, running | 131.0 | N/mm | : | 748 | PIW |
| Belt Tension, break-away | 209.6 | N/mm | : | 1,197 | PIW |
| Belt Tensioning Force | 177.9 | kN | : | 40,000 | lbf |
| | | | | | |
| Belt Type | 4 / 800 | | | | |
| Covers | 19 x 6 | mm | : | 3/4 x 1/4 | in |
| | | | | | |
| Pulley Diameter | 762 | mm | : | 30 | in |
| Drive Pulley Lag. | 19 | mm | : | 0.75 | in |
| Design Speed | 6.06 | rpm | | | |
| | | | | | |
| Torque, running | 45 | kNm | : | 32,967 | ft-lbf |
| Torque, break-away | 92 | kNm | : | 68,085 | ft-lbf |
| | | | | | |
| Drive Motor Type | Hagglunds MB 400 | | | | |
| Operating Pressure | 129.0 | bar | : | 1,870 | psi |
| Peak Pressure | 251.7 | bar | : | 3,650 | psi |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# COLLAHUASI CHILE

**Belt Feeder**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Equipment No. | 410-FE-402 thru 405 (4) | | | | |
| Capacity | 379 | mt/h | : | 417 | st/h |
| Max. Material Size | 50 | mm | : | 2 | in |
| Density (for weight) | 1,600 | kg/m³ | : | 100 | pcf |
| Density (for volume) | 1,600 | kg/m³ | : | 100 | pcf |
| | | | | | |
| Belt Width | 1,372 | mm | : | 54 | in |
| Feeder Length | 7.00 | m | : | 22.97 | ft |
| Gate Height | 406 | mm | : | 16.00 | in |
| Gate Width | 762 | m | : | 30.00 | in |
| | | | | | |
| Design Belt Speed | 15.24 | m/min | : | 50.00 | fpm |
| Max. Belt Speed | 18.08 | m/min | : | 59.33 | fpm |
| | | | | | |
| Drive Power, inst. | 11.2 | kW | : | 15.0 | HP |
| Drive Power, calc. | 6.9 | kW | : | 9.2 | HP |
| | | | | | |
| Load, running | 21.6 | kN | : | 4,847 | lbf |
| Load, break-away | 40.6 | kN | : | 9,126 | lbf |
| | | | | | |
| Running Tension T1 | 37.4 | kN | : | 8,401 | lbf |
| Running Tension T2 | 16.6 | kN | : | 3,734 | lbf |
| Belt Tension, running | 27.2 | N/mm | : | 156 | PIW |
| Belt Tension, break-away | 41.7 | N/mm | : | 238 | PIW |
| Belt Tensioning Force | 33.4 | kN | : | 7,500 | lbf |
| | | | | | |
| Belt Type | 3 / 600 | | | | |
| Covers | 12 x 6 | mm | : | 1/2 x 1/4 | in |
| | | | | | |
| Pulley Diameter | 610 | mm | : | 24 | in |
| Drive Pulley Lag. | 19 | mm | : | 0.75 | in |
| Design Speed | 7.49 | rpm | | | |
| | | | | | |
| Torque, running | 6.98 | kNm | : | 5,149 | ft-lbf |
| Torque, break-away | 13.14 | kNm | : | 9,695 | ft-lbf |
| | | | | | |
| Drive Motor Type | Hagglunds CA 100 | | | | |
| Operating Pressure | 86.6 | bar | : | 1,255 | psi |
| Peak Pressure | 171.7 | bar | : | 2,490 | psi |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# COLLAHUASI CHILE

**Belt Feeder**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Equipment No. | 420-FE-415 thru 418 (4) | | | | |
| Capacity | 770 | mt/h | : | 847 | st/h |
| Max. Material Size | 10 | mm | : | 0.37 | in |
| Density (for weight) | 1,600 | kg/m$^3$ | : | 100 | pcf |
| Density (for volume) | 1,600 | kg/m$^3$ | : | 100 | pcf |
| | | | | | |
| Belt Width | 1,524 | mm | : | 60 | in |
| Feeder Length | 8.50 | m | : | 27.89 | ft |
| Gate Height | 610 | mm | : | 24.00 | in |
| Gate Width | 1,016 | m | : | 40.00 | in |
| | | | | | |
| Design Belt Speed | 15.24 | m/min | : | 50.00 | fpm |
| Max. Belt Speed | 17.68 | m/min | : | 58.58 | fpm |
| | | | | | |
| Drive Power, inst. | 37.3 | kW | : | 50.0 | HP |
| Drive Power, calc. | 27.9 | kW | : | 37.4 | HP |
| | | | | | |
| Load, running | 107.9 | kN | : | 24,248 | lbf |
| Load, break-away | 224.8 | kN | : | 50,538 | lbf |
| | | | | | |
| Running Tension T1 | 192.7 | kN | : | 43,322 | lbf |
| Running Tension T2 | 85.6 | kN | : | 19,254 | lbf |
| Belt Tension, running | 126.5 | N/mm | : | 722 | PIW |
| Belt Tension, break-away | 203.7 | N/mm | : | 1,163 | PIW |
| Belt Tensioning Force | 172.1 | kN | : | 38,700 | lbf |
| | | | | | |
| Belt Type | 4 / 800 | | | | |
| Covers | 12 x 6 | mm | : | 1/2 x 1/4 | in |
| | | | | | |
| Pulley Diameter | 762 | mm | : | 30 | in |
| Drive Pulley Lag. | 19 | mm | : | 0.75 | in |
| Design Speed | 6.06 | rpm | | | |
| | | | | | |
| Torque, running | 43 | kNm | : | 31,822 | ft-lbf |
| Torque, break-away | 90 | kNm | : | 66,323 | ft-lbf |
| | | | | | |
| Drive Motor Type | Hagglunds MB 283 | | | | |
| Operating Pressure | 170.9 | bar | : | 2,478 | psi |
| Peak Pressure | 341.2 | bar | : | 4,948 | psi |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# LOS PELAMBRES

| | |
|---|---|
| Belt Feeder | Mine Ore Belt Feeders |
| Equipment No. | 120-FE-005<br>120-FE-006<br>120-FE-007<br>120-FE-008 |
| Design Capacity | 2,900 t/hr |
| Material Size | Minus 203 mm |
| Material Density | 2,100 kg/m$^3$ (for weight)<br>1,600 kg/m$^3$ (for volume) |
| Belt Width | 1,800 mm |
| Length (Center-Center Pulleys) | 8,395 mm |
| Nominal Belt Speed | 0.483 m/sec |
| Drive Power | 150 HP<br>112 kW |
| Hydraulic Drive Motor | Hagglunds MB 566 |
| Belt Carcass | EP 1600 |
| Belt Covers | 19 x 6 |
| Pulley Diameter | 914 mm |
| Pulley Face Width | 2,006 mm |
| Head Pulley Shell | Stainless Steel |
| Total Weight (without power unit) | 17,850 kg |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# LOS PELAMBRES

| | |
|---|---|
| Belt Feeder | Coarse Ore Belt Feeders |
| Equipment No. | 280-FE-015<br>280-FE-016<br>280-FE-017<br>280-FE-018<br>280-FE-019<br>280-FE-020<br>280-FE-021<br>280-FE-022 |
| Design Capacity | 1,220 t/hr |
| Material Size | Minus 203 mm |
| Material Density | 2,100 kg/m$^3$ (for weight)<br>1,600 kg/m$^3$ (for volume) |
| Belt Width | 1,800 mm |
| Length (Center-Center Pulleys) | 8,395 mm |
| Nominal Belt Speed | 0.203 m/sec |
| Drive Power | 75 HP<br>56 kW |
| Hydraulic Drive Motor | Hagglunds MB 566 |
| Belt Carcass | EP 1600 |
| Belt Covers | 19 x 6 |
| Pulley Diameter | 914 mm |
| Pulley Face Width | 2,006 mm |
| Total Weight (without power unit) | 17,850 kg |

CONFIDENCIAL

# BELT FEEDERS
# LOS PELAMBRES

| | |
|---|---|
| Belt Feeder Feeders | Concentrate Reclaim Belt |
| Equipment No. | 530-FE-052<br>530-FE-053<br>530-FE-054 |
| Design Capacity | 850 t/hr |
| Material Size | Minus 0.1 mm |
| Material Density | 2,600 $kg/m^3$ (for weight)<br>1,900 $kg/m^3$ (for volume) |
| Belt Width | 1,200 mm |
| Length (Center-Center Pulleys) | 10,500 mm |
| Nominal Belt Speed | 0.381 m/sec |
| Drive Power | 75 HP<br>56 kW |
| Hydraulic Drive Motor | Hagglunds MA 200 |
| Belt Carcass | EP 1000 |
| Belt Covers | 19 x 6 |
| Pulley Diameter | 610 mm |
| Pulley Face Width | 1,300 mm |
| Total Weight (without power unit) | 17,500 kg |

CONFIDENCIAL

001974

thyssenkrupp

- Certificados ISO

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda.
Isidora Goyenechea 2800 Piso 19, Las Condes
Santiago - Chile
Teléfono: +56-2-22442299
Página web: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

TÜV NORD

# CERTIFICATE

Management system as per
**DIN EN ISO 9001 : 2008**

In accordance with TÜV NORD CERT procedures, it is hereby certified that

**ThyssenKrupp Industrial Solutions AG**
**ThyssenKrupp Allee 1**
**45143 Essen**
**Germany**

**with sites according to the annex**

applies a management system in line with the above standard for the following scope

**Development, project management, sales, engineering, procurement, manufacturing, construction, commissioning and services of technologies, plants, components and machines.**

CONFIDENCIAL

Certificate Registration No. 44 100 142043
Audit Report No. 3515 3184

Valid from 2015-03-09
Valid until 2018-03-08
Initial certification 2015

Certification Body
at TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2015-03-09

This certification was conducted in accordance with the TÜV NORD CERT auditing and certification procedures and is subject to regular surveillance audits.

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.com

IAF MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZM-12007-01-01

TÜV NORD

# ANNEX

**to Certificate Registration No. 44 100 142043**
**DIN EN ISO 9001 : 2008**

## ThyssenKrupp Industrial Solutions AG
**ThyssenKrupp Allee 1**
**45143 Essen**
**Germany**

**Scope**

Development, project management, sales, engineering, procurement, manufacturing, construction, commissioning and services of technologies, plants, components and machines.

| Certificate Registration No. | Location |
|---|---|
| 44 100 142043-001 | ThyssenKrupp Industrial Solutions (Australia) Pty Ltd<br>Level 2, 25 Cedric Street<br>Stirling, Western Australia<br>Australia |
| 44 100 142043-002 | ThyssenKrupp Industrial Solutions (Australia) Pty Ltd<br>Level 2, 355 Spencer Street<br>West Melbourne, Victoria<br>Australia |
| 44 100 142043-003 | ThyssenKrupp Industrial Solutions (Australia) Pty Ltd<br>8 Contest Link<br>Henderson, West Australia<br>Australia |
| 44 100 142043-004 | ThyssenKrupp Industrial Solutions (Australia) Pty Ltd<br>Level 5, 100 Wickham Street<br>Fortitude Valley, Queensland<br>Australia |
| 44 100 142043-005 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Resource Technologies<br>Ernst-Heckel-Straße 1<br>66386 St. Ingbert - Rohrbach<br>Germany |

CONFIDENCIAL



MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT IAF
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZM-12007-01-01

TÜV NORD

# ANNEX

**to Certificate Registration No. 44 100 142043**
**DIN EN ISO 9001 : 2008**

| Certificate Registration No. | Location |
|---|---|
| 44 100 142043-006 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Resource Technologies<br>Münsterland/Neubeckum<br>Graf-Galen-Straße 17<br>59269 Beckum<br>Germany |
| 44 100 142043-007 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Resource Technologies<br>Münsterland/Ennigerloh<br>Schleebergstraße 12<br>59320 Ennigerloh<br>Germany |
| 44 100 142043-008 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>ThyssenKrupp KH Minerals SAS<br>Sarreguemines<br>ZI Neuwald-1<br>Rue Rene Francois Jolly<br>5200 Sarreguemines<br>France |
| 44 100 142043-009 | ThyssenKrupp Industrial Solutions South Africa (Pty) Ltd<br>71 Nanyuki Road<br>Sunninghill, 2191<br>Gallo Manor, 2052<br>South Africa |
| 44 100 142043-010 | ThyssenKrupp Industrial Solutions South Africa (Pty) Ltd<br>4 Chloor Rd<br>Chloorkop ,1619<br>Gallo Manor, 2052<br>South Africa |

CONFIDENCIAL



IAF MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZM-12007-01-01

TÜV NORD

# ANNEX

**to Certificate Registration No. 44 100 142043**
**DIN EN ISO 9001 : 2008**

| Certificate Registration No. | Location |
|---|---|
| 44 100 142043-011 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Process Technologies<br>Friedrich-Uhde-Straße 15<br>44141 Dortmund<br>Germany |
| 44 100 142043-012 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Process Technologies<br>Friedrich-Uhde-Straße 2<br>65812 Bad Soden<br>Germany |
| 44 100 142043-013 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Process Technologies<br>Neubeckumer Straße 127<br>59320 Ennigerloh<br>Germany |
| 44 100 142043-014 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Process Technologies-Biotechnology<br>Am Haupttor (Tor 6), Bau 3668<br>06237 Leuna<br>Germany |
| 44 100 142043-015 | ThyssenKrupp Electrolysis GmbH<br>BU Process Technologies<br>Friedrich-Uhde Straße 15<br>44141 Dortmund<br>Germany |
| 44 100 142043-016 | ThyssenKrupp Industrial Solutions (India) Pvt. Ltd.<br>Uhde House, L.B. Shastri Marg<br>Vikhroli (West)<br>Mumbai 400 083<br>India |

CONFIDENCIAL



IAF MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZM-12007-01-01

TÜV NORD

# ANNEX

**to Certificate Registration No. 44 100 142043**
**DIN EN ISO 9001 : 2008**

| Certificate Registration No. | Location |
|---|---|
| 44 100 142043-017 | ThyssenKrupp Industrial Solutions (India) Pvt. Ltd.<br>Duggal Plaza<br>692A/3C, Prem Nagar<br>Bibwewadi Road<br>Pune 411 037<br>India |
| 44 100 142043-018 | ThyssenKrupp Industrial Solutions AG<br>BU Resource Technologies<br>Essen<br>ThyssenKrupp Allee 1<br>45143 Essen<br>Germany |

End of the List

CONFIDENCIAL

Certification Body
at TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2015-03-09



IAF MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZM-12007-01-01

## 2.0 Exclusions

Not included in our offer are all works and supplies not mentioned therein, in particular:

- all earth, masonry, concrete and other craftsman work
- all required adapting and modification works at existing facilities and those to be built
- feeding conveyor
- erection, commissioning and test run
- supervision of erection, commissioning and test run
- spare parts
- power supply to the pivot point
- supply and erection of the shiploader´s rail track incl. buffer stops
- counterweights made out of concrete
- all costs for local authorities approvals, customs import duties and all taxes levied outside the country of origin

## 3.0 List of Weights and Prices

| | Weight in tons approx. | Price in EURO approx. |
|---|---|---|
| One Radial Shiploader<br>Supply according Item 5.<br>FOB Port of Shipment | [redacted] | [redacted] |

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

SECCIÓN 3

1. PRECIOS
2. CONDICIONES COMERCIALES

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## 1. PRECIOS

CONFIDENCIAL

# TKIS-B-546 - PROYECTO PUERTO NORTHPORT
CORREAS TRANSPORTADORAS

thyssenkrupp

FECHA : 26 de Enero de 2016
BIDDER: THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS
PROPUESTA Nº: TKIS-B-546 2016

## LISTADO DE PRECIOS

| ITEM | DESCRIPCION | CANT | Precio Unitario (USD) | Precio Total (USD) |
|---|---|---|---|---|
| | Suministro de Correas Transportadoras, oferta presupuestaria: | | | |
| 1 | Correa Transportadora CT-01 | 1 | $ [redacted] | $ [redacted] |
| 2 | Correa Transportadora CT-02 | 1 | $ [redacted] | $ [redacted] |
| 3 | Correa Transportadora CT-03 | 1 | $ [redacted] | $ [redacted] |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | Total | 3 | | $ [redacted] |
| 11 | Listado de repuestos 2 años de operación | 1 | $ [redacted] | $ [redacted] |
| 12 | Listado de repuestos puesta en marcha | 1 | $ [redacted] | $ [redacted] |

NOTAS:
1) Precios: ExWork diferentes paises.
2) Entrega: 54 semanas.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## TARIFAS DIARIAS – INSPECCION TECNICA

Según su solicitud, ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda. proveerá los servicios de los siguientes especialistas de acuerdo a la tabla adjunta:

Tabla tarifa diaria (9 horas) por un (1) representante para servicio local de Thyssenkrupp:

US$ [redacted] por día para Estructural & Mecánico
US$ [redacted] por día para Eléctrico & Instrumentación

Tabla tarifa diaria (9 horas) por un (1) representante para servicio extranjero:

US$ [redacted] por día para Estructural & Mecánico
US$ [redacted] por día para Eléctrico & Instrumentación

Nota: Favor considerar 20% adicional aprox. por retención de impuesto

- El precio de las horas extraordinarias en los días de semana y los sábados es de 1,5 veces el precio base por hora.
- Domingos y feriados tienen un valor de 2,0 veces la tarifa base por hora.
- Las tarifas diarias son puerta a puerta e incluyen el tiempo de desplazamiento.
- Los momentos de reserva, parada temporal, u otro tiempo de espera se cobran a un valor por día o de fin de semana.
- Los cargos por desplazamiento no excederán las 8 horas diarias.
- Todos los gastos por desplazamiento serán cargados al costo más 5 %.
- Los gastos de alojamiento y subsistencia serán cargados al costo más 5 %.

Agradeceremos tomar nota de lo siguiente:

- El tiempo de desplazamiento diario, entre el lugar de alojamiento y el lugar de trabajo, no deberá ser superior a una hora. El tiempo de desplazamiento mayor que el indicado será cobrado como tiempo de trabajo.
- Todos los impuestos, aranceles, peajes u otros valores cobrados a ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda., o a nuestro personal, serán adicionados a nuestra factura al costo más utilidades.
- Los gastos de alojamiento y subsistencia serán cargados al costo más utilidades.
- Garantía – ver el documento adjunto de Términos y Condiciones.
- El propietario del equipo, con y/o en el que se realizará el trabajo, es responsable de todos los seguros necesarios.
- El pago por los servicios otorgados, vence 30 días desde la fecha de la factura.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## TERMINOS Y CONDICIONES – SERVICIO EN TERRENO

1. El contrato consiste en este documento y la carta que se adjunta.

2. Los Representantes en Terreno de ThyssenKrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda., ya sea los empleados o agentes de TKIS deberán actuar como contratistas independientes que asesoran al Cliente asumiendo una facultad de asesoría.

3. El Cliente por la presente acuerda indemnizar y no causar daño a TKIS ni a los Representantes en Terreno de TKIS, ya sean empleados o agentes de TKIS, a partir y en contra de cualquiera y todos los procedimientos, reclamos, pérdidas, daños, perjuicio (tanto a las personas como a la propiedad) y gastos, debido a, o en representación de cualquier persona, corporación, u otro, derivado de o relacionado de cualquier forma con, el desempeño o no desempeño de TKIS, del Representante en Terreno de TKIS, los empleados o agentes del trabajo de inspección, asesoría o consultoría de TKIS según este acuerdo.

4. TKIS garantiza que tiene los recursos necesarios, capacidades y expertiz para realizar los servicios de inspección, asesoría y/o consultoría proporcionados según este acuerdo, de una manera diligente y profesional.

5. LIMITACION DE LA RESPONSABILIDAD

   TKIS no será responsable tanto directa como indirectamente, consecuencialmente ni de ninguna manera, ante el Cliente ni ante cualquiera tercera parte, por daños de ningún tipo, clase, sin importar su origen o causa, ya sea en el contrato o por agravio, incluyendo la negligencia, o cualquier cosa que se pueda atribuir, o interpretar como parte del servicio prestado por esta compañía, sus representantes en Terreno de TKIS, los empleados o agentes de TKIS, o cualquiera que nos represente, según este Acuerdo. En ningún caso TKIS, sus empleados o agentes, serán responsables de daños o gastos indirectos, especiales o consecuenciales del Cliente, o de una tercera parte, incluso si TKIS ha sido advertido de la posibilidad de dichos daños o gastos, tales como la pérdida de utilidades, pérdida de ingresos, o el no hacerse cargo de beneficios anticipados, incluyendo el uso del equipo.

   Con todo, el límite de responsabilidad que asumimos por eventuales demandas, por concepto de servicios en terreno y sus consecuencias eventuales, está limitado al 10% del valor del contrato.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## 2. CONDICIONES COMERCIALES

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## CONDICIONES COMERCIALES

**Forma de Pago:**

a) Suministro:
- 30% con la aceptación de Orden de Compra, contra boleta de garantía de anticipo.
- 15% con aprobación de planos disposiciones generales.
- 55% de acuerdo a programa de entrega de documentación y progreso del trabajo a acordar entre las partes

- Los valores indicados en la oferta son Netos, es decir no incluyen IVA, libre de todo impuesto de cualquier índole, como también impuesto de ingreso de materiales al País.
- Los pagos de todas y cada una de las facturas contempladas en esta oferta se deberán realizar a más tardar dentro de 30 días corridos posteriores a la fecha de emisión de la factura correspondiente.

**Validez de la Oferta**: Los precios aquí ofrecidos tienen una validez de 60 días y contemplan que la emisión de la Orden de Compra se realice dentro de este tiempo.

Confirmación de la Orden de Compra: La Orden de Compra deberá de ser aceptada por escrito por Thyssenkrupp Industrial Solutions (Chile) Ltda, para que tenga validez el contrato.

**Liquidated Damages:** No corresponderá la aplicación de este concepto en caso de atrasos que sean atribuibles, aunque sea en parte, a causas externas a la responsabilidad del Contratista, distintas al alcance comercial del contrato, o bien, cuyo origen provenga del incumplimiento de las obligaciones contractuales del comprador.

En el caso de incumplimiento de fechas (atrasos), el límite máximo por este ítem será de 3% del valor de dicho ítem. Sin embargo, aun cuando se produjesen atrasos parciales en los hitos del proyecto, si dichos atrasos no repercuten en un atraso de la fecha final de entrega de la obra, el pago recién mencionado no será realizado ni descontado los estados de pago.

De acuerdo a las reglamentaciones internas vigentes de ThyssenKrupp, por cualquier concepto asociado a Liquidated Damages u otros conceptos asociados a compensaciones, nuestra empresa acepta pagar como monto máximo global y total hasta el valor de un 3% del monto total de la orden de compra o contrato. De ninguna manera se contemplan pagos o compensaciones de parte de ThyssenKrupp a favor del cliente, del mandante o de terceros adicionales a los mencionados en estos párrafos, sea cual fuere el motivo que se arguya para solicitarlos.

**Plazo de Ejecución del Suministro**: Los plazos o fechas de ejecución o entrega definidas en la presente oferta, sin perjuicio de otras condiciones también aquí establecidas, estarán sujetas a las entregas comprometidas por el cliente.

En caso de existir atrasos durante la ejecución de los suministros y servicios, cuyo origen no sea imputable exclusivamente a ThyssenKrupp, y que afecten el normal desarrollo del proyecto, estos serán adicionados a los plazos originalmente comprometidos para el cumplimiento de cada hito del proyecto.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

**Tiempos Muertos**: Si durante el desarrollo se producen tiempos muertos que sean imputables a causas externas a la responsabilidad de ThyssenKrupp, y a su vez estos generan mayores costos que los considerados en nuestra oferta, ThyssenKrupp tendrá el derecho de cobrarlos. Con todo, a los costos contemplados en este punto se le deberán adicionar costos por concepto de administración general.

En el caso que el cliente decida o deba suspender momentáneamente las obras o impida continuar con ella, sea cual fuere el argumento que tenga para ello, deberá de anunciarlo a ThyssenKrupp con un mínimo de 15 días hábiles de anticipación. En este caso el cliente deberá de compensar a ThyssenKrupp por lo adeudado hasta la fecha y todos los gastos incurridos demostrables hasta la fecha.

**Modificaciones**: ThyssenKrupp no tendrá la obligación de emprender trabajos que no estén contemplados en la presente oferta, sin haber consensuado en forma previa con el cliente las consecuencias que estas modificaciones tengan sobre el cronograma de ejecución y en los costos que el cliente deberá pagar.

**Anulación O Terminación Anticipada:** En caso de una terminación anticipada por parte del cliente este deberá compensar a ThyssenKrupp por todos los gastos demostrables incurridos hasta la fecha.

**Limite de Responsabilidad**: La responsabilidad civil de ThyssenKrupp se encuentra limitada exclusivamente a la indemnización del daño emergente y no excederá el 10% del monto de la Orden de Compra. El total de compensaciones que Thyssenkrupp eventualmente deberá pagar, ya sea al cliente directamente o a terceros a través del cliente, incluyendo la responsabilidad por responsabilidad civil, tendrá un máximo global y total equivalente al 10% del valor total de la orden de compra.

Se excluye expresamente de las compensaciones que ThyssenKrupp pudiera pagar las que hagan referencia a daños consecuenciales, daños indirectos y lucro cesante, pérdida o corte de producción, pérdida de información y de datos, la pérdida de intereses, así como los daños directos, indirectos o consecuenciales que resulten o estén abarcados en los contratos del cliente con terceros o cualquier otro concepto de esta naturaleza. Asimismo se excluyen expresamente todos los pagos por multas, indemnizaciones o cualquier otro concepto de este tipo por parte de ThyssenKrupp que no este especificado y aclarado en el presente documento. No obstante, ThyssenKrupp estará excluida de cualquier responsabilidad en caso de que el cliente no experimente daño alguno.

ThyssenKrupp no se hará responsable por acciones u omisiones de terceros con excepción de eventuales subcontratistas, los que para efectos de esta cláusula, se entenderán como si las realizara ThyssenKrupp.

**Fuerza Mayor**: Cualquier incumplimiento por parte del Vendedor o del Comprador de sus obligaciones contractuales, constituirá contravención de la orden de compra, excepto que dicho incumplimiento sea causado o tenga origen en acontecimientos que puedan clasificarse de Fuerza Mayor o Caso Fortuito, según el concepto contenido en el Articulo 45 del Código Civil Chileno.

En caso que ThyssenKrupp no pueda cumplir parcial o totalmente con los compromisos adquiridos en el contrato por paros o huelgas de trabajadores no dependientes directamente de ThyssenKrupp, se considerará que se trata de un caso de fuerza mayor.

**Confidencialidad de la Información**: Ambas partes se comprometen a no hacer pública la información referente al proyecto.

Asimismo el cliente y el proveedor se comprometen a mantener absoluta reserva de la información contenida en la oferta y la documentación entregada, tanto técnica como económica, y bajo ninguna

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

circunstancia revelará datos contenidos en estos documentos a empresas que tengan o pudieran tener alguna vinculación con el rubro del que son parte las obras a desarrollar.

**Legislación y Domicilio**: Para todos los efectos y eventuales conflictos que pudieran generarse a partir de esta oferta y su posterior contrato u orden de compra, regirá la legislación vigente en la República de Chile.

**Excepciones:** ThyssenKrupp aclara que esta oferta contempla la no vinculación e independencia absoluta del presente proyecto con respecto a otros contratos u órdenes de compra entre el cliente y ThyssenKrupp sean estos pasados, presentes o futuros. El cliente no podrá presentar como excusa para dejar de pagar, demorar o efectuar descuentos a los pagos mencionados en este documento cualquier argumento relacionado con otros proyectos u ordenes de compra o bien cuyo origen provenga de relaciones con subcontratistas u otras empresas relacionadas con Thyssenkrupp, estén estas o no participando en el presente proyecto. Lo mismo será valido para cualquier otra exigencia que el cliente pretenda hacer a Thyssenkrupp.

**Garantía:** Nuestra garantía es de 12 meses a partir de la puesta en marcha o hasta 18 meses desde la entrega, lo que primero suceda.

Cualquier garantía adicional a los 12 meses proporcionada por cualquier proveedor (vendedores) será traspasada al cliente. Estas garantías adicionales estarán fuera de la relación contractual con TKIS.

**Tiempo de Entrega:** El tiempo de entrega es de 34 semanas ExWorks, después de firmada y aclarados todos los puntos de Orden de Compra.

**Nota 1:** Nuestra oferta está basada en un tipo de cambio de $720 = U$1 y precio promedio de acero de US$3,00 por kilo. Cualquier variación de estos valores en el mercado, TKIS se guarda el derecho a ajustar los precios cotizados. Para los componentes provenientes de Europa se ha considerado un tipo de cambio de 1 Euro = US$1,084.

**Nota 2:** Esta propuesta está sujeta a aprobación del Directorio de thyssenkrupp y no puede ser considerada como base para una orden de compra.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

**SECCIÓN 2**

1. **ALCANCE Y DESCRIPCION TECNICA**
2. **HOJA DE DATOS**

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## 1. ALCANCE Y DESCRIPCION TECNICA

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

# ALCANCE Y DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El proyecto considera el diseño y suministro de las correas transportadoras para el Proyecto NorthPort.

Los equipos a suministrar son las indicadas a continuación:

- Correa Transportadora CT-01
- Correa Transportadora CT-02
- Correa Transportadora CT-03

La presente descripción indica las características de los equipos a suministrar por ThyssenKrupp.

## 1. LÍMITE DE BATERÍA

El límite de batería comienza desde la gualdera (incluida) de las correas transportadoras CT-03 hasta el chute de descarga (incluido) de la correa transportadora CT-01.

## 2. ALCANCE

El alcance de los trabajos para correas transportadoras se limita a lo siguiente:

- Ingeniería de los equipos.
- Sistema motriz incluyendo motor eléctrico, reductor de velocidad, acoplamiento de alta velocidad y acoplamiento de baja velocidad (si aplica).
- Mecanismos anti-retroceso interno o externo (donde aplique).
- Suministro de Poleas y sus ensambles completos.
- Estaciones de polines de carga, impacto, transición, autoalineantes y retorno.
- Limpiadores primarios, secundarios y arados en V.
- Sistema tensor de tornillo asistido hidráulicamente o gravitacional.
- Mesas estructurales, marcos de polea de cola y cabeza.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- Chutes de descarga con revestimientos.
- Faldones (skirtboards) con revestimientos.
- Sellos de goma de retiro rápido para faldones.
- Instrumentación asociada a los equipos tanto de control como de seguridad.
- Pernos de unión para el suministro.

## 3. ALCANCE MECÁNICO

Las características del mineral de cobre son las siguientes:

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | VALOR |
|---|---|---|
| Densidad | ton/m$^3$ | 2,1 |
| Tamaño máximo de colpa | mm | 1 |

El diseño de los equipos y la selección de cada componente de las correas transportadoras, se basará en las características del material indicadas en la tabla anterior.

Para efectos de cálculos de las correas transportadoras, el dimensionamiento del sistema motriz se realizó con el transportador completamente cargado a la capacidad de diseño, considerando las siguientes condiciones de chute atollado.

| Equipo | Chutes Atollados |
|---|---|
| CT-01 | 1 |
| CT-02 | 1 |
| CT-03 | 3 |

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

El alcance de los suministros mecánicos de cada correa transportadora se describe a continuación.

## 3.1. CT-03

La correa transportará material proveniente de las pilas de almacenamiento de mineral, el cual será descargado en la correa CT-02. El material tendrá un tamaño máximo de colpa de 1 mm. La correa tendrá un ancho de cinta de 48" (1219 mm), un largo horizontal de 744 metros y elevará el material a los 5 metros. Operará a una velocidad de 3,5 m/s.

Su capacidad de diseño será de 2500 tmph (húmedas) resultando un porcentaje de llenado de cinta del 56% CEMA.

La correa no requiere sistema de frenado, esta se detendrá por si misma entre 12 a 14 segundos aproximadamente, considerando la correa completamente cargada a capacidad de diseño.

Dadas estas condiciones, el alcance incluye:

- Un sistema motriz de 300 kW. Incluye un motor eléctrico, un reductor de engranajes, base común, acoplamiento de alta y baja velocidad. En la partida, la velocidad del motor será controlado por un variador de frecuencia (por otros).
- Estaciones de polines de carga, impacto y autoalineantes con estaciones de tres rodillos del tipo plano CEMA D6 y para el retorno polines planos CEMA D6.
- Poleas con ensambles completos, descansos y rodamientos.
    - Polea motriz de 914 mm de diámetro con revestimiento del tipo rombo de 20 mm de espesor
    - Poleas conducidas de 762 mm de diámetro con revestimiento liso de goma 13 mm.
- Cinta EP 1250/3, con espesores de cubierta 12 mm superior y 6 mm inferior, con kits de empalme.
- Limpiadores primario, secundario y arado en V.
- El sistema tensor será accionado mediante huinche eléctrico.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- Skirtboards a lo largo de toda la correa en acero A36, revestimientos incluidos.
- Chute de descarga en acero A36, revestimientos incluidos.

## 3.2. CT-02

La correa transportará material proveniente de la correa CT-03, el cual será descargado en la correa CT-01. El material tendrá un tamaño máximo de colpa de 1 mm. La correa tendrá un ancho de cinta de 48" (1219 mm), un largo horizontal de 147 metros. Operará a una velocidad de 3,5 m/s.

Su capacidad de diseño será de 2500 tmph (húmedas) resultando un porcentaje de llenado de cinta del 56% CEMA.

La correa no requiere sistema de frenado, esta se detendrá por si misma entre 9 a 10 segundos aproximadamente, considerando la correa completamente cargada a capacidad de diseño.

Dadas estas condiciones, el alcance para cada correa transportadora incluye:

- Un sistema motriz de 150 kW. Incluye un motor eléctrico, un reductor de engranajes, base común, acoplamiento de alta y baja velocidad. En la partida, la velocidad del motor será controlado por un variador de frecuencia (por otros).
- Estaciones de polines de carga, impacto y autoalineantes con estaciones de tres rodillos del tipo plano CEMA D6 y para el retorno polines planos CEMA D6.
- Poleas con ensambles completos, descansos y rodamientos.
    - Polea motriz de 508 mm de diámetro con revestimiento del tipo rombo de 20 mm de espesor
    - Polea de cola de 457 mm de diámetro con revestimiento liso de goma 13 mm.
- Cinta EP 630/3, con espesores de cubierta 12 mm superior y 6 mm inferior, con kits de empalme.
- Limpiadores primario, secundario y arado en V.
- El sistema tensor será accionado mediante huinche eléctrico.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- Skirtboards a lo largo de toda la correa en acero A36, revestimientos incluidos.
- Chute de descarga en acero A36, revestimientos incluidos.
- Pesómetro +/- 0,25 % de precisión, sistema de calibración mediante pesos estáticos.

## 3.3. CT-01

La correa transportará material proveniente de la correa CT-02, el cual será descargado en el cargador de barcos. El material tendrá un tamaño máximo de colpa de 1 mm. La correa tendrá un ancho de cinta de 48" (1219 mm), un largo horizontal de 440 metros y elevará el material a los 9 metros. Operará a una velocidad de 3,5 m/s.

Su capacidad de diseño será de 2500 tmph (húmedas) resultando un porcentaje de llenado de cinta del 56% CEMA.

La correa no requiere sistema de frenado, esta se detendrá por si misma entre 10 a 12 segundos aproximadamente, considerando la correa completamente cargada a capacidad de diseño.

Dadas estas condiciones, el alcance para cada correa transportadora incluye:

- Un sistema motriz de 400 kW. Incluye un motor eléctrico, un reductor de engranajes, base común, acoplamiento de alta y baja velocidad. En la partida, la velocidad del motor será controlado por un variador de frecuencia (por otros).
- Estaciones de polines de carga, impacto y autoalineantes con estaciones de tres rodillos del tipo plano CEMA D6 y para el retorno polines planos CEMA D6.
- Poleas con ensambles completos, descansos y rodamientos.
    - Polea motriz de 762 mm de diámetro con revestimiento del tipo rombo de 20 mm de espesor
    - Polea de cola de 508 mm de diámetro con revestimiento liso de goma 13 mm.
- Cinta EP 1000/3, con espesores de cubierta 12 mm superior y 6 mm inferior, con kits de empalme.
- Limpiadores primario, secundario y arado en V.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- El sistema tensor será accionado mediante huinche eléctrico.
- Skirtboards a lo largo de toda la correa en acero A36, revestimientos incluidos.
- Chute de descarga en acero A36, revestimientos incluidos.

## 4. ALCANCE ESTRUCTURAL

Las estructuras que se encuentran dentro del alcance estructural de ThyssenKrupp, para el proyecto son las siguientes.

### 4.1. CT-03

El alcance de las estructuras de acero a suministrar corresponde a:

- Faldones de acero.
- Planchas de desgaste.
- Mesas de soporte de correa.
- Enrejados en zonas elevadas, con un pasillo lateral.
- Cepas.
- Marcos de poleas de cabeza y cola.
- Chute de descarga con planchas de desgaste.
- Protecciones laterales a lo largo de toda la correa en zona de carga y zona de retorno.
- Deck plate en zona de descarga.

Se encuentran excluidos: Chute de alimentación, viga monorriel, cruces de correa (Crossover), torres de transferencia, fundaciones, pedestales expuestos y pernos de anclaje de todas las estructuras indicadas, así como cualquier otro elemento de hormigón, además del contrapeso.

### 4.2. CT-02

El alcance de las estructuras de acero a suministrar corresponden a:

- Faldones de acero en zona de descarga.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- Planchas de desgaste.
- Mesa de soporte de correa.
- Galería en zona elevada, con doble pasillo, apoyada sobre cepas existentes.
- Marcos de poleas de cabeza y cola.
- Chute de descarga con plancha de desgaste.
- Deck Plate en zona de carga.
- Protecciones laterales a lo largo de toda la correa.

Se encuentran excluidos: Chute de alimentación, viga monorriel, cruces de correa (Crossover), torres de transferencia, fundaciones, pedestales expuestos y pernos de anclaje de todas las estructuras indicadas, así como cualquier otro elemento de hormigón, además del contrapeso.

### 4.3. CT-01

El alcance de las estructuras de acero a suministrar corresponden a:

- Faldones de acero en zona de descarga.
- Planchas de desgaste.
- Mesa de soporte de correa.
- Galería con doble pasillo a lo largo de toda la correa, apoyada sobre cepas existentes.
- Marcos de poleas de cabeza y cola.
- Chute de descarga con plancha de desgaste.
- Deck Plate en zona de carga.
- Protecciones laterales a lo largo de toda la correa.

Se encuentran excluidos: Chute de alimentación, viga monorriel, cruces de correa (Crossover), torres de transferencia, fundaciones, pedestales expuestos y pernos de anclaje de todas las estructuras indicadas, así como cualquier otro elemento de hormigón, además del contrapeso.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

# 5. ALCANCE EQUIPAMIENTO ELECTRICO, DE CONTROL E INSTRUMENTACION

## 5.1. Alcance de los Trabajos y Equipamiento

El alcance de los servicios y suministros eléctricos, control e instrumentación corresponde a la preparación de documentos y planos que permitan una adecuada instalación del equipamiento ofertado, suministro de los motores de las Correas Transportadoras y los instrumentos de control y de seguridad.

## 5.2. Equipos Eléctricos

El alcance del servicio considera la selección y suministro de los motores eléctricos de las Correas Transportadoras sobre la base de los cálculos de las condiciones de operación y su correcta instalación eléctrica de acuerdo a la disposición de ellos, establecidos en los correspondientes planos de diseño mecánico y de acuerdo especificaciones técnicas.

## 5.3. Descripción resumida de los Motores Eléctricos

Los motores eléctricos para el accionamiento de las Correas serán de inducción tipo jaula de ardilla para operar en baja tensión.

Los motores a usar en las Correas Transportadoras son en baja tensión y su descripción abreviada es:

- Clase NEMA B, eficiencia "Premiun", 575 V, 50 HZ, 4 polos, 3 fases, cumpliendo con norma IEEE841.
- TEFC, IP 55, factor de servicio 1,15
- Clase aislación F, aumento de temperatura clase B (80°C)
- Para operar en ambientes de hasta 40°C,

## 5.4. Ingeniería Eléctrica

De acuerdo a este alcance de servicio, la ingeniería eléctrica estará limitada a proveer los siguientes documentos y planos:

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- Hoja de datos y descripción general de las características técnicas y funcionales de los motores y variadores de frecuencia.
- Listado de Equipos
- Planos de disposición de motores eléctricos en las Correas.
- Detalles de montaje de los motores eléctricos
- Detalles de montaje botoneras y/o estaciones de control local
  Listado de Materiales.

## 5.5. Equipos de Control e Instrumentación

Para la definición y suministro adecuada de los instrumentos de control y de seguridad de las Correas Transportadoras se desarrollará la ingeniería correspondiente, los planos y documentos que permitan tanto establecer sus características técnicas y funcionales (hojas de datos, descripciones generales y descripción lógica de operación), como su óptima la ubicación en cada alimentador y correa.

## 5.6. Descripción de instrumentos

La instrumentación de terreno de las Correas Transportadoras compuesta por interruptores parada de emergencia, interruptores mecánicos de rotura de correa, interruptores de desviación de correas, interruptores de velocidad cero, sensores de atollo de buzones de traspaso al igual que las alarmas de operación dadas por el sistema de bocinas y luces estroboscópicas de señalización son captadas y monitoreadas por paneles remotos de E/S del Sistema de Control (DCS por otros).

También se incluye un (1) Pesómetro en la Correa Transportadora CT-02.

Las características principales de los instrumentos de control y seguridad, es que todos ellos están adecuados para ser instalados con Índice de Protección NEMA 4X y con doble juego contactos eléctricos tipo SPDT y adecuados para operar en 120 V, 50 Hz y 5 A como mínimo.

Todos los instrumentos serán suministrados con sus soportes de acuerdo al diseño estructural de las correas y considerando las facilidades de acceso a ellos para su instalación, mantenimiento y/o reemplazo.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## 6. LISTADO DE PROVEEDORES

*Nota: En referencia a la lista de proveedores realizada en esta propuesta, esta es hecha sólo con propósitos de información, ThyssenKrupp se reserva los derechos a usar uno u otro proveedor manteniendo la calidad del producto.*

| Componente | Proveedor |
|---|---|
| Reductor | Flender, Sumitomo, SEW, Falk o similar |
| Acoples | Flender, Love Joy, Vulkan, Falk o similar |
| Cinta | Phoenix, CBT o similar |
| Poleas | RAS, Lorbrand, PPI o similar |
| Polines | PPI, Lorbrand o similar |
| Limpiadores y V-Plow | Martin Eng, Flexco o similar |
| Pesómetros | ThermoRamsey o similar |
| Estructura de Acero | Maestranza en Chile |
| Motor | Weg, Siemens, ABB o similar |
| Interruptor de desviación de correa | Conveyor Component o similar |
| Detectores mecánicos de ruptura | Conveyor Components o similar |
| Sensores de atollo (tipo tilt switch) | Conveyors Components o similar |
| Sensores de velocidad | Conveyor Components, Ramsey o similar |
| Sensores de límite de carrera | Conveyor Components, Allen Bradley o similar. |

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

# 7. ALCANCE DE SERVICIOS OPCIONALES

## 7.1. Supervisión de Puesta en Marcha

ThyssenKrupp Ingeniería Chile provee personal técnico para la asistencia de los trabajos de instalación y puesta en marcha.

El alcance de este servicio incluye las siguientes actividades:

- Asistencia para la instalación de equipos suministrados
- Inspección visual de la instalación de equipos y materiales.

Este servicio es opcional y su valor es definido por día en el documento Tarifas diarias.

## 7.2. Entrenamiento de personal técnico

El entrenamiento tiene el propósito de instruir al personal de la Minera en la operación y mantención del equipamiento suministrado.

El entrenamiento completo consiste de dos partes:

- Mantención de los equipos suministrados.
- Operación de los equipos suministrados

Ambos servicios son opcionales y su valor es definido por día en el documento Tarifas Diarias.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## 8. EXCLUSIONES

A continuación se describen los elementos **no incluidos** en el alcance de esta oferta:

- Recepción, descarga y bodegaje.
- Trabajos de montaje y herramientas en terreno.
- Todos los trabajos civiles, hormigones y fundaciones.
- Memorias de cálculo civiles.
- Durmientes y sus planos de diseño.
- Todos los pernos de anclajes e insertos embebidos en el hormigón.
- Todos los trabajos de instalaciones eléctricas.
- Lubricantes con excepción de los aplicados en fábrica.
- Carros para retiro de polines.
- Tolvas de alimentación.
- Todos los equipos eléctricos como CCM, CDC, sala eléctrica y otros similares.
- Sistema de control (PLC, DCS y otros similares) para control de los equipos.
- Sistema de protección contra fuego.
- Sistema supresor y colector de polvo.
- Electroimanes.
- Detectores de Metales.
- Muestreadores.
- Grúas, tecles, huinches, monorrieles y todo equipo de levante.
- Dispositivos de cambio de cinta.
- El cableado y canalización interno asociado a los instrumentos de emergencia y seguridad.
- El cableado y canalización de control y fuerza externo al equipo.
- Ingeniería de detalles para el suministro y la instalación de equipos eléctricos, excepto lo expresamente indicado.
- Suministro de los equipos eléctricos como son subestaciones, salas eléctricas, centro de control de motores y de distribución en baja y media tensión, paneles de distribución y otros similares.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

- Suministro de cables fuerza, control e instrumentación, canalizaciones (escalerillas, bandejas y cañerías de todo tipo) y materiales (cajas de terminales, cajas de paso, condulet, ferretería, amarras y otros similares) para instalación de todos los equipos eléctricos, excepto lo expresamente indicado.
- Suministro de Equipos de Iluminación y los Tableros Distribución Iluminación
- Suministro de todos los materiales del sistema de puesta a tierra de Correas Transportadoras.
- Suministro de todos los instrumentos con excepción a los expresamente indicados.

## 9. ACLARACIONES Y/O EXCEPCIONES

- Las dimensiones de las correas transportadoras fueron determinadas de acuerdo a hojas de datos y esquemas recibidos.
- Se consideran protecciones en zonas de poleas y sistema motriz.
- Las cintas no consideran antenas embebidas.
- Se excluyen sensores de vibración y temperatura en Reductores.
- El esquema de pintura de los suministros y/o componentes mecánicos y eléctricos será de acuerdo a los estándares de pintura de cada uno de los proveedores como su correspondiente color de terminación.
- La entrega de los componentes se considera Ex-Works, a continuación se indica donde serán entregados.

  Polines: Iowa, USA.
  Poleas: Surrey, Canada.
  Cintas: Tianjin, China.
  Reductores: Santiago, Chile.
  Limpiadores: Campinas, Brasil.
  Estructura: Maestranza en Chile.
  Motores eléctricos: Santiago, Chile.

CONFIDENCIAL

thyssenkrupp

## 2. HOJA DE DATOS

CONFIDENCIAL

ThyssenKrupp Industrial Solutions
Santiago, Chile

**Resumen Correas**

| Conveyor | CT-01 | CT-02 | CT-03 | |
|---|---|---|---|---|
| Cantidad | 1 | 1 | 1 | |
| Diseño | see scope | see scope | see scope | |
| Largo horizontal | 744 m | 147 m | 440 m | |
| Elevación | 5 m | 0 m | 10 m | |
| Capacidad | 2.500 mtph | 2.500 mtph | 2.500 mtph | |
| Material | Sal | Sal | Sal | |
| Temperatura del material | -5 °C | -5 °C | -5 °C | |
| Tamaño máximo de colpa | 1 mm | 1 mm | 1 mm | |
| Ancho de cinta | 48 " | 48 " | 48 " | |
| Velocidad de la cinta | 3,5 m/s | 3,5 m/s | 3,5 m/s | |
| Velocidad de la cinta | 689 fpm | 689 fpm | 689 fpm | |
| % llenado CEMA | 56% | 56% | 56% | |
| Tamaño del motor | 300 kW | 150 kW | 400 kW | |
| Tamaño del motor | 402 HP | 201 HP | 536 HP | |
| Número de motores | 1 | 1 | 1 | |
| Potencia instalada | 300 kW | 150 kW | 400 kW | |
| Tipo de motor | J.A. | J.A. | J.A. | |
| Tipo de reductor | Angulo Recto | Angulo Recto | Angulo Recto | |
| Acoplam. Alta velocidad | Flexible | Flexible | Flexible | |
| Acoplam. Baja velocidad | Rigido | Rigido | Rigido | |
| Tensión de la cinta T1 | 124 kN | 43 kN | 125 kN | |
| Tipo de cinta | EP 1250/3 | EP 630/3 | EP 1000/4 | |
| Rating de la cinta | 125 N/mm | 63 N/mm | 100 N/mm | |
| Cubierta superior | 12 mm | 12 mm | 12 mm | |
| Cubierta inferior | 6 mm | 6 mm | 6 mm | |
| Grado de la cinta | RMA I | RMA I | RMA I | |
| Angulo de batea polines | 35 deg | 35 deg | 35 deg | |
| Espaciam. Polines impacto | 0,3 m | 0,3 m | 0,3 m | |
| Rating polines Impacto | D6 | D6 | D6 | |
| Espaciam. Polines Carga | 1,5 m | 1,5 m | 1,5 m | |
| Rating polines Carga | D6 | D6 | D6 | |
| Espaciam. Polines Retorno | 3,0 m | 3,0 m | 3,0 m | |
| Rating polines Retorno | D6 | D6 | D6 | |
| Diámetro polea motriz | 954 mm | 548 mm | 802 mm | |
| Tipo de tensor | Gravity | Gravity | Gravity | |
| Ubicación tensor | return | return | return | |
| Notas | VDF Control | VDF Control | VDF Control | |

CONFIDENCIAL

Martes, 18 de Agosto de 2015

Baird & Asso
Padre Mariano 181. Of. 902
Providencia – Santiago de Chile
T. (56-2) 236 1222
F. (56-2) 346 7903

A: Sr. Eric Karstegl

Cc: Sr. Daniel Palacios
Sr. Jorge Harlowe

Documento Baird N°0900.110 ME -004v

Re: Proyecto terminal Northport
Mat: Estado del proyecto a la fecha y propuesta para etapas sucesivas

Estimado Eric,

Es nuestro interés actualizar a Northport del estado del proyecto a la fecha y, basados en ello, proponer pasos a seguir en el futuro.

El proyecto ha tenido modificaciones respecto de su concepción original, que fue aquella en la que Baird se basó para elaborar su oferta del día 19 de Noviembre de 2014, en Carta 0900.110-CA-002-Rev0, respaldada por O/C N°029-2014. Producto de lo anterior, la oferta contenida en dicha carta no se adecúa a las condiciones actuales del proyecto, como se presenta a continuación. Este memorando reemplaza y anula al documento Baird N°0900.110 ME -003 del 13 de mayo de 2015.

**1.- Estado de Avance**

La Tabla 1 a continuación resume los estudios desarrollados por Baird para Northport.

**Tabla 1 – Resumen de estudios desarrollados por Baird**

| N Baird | | Fecha y tipo propuesta | Nombre de estudio | Estado |
|---|---|---|---|---|
| **900** | **101** | 11 Julio 2014 | **Estudio Oleaje y MSR Northport** | |
| | | Contrato a suma alzada | Medición Invierno y Verano | Terminadas |
| | | | Transferencia e Informe de clima de oleaje | Terminado - Enviado a SHOA para aprobación el 20 de Abril de 2015 |
| **900** | **103** | 4 Ago 2014 | **Ingenieria conceptual preliminar** | |
| | | Contrato a suma alzada | Estudio de respuesta de nave atracada - Terminal rígido | Terminado |
| **900** | **104** | 6 ago 2014 | **Simulación portuaria Northport** | |
| | | Contrato a suma alzada | Arena - Terminal rígido y 6MTPA | Terminado |
| **900** | **106** | 23-Feb-15 | **Actualización de resultados** | |
| | | Contrato a suma alzada | Estudio de respuesta de nave atracada - Boyas | Terminado |
| | | | ARENA - Boyas y 3MTPA | En proceso |
| **900** | **110** | 19/11/2014 | **Ingeniería Conceptual Avanzada** | |
| | | Contrato a riesgo | Estudio de Maniobras | Pendiente informe de Hugo Riveros |
| | | | Análisis de Envolvente | Terminado |
| | | | Diseño estructural | Detenido |

CONFIDENCIAL

Baird

## 2.- Tareas pendientes

De la tabla se desprende que hay dos tareas pendientes o en proceso. Estas se detallan a continuación.

### 2.1.- Tarea 900.106 – Actualización de resultados de MSR y Arena

Esta contempla las siguientes actividades:

i. Actualización del *downtime* producto del cambio del terminal desde uno rígido a uno flexible, con boyas de amarre.

ii. Revisión de la capacidad del sistema de transferencia de carga, especialmente el cargador de barcos, dado el cambio anterior y considerando un total de 3.0MTPA de sal.

Para resolver adecuadamente estos temas, Baird ha estado trabajando con proveedores de cargadores de barcos con experiencia (FAM específicamente). Estimamos que esto se resolverá durante Agosto. Sin embargo, FAM anticipó que es posible realizar la transferencia de carga con las condiciones impuestas por el oleaje sobre la nave. Se adjunta un correo electrónico de FAM con lo anterior.

Resta, por lo tanto, incorporar las capacidades del cargador a definir por FAM en los modelos numéricos. Esta es tarea pendiente por parte de Baird y está en ejecución.

### 2.2.- Tarea 900.110 – Ingeniería Conceptual Avanzada

Esta contempla las siguientes actividades:

i. Estudio de Maniobras por un práctico y correspondiente informe para aprobación de la autoridad.

ii. Análisis de envolvente de oleaje para definición de altura de muelle y definición de potenciales futuras cargas sobre la estructura.

iii. Diseño estructural.

### 2.2.1 Detalles de tareas desarrolladas

**Actividad (i) - Estudio de Maniobras**

Esta tarea tuvo complejidades debido a la limitación que existe a las operaciones de maniobras en la zona, que establecen una altura de oleaje máxima de 1.5 m, según la siguiente circular de la Armada:

Resolución local de habilitación que establece las condiciones de operación de los terminales marítimos de la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Patache (que incluye a Caleta Patillos), C.P. PAT. ORDINARIO No. 4910/1 VRS, fechado en Patache, 22 Agosto 2012. Se adjunta este documento en el Anexo.

CONFIDENCIAL

Baird

Dado lo anterior, Baird hizo una serie de rondas con personas con experiencia en la operación de los terminales de Patillos (Sr. Juan Villacorta) y con operadores de cuadrillas de atraque, especialmente Agunsa y el Sr. Juan Esteban Bilbao, quienes confirmaron que la operación con las condiciones de mar en Punta Cotitira es posible.

Aún resta completar esta actividad por parte del asesor en maniobras; es decir, según la información que manejamos, no se ha realizado la emisión del informe a la aprobación de la Autoridad. Es nuestro entendimiento que la revisión final de éste será de parte de Northport, debido a temas estratégicos y no técnicos, que es la competencia de Baird.

Estas actividades que no estaban contempladas inicialmente en los alcances de Baird significaron un consumo de tiempo.

**Actividad (ii) - Envolvente de Oleaje**

Ésta se encuentra terminada y con informe emitido. Hay que incorporar las conclusiones y recomendaciones del estudio al diseño estructural.

**Actividad (iii) – Diseño Estructural**

Esta actividad no tuvo avances significativos. Se avanzaron planos y documentos, pero no se alcanzó a llegar a la revisión A, debido al cambio de concepto desde un terminal rígido a uno flexible. De igual manera, se debió esperar por confirmar que el terminal era factible técnicamente para poder avanzar.

Esta tarea tuvo un consumo de horas menor.

**3.- Consumo de Horas a la fecha**

Se analiza la tarea 900.110, correspondiente al contrato a riesgo, y cuyos alcances han cambiado a la fecha. La Tabla 2 muestra un resumen de gastos actualizados. El detalle se encuentra en el Anexo.

**Tabla 2 Gastos actualizados de Tarea 900.110**

| Nombre de estudio | Monto propuesta Honorarios Baird (USD) | Monto gastado a la fecha (USD) |
|---|---|---|
| **Ingeniería Conceptual Avanzada** | | |
| Estudio de Maniobras | [redacted] | [redacted] |
| Análisis de Envolvente (*) | [redacted] | [redacted] |
| Diseño estructural | [redacted] | [redacted] |
| Admin (**) | [redacted] | [redacted] |
| **Total** | [redacted] | [redacted] |

Notas:
(*) Tarea terminada
(**) Se tomó como proporcional de las horas gastadas

CONFIDENCIAL

Baird

[redacted]

CONFIDENCIAL

Quedamos atentos a tratar este tema con Uds.

Sin otro particular, les saluda cordialmente

**Baird & Associates S.A.**

**Patricio Monárdez**
**Ingeniero Civil, MSc.**