



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

DESARROLLO DE SISTEMA DE TABLEROS PREFABRICADOS PARA  
PLATAFORMAS DE CARGA EN UN TERMINAL DE GAS NATURAL LICUADO  
(GNL)

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**CAMILO IGNACIO VALENZUELA SOLIS**

PROFESORA GUÍA:

DEBORA RIQUELME VALENCIA

PROFESOR CO-GUÍA:

JUAN BELTRÁN MORALES

COMISIÓN:

JORGE PULGAR ALLENDES

SANTIAGO DE CHILE

2024

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
POR: CAMILO IGNACIO VALENZUELA SOLIS  
FECHA: 2024  
PROF. GUÍA: DEBORA RIQUELME VALENCIA

## **DESARROLLO DE SISTEMA DE TABLEROS PREFABRICADOS PARA PLATAFORMAS DE CARGA EN UN TERMINAL DE GAS NATURAL LICUADO (GNL).**

El objetivo de esta memoria es desarrollar y estudiar un sistema estructural de tableros compuestos por elementos prefabricados y elementos de hormigón premezclado que componen una plataforma de carga/descarga para un terminal de gas natural licuado, el cual estaría compuesto básicamente por pilotes de acero con coronamiento de hormigón armado, comparado con otro de hormigón prefabricado. Para iniciar el análisis del sistema estructural requerido, se deben realizar ciertos supuestos asociados al tipo de suelo con el que se trabajará, dimensiones de los navíos, sobrecargas de uso (contenedores, grúas portuarias, otros). Dichos supuestos serán determinados y respaldados a partir del uso de la ROM (Recomendaciones para las obras marítimas de España), en conjunto con otras normas mencionadas en la sección de bibliografía.

Un terminal de penetración se define como una estructura que se orienta perpendicularmente, o con cierto ángulo, respecto a la línea de costa de agua.

Se diseña un coronamiento de hormigón que se ajuste a las solicitudes o requerimientos del profesor guía.

Luego de haber definido los sistemas estructurales de los tableros, y tener las bases de diseño según los supuestos y requerimientos acordados con el profesor guía, se procederá a modelar la estructura en alguno de los softwares más usados dentro de cálculo de estructuras marítimas portuarias, ya sea SAP2000, etc. Y de esta manera pretende obtener el diseño de cada uno de los elementos estructurales presentes en el tablero.

Finalmente, se realizará una comparación entre los tableros estudiados, además de la determinar la viabilidad constructiva, económica de un muelle de penetración para un terminal de gas natural licuado y la creación de una planta de (GNL).

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, cuya guía y protección han sido fundamentales en este camino académico y personal.

Agradezco de corazón a mi madre y mi hermano, quienes estuvieron siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional y permitiéndome alcanzar la culminación de este trabajo. También, un reconocimiento especial a mis leales compañeras, Perlita y Ámbar, mis perritas, quienes nunca me han dejado solo cuando más las he necesitado.

Agradezco a mis tatas, tíos y a toda mi familia, cuyo respaldo ha sido fundamental en este camino. Su apoyo ha sido una fuente constante de motivación.

Un agradecimiento especial a mis amigos del Team Ñoñef, quienes fueron pilares importantes durante mi tiempo en la universidad, así como a mis amigos civiles con los cuales compartimos tanto los estudios como las celebraciones. Su amistad ha enriquecido mi experiencia académica y personal.

A todas las personas que contribuyeron a mi formación académica, personal y espiritual, brindándome ayuda desinteresada, les estoy profundamente agradecido. Su generosidad ha dejado una huella imborrable en mi desarrollo.

A mi padre, gracias por tu constante apoyo y aliento a lo largo de esta travesía académica.

Un emotivo reconocimiento a mi amigo Martín, cuya amistad ha sido un tesoro invaluable en mi vida.

A mi Mamita Lola, que desde el cielo me está brindando su apoyo, mi más sincero agradecimiento. Su amor y guía siguen iluminando mi camino.

Agradezco de manera especial a mi profesora guía, Debora, cuya orientación y apoyo fueron fundamentales en la realización de esta tesis. Su dedicación a lo largo de este año ha sido inestimable.

Finalmente, a los profesores de la comisión, Juan Felipe y Jorge Pulgar, agradezco sinceramente por aceptar ser parte de esta comisión de titulación. Su contribución y orientación han sido esenciales para el éxito de este trabajo académico.

# TABLA DE CONTENIDO

---

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	MOTIVACIÓN.....	1
1.2	OBJETIVOS GENERALES.....	6
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
1.4	ALCANCE.....	7
1.5	ESTRUCTURA DE LA MEMORIA .....	8
2	ANTECEDENTES .....	11
2.1	ANTECEDENTES GENERALES .....	11
2.1.1	TERMINALES DE CARGA/DESCARGA DE GNL .....	11
2.1.1.1	TERMINALES DE CARGA/DESCARGA DE GNL EN CHILE	12
2.1.1.1.1	TERMINAL DE GNL DE MEJILLONES .....	12
2.1.1.1.2	TERMINAL DE GNL DE QUINTERO.....	12
2.1.1.2	COMPONENTES DE UN TERMINAL DE CARGA/ DESCARGA DE GNL	12
2.1.1.2.1	TERMINALES O MUELLES DE PENETRACIÓN.....	13
2.1.1.2.1.1	TERMINAL TERRESTRE.....	14
2.1.1.2.1.2	PUENTE DE ACCESO .....	15
2.1.1.2.1.3	PLATAFORMA DE CARGA/ DESCARGA DE GNL ..	15
2.1.1.2.1.4	ESTRUCTURAS AUXILIARES .....	16
2.1.2	CARGA EN EL TIEMPO .....	17
2.1.2.1	EL USO.....	17
2.1.2.2	EL CLIMA.....	18
2.1.2.3	EL DESGASTE NATURAL .....	18
2.1.3	TIPOS DE CARGA SOBRE LAS PLATAFORMAS .....	18

2.1.3.1	CARGAS ESTÁTICAS .....	18
2.1.3.2	CARGAS DINÁMICAS .....	18
2.1.3.3	CARGAS SÍSMICAS .....	19
2.1.3.4	CARGAS DE ATRAQUE Y AMARRE: .....	19
2.1.3.5	SOBRESPEORES .....	19
2.1.4	TIPOS DE BUQUES .....	20
2.1.4.1	BUQUES METANEROS (GNL) .....	20
2.1.4.1.1	CLASIFICACION DE BUQUES METANEROS .....	20
2.1.4.1.1.1	TANQUES INDEPENDIENTES .....	20
2.1.4.1.1.2	TANQUES DE MEMBRANA .....	24
2.2	ANTECEDENTES ESTRUCTURALES .....	26
2.2.1	DATOS BASE DE PLATAFORMA CARGA/DESCARGA DE GNL .....	26
2.2.1.1	FUNDACIONES PROFUNDAS .....	26
2.2.1.2	CORONAMIENTO DE PLATAFORMA .....	27
2.2.1.2.1	LOSA DE HORMIGÓN .....	27
2.2.1.2.2	VIGAS DE HORMIGÓN .....	28
2.2.2	DIMENSIONES Y TIPO DE BUQUE PARA DISEÑO .....	33
3	CRITERIOS DE DISEÑO .....	34
3.1	SISTEMA DE REFERENCIA .....	34
3.2	MÉTODO DE DISEÑO .....	34
3.3	CARGAS DE DISEÑO .....	34
3.3.1	CARGAS MUERTAS (D) .....	34
3.3.2	CARGAS VIVAS (L) .....	36
3.4	CARGAS DE VIENTO (W) EN ESTRUCTURAS .....	36
3.5	CARGAS TÉRMICAS (T) .....	38

3.6	CARGAS DE OLEAJE (C)	39
3.7	CARGAS DE ATRAQUE ( <b>Be</b> )	41
3.7.1	MASA DE LA EMBARCACIÓN	42
3.7.2	VELOCIDAD DE ATRAQUE	42
3.7.3	FACTOR DE MASA HIDRODINÁMICA <b>cm</b>	43
3.7.4	FACTOR DE EXCENTRICIDAD <b>ce</b>	44
3.7.5	COEFICIENTE DE FLEXIBILIDAD <b>cs</b>	44
3.7.6	COEFICIENTE DE CONFIGURACIÓN DEL MUELLE <b>cc</b>	45
3.8	CARGAS SÍSMICAS (E)	45
3.8.1	ESPECTRO DE DISEÑO	45
3.9	TSUNAMI	47
3.10	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	48
3.10.1	ACERO ESTRUCTURAL	48
3.10.2	HORMIGÓN	49
3.10.2.1	RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	49
3.10.2.2	ACERO DE REFUERZO	49
3.11	RELACIONES DE ESBELTEZ	49
3.12	CORROSIÓN	50
3.13	COMBINACIONES DE CARGAS	51
4	MODELO ESTRUCTURAL	53
4.1	SELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	54
4.2	MODELADO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	54
4.3	APLICACIÓN DE CARGAS AL MODELO	56
4.3.1	CARGAS MUERTAS	56
4.3.2	CARGAS VIVAS	57

4.3.3	CARGAS DE VIENTO.....	57
4.3.4	CARGAS TÉRMICAS.....	59
4.3.5	CARGAS DE OLEAJE.....	60
4.3.5.1	ALTURA MAXIMA DE OLEAJE.....	64
4.3.5.2	ROSA DE ALTURA MÁXIMA DE OLEAJE.....	64
4.3.6	CARGAS DE ATRAQUE.....	67
4.3.7	CARGAS SISMICAS.....	70
4.3.8	TSUNAMI.....	72
5	RESULTADOS.....	75
5.1	RESULTADOS GENERALES.....	75
5.1.1	PARTICIPACIÓN Y MASA MODAL.....	76
5.1.2	REACCIONES BASALES.....	77
5.2	RESULTADOS ESPECIFICOS.....	78
5.2.1	DEFORMACIONES MAXIMAS.....	78
5.2.2	ESFUERZOS MAXIMOS Y FACTORES DE UTILIDAD (FU).....	80
5.2.2.1	PILOTES DE ACERO.....	80
5.2.2.2	VIGAS HORMIGÓN.....	84
6	COMPARACIÓN DE COSTOS.....	89
6.1	PRECIOS DE MATERIALES.....	89
6.2	ANÁLISIS DE COSTOS.....	90
6.2.1	COSTOS FUNDACIONES PROFUNDAS.....	90
6.2.2	PLATAFORMA DE HORMIGÓN ARMADO PREMEZCLADO (H.A)	91
6.2.3	PLATAFORMA DE HORMIGÓN PREFABRICADO (H.P).....	92
6.2.3.1	SPLICE SLEEVES.....	92

6.2.4	COMPARACIÓN DE COSTOS FINALES.....	95
6.2.4.1	REGISTRO PUERTO ABIERTO Y PUERTO CERRADO.....	97
6.2.4.2	DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS .....	97
6.2.4.3	LOGISTICA Y DIFICULTADES DE ACCESO .....	97
6.2.4.4	RENDIMIENTO EN TIERRA .....	97
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
7.1	CONCLUSIONES .....	101
7.1.1	ESTRUCTURACIÓN Y MODELO .....	101
7.1.2	PRESUPUESTO.....	102
7.1.3	CONSTRUCTIBILIDAD.....	102
7.1.4	SÍSMICAS.....	103
7.2	RECOMENDACIONES.....	104
7.2.1	ESTRUCTURACIÓN Y MODELO .....	104
7.2.1.1	CONSIDERAR TSUNAMIS EN EL DISEÑO.....	104
7.2.1.2	SENSIBILIDAD EN DIRECCIONES U1 Y U2.....	104
7.2.1.3	ROBUSTEZ DEL DISEÑO.....	104
7.2.2	PRESUPUESTO.....	104
7.2.2.1	ELECCIÓN DE MATERIALES .....	104
7.2.2.2	MITIGACIÓN DE DESAFÍOS CONSTRUCTIVOS.....	105
7.2.3	CONSTRUCTIBILIDAD.....	105
7.2.3.1	ENSAYOS GEOTÉCNICOS .....	105
7.2.3.2	USO DE SPLICE SLEEVES.....	105
7.2.3.3	VENTAJAS CONSTRUCTIVAS .....	105
7.2.4	SÍSMICAS.....	105
7.2.4.1	CONSIDERAR LICUEFACCIÓN DE SUELOS .....	105

7.2.4.2	DISEÑO ADECUADO PARA TIPOS DE SUELO.....	105
7.2.4.3	ENSAYOS GEOTÉCNICOS ADICIONALES.....	105
8	GLOSARIO .....	106
9	BIBLIOGRAFÍA .....	108
	ANEXOS .....	110
	A. PRESUPUESTO TOTAL OBRA COMPARATIVA HORMIGÓN PREMEZCLADO V/S HORMIGÓN PREFABRICADO .....	110
	B. CÁLCULO ESPECTROS DE DISEÑO .....	115
	C. PRESUPUESTOS PARA PLATAFORMA DE HORMIGON PREMEZCLADO V/S PRESUPUESTOS PARA PLATAFORMA DE HORMIHÓN PREFABRICADO .....	134
	D. CÁLCULO DE CARGAS .....	167

# ÍNDICE DE TABLAS

---

TABLA 1-1: COMPARACIÓN MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE HORMIGÓN PREFABRICADOS VERSUS HORMIGÓN PREMEZCLADO.....	3
TABLA 2-1: MEDIDAS PARA VARILLAS DE ACERO QUE SON PARTE DE LA ARMADURA DE LAS VIGAS DE HORMIGÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	29
TABLA 2-2: DIMENSIONES DE BUQUE METANERO PARA DISEÑO DE PLATAFORMA DE CARGA/ DESCARGA DE GNL. (FUENTES: (DÍAZ, 2021) Y PORTALPORTUARIO.CL). ....	33
TABLA 3-1: CARGAS MUERTAS MÍNIMAS MATERIALES DE DISEÑO.....	35
TABLA 3-2: CARGAS MUERTAS MÍNIMAS EQUIPOS EN PLATAFORMA DE GNL. (FUENTE: (ASCE-7, 2020), (GL, 2018)). ....	35
TABLA 3-3: CARGAS VIVAS MÍNIMAS DE DISEÑO. (FUENTE: (2A-WSD, 2019)).....	36
TABLA 3-4: TABLA PRESIONES BÁSICA PARA ESTRUCTURAS EN BASE A LA ALTURA SOBRE EL SUELO (FUENTE: NCh 432). ....	37
TABLA 3-5: CATEGORIZACIÓN SÍSMICA DE LOS SUELOS QUE SE ANALIZARÁN EN BASE A LA NORMA NCh2369.....	46
TABLA 3-6: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.) ....	49
TABLA 3-7: COMBINACIONES DE CARGA: LRFD. (FUENTE: NORMA UFC 4-152-01). ....	52
TABLA 4-1. RANGO DE VELOCIDADES Y ACELERACIONES EN DISTINTAS CONDICIONES MARÍTIMAS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). ....	60
TABLA 5-1: RESULTADOS PARTICIPACIÓN Y MASA MODAL. (CASO SIN TSUNAMI).....	77
TABLA 5-2: RESULTADOS PARTICIPACIÓN Y MASA MODA, CASO TSUNAMI.....	77
TABLA 5-3: REACCIONES BASALES. ....	78
TABLA 5-4: REACCIONES BASALES. (CASO TSUNAMI).....	78
TABLA 5-5: DEFORMACIONES MÁXIMOS Y COMPARACIÓN CON DEFORMACIÓN ADMISIBLE...	79
TABLA 5-6: DEFORMACIONES MÁXIMOS Y COMPARACIÓN CON DEFORMACIÓN ADMISIBLE. (CASO TSUNAMI).....	80
TABLA 5-7: ESFUERZOS MÁXIMOS Y FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA CADA ELEMENTO. ....	82
TABLA 5-8: ESFUERZOS MÁXIMOS Y FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA CADA ELEMENTO. (CASO TSUNAMI).....	83

TABLA 6-1: REGISTRO PUERTO ABIERTO Y CERRADO BAHÍA QUINTEROS 2020. ....	95
TABLA 6-2: REGISTRO PUERTO ABIERTO Y CERRADO BAHÍA QUINTEROS 2021. ....	96
TABLA 6-3: REGISTRO PUERTO ABIERTO Y CERRADO BAHÍA QUINTEROS 2022. ....	96
TABLA 6-4: RESUMEN COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE PLATAFORMA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO Y HORMIGÓN PREFABRICADO, CONSIDERANDO UNA AMPLIFICACIÓN MARÍTIMA DEL 100%.....	99
TABLA 6-5: RESUMEN COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE PLATAFORMA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO Y HORMIGÓN PREFABRICADO, CONSIDERANDO UNA AMPLIFICACIÓN MARÍTIMA DEL 150%.....	99
TABLA 6-6: RESUMEN COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE PLATAFORMA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO Y HORMIGÓN PREFABRICADO, CONSIDERANDO UNA AMPLIFICACIÓN MARÍTIMA DEL 200%.....	100
TABLA 6-7: RESUMEN COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE PLATAFORMA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO Y HORMIGÓN PREFABRICADO, CONSIDERANDO UNA AMPLIFICACIÓN MARÍTIMA DEL 300%.....	100

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

FIGURA 1-1: EXPORTADORES DE GAS NATURAL, LICUADO HACIA CHILE (2020), TOTAL: \$655M. (FUENTE: OBSERVATORIO DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA (OEC)) .....	2
FIGURA 2-1:PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE GNL DESDE UN TERMINAL DE CARGA A UN TERMINAL DE DESCARGA Y POSTERIORMENTE A LA DISTRIBUCIÓN. (FUENTE: CORE LNGAS HIVE). .....	11
FIGURA 2-2: VISTA EN PLANTA TERMINAL TIPO CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	13
FIGURA 2-3: TERMINAL DE PENETRACIÓN TIPO. (FUENTE: ABC PUERTOS Y ELABORACIÓN PROPIA). .....	14
FIGURA 2-4: DISTRIBUCIÓN ATRAQUE Y AMARRE SOBRE PLATAFORMA DE GNL Y SOBRE SISTEMAS DE DOLPHINS. ....	17
FIGURA 2-5: ESQUEMA TANQUES INDEPENDIENTES TIPO A (FUENTE: “TIPOS DE TANQUES EN BUQUES GASEROS”, SITIO WEB: INGENIEROMARITIMO.COM). .....	22
FIGURA 2-6: ESQUEMA TANQUES INDEPENDIENTES TIPO B, MOSS ROSENBERG (FUENTE: “TIPOS DE TANQUES EN BUQUES GASEROS”, SITIO WEB: INGENIEROMARITIMO.COM)..	23
FIGURA 2-7: DIMENSIONES BUQUES METANEROS, Y ESQUEMA TANQUE TIPO ESFÉRICO (FUENTE: AGENCIA ENERGÉTICA DEL GOBIERNO VASCO). .....	23
FIGURA 2-8: ESQUEMA TANQUES INDEPENDIENTES TIPO C. (FUENTE: “TIPOS DE TANQUES EN BUQUES GASEROS”, SITIO WEB: INGENIEROMARITIMO.COM). .....	24
FIGURA 2-9: ESQUEMA TANQUES TIPO MEMBRANA. (FUENTE: “TIPOS DE TANQUES EN BUQUES CASEROS”, SITIO WEB: INGENIEROMARITIMO.COM). .....	25
FIGURA 2-10: PILOTE TIPO PARA PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	26
FIGURA 2-11: DISPOSICIÓN EN PLANTA PARA PILOTES DE PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	27
FIGURA 2-12: VISTA EN PLANTA LOSA DE HORMIGÓN PREFABRICADO PARA PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	28
FIGURA 2-13: DETALLE SECCIÓN LONGITUDINAL LOSA DE HORMIGÓN PREFABRICADO PARA PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	28

FIGURA 2-14: PLANO TRANSVERSAL VIGA DE HORMIGÓN PREFABRICADO VP2 PARA PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	29
FIGURA 2-15: PLANO TRANSVERSAL VIGA DE HORMIGÓN PREFABRICADO VP3 PARA PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	30
FIGURA 2-16: DISPOSICIÓN EN PLANTA PARA VIGAS DE PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	30
FIGURA 2-17: DETALLE SECCIÓN LONGITUDINAL PARA PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	31
FIGURA 2-18: DETALLE SECCIÓN LONGITUDINAL TIPO PARA PUENTE DE ACCESO DE PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	31
FIGURA 2-19: DETALLE EN PLANTA DE CONEXIONES ENTRE VIGAS VP2 Y VP3, CON PILOTES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	32
FIGURA 2-20: DETALLE SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONEXIONES ENTRE VIGAS VP2 Y VP3, CON PILOTES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	32
FIGURA 2-21: DIMENSIONES EN M Y VISTA TRANSVERSAL PARA BUQUE DE DISEÑO (FUENTES: (DÍAZ, 2021), (MIYASHITA, 2015) PORTALPORTUARIO.CL). .....	33
FIGURA 2-22: DIMENSIONES EN M Y VISTA EN PLANTA PARA BUQUE DE DISEÑO (FUENTES: (DÍAZ, 2021), (MIYASHITA, 2015) PORTALPORTUARIO.CL). .....	33
FIGURA 3-1: GRÁFICO PRESIÓN BÁSICA DEL VIENTO SOBRE LA PLATAFORMA EN BASE A LA ALTURA LIBRE. .....	38
FIGURA 3-2: CLASIFICACIÓN DE CARGAS DE OLEAJE SEGÚN EL TIPO DE ESTRUCTURA. (JAPAN, 2020). .....	40
FIGURA 3-3: CONDICIONES DE MANIOBRA Y VELOCIDAD DE ATRAQUE POR TAMAÑO DEL BUQUE (FUENTE: GUÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE OBRAS MARÍTIMAS Y COSTERAS MOP). .....	43
FIGURA 3-4: ILUSTRACIÓN ESQUEMÁTICA DEL ATRAQUE DE UNA EMBARCACIÓN (FUENTE: GUÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE OBRAS MARÍTIMAS Y COSTERAS MOP). .....	44
FIGURA 3-5: ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO PARA SISMO HORIZONTAL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	46

FIGURA 3-6: ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO PARA SISMO VERTICAL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	47
FIGURA 3-7: CORROSIÓN EN PILOTES DE ACERO PARA PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA DE GNL.....	50
FIGURA 4-1: MODELO ESTRUCTURAL DE PLATAFORMA DE CARGA/DESCARGA GNL (ELABORACIÓN PROPIA).....	55
FIGURA 4-2: APLICACIÓN DE CARGAS MUERTAS EN MODELO DE PLATAFORMA EN SAP 2000. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	56
FIGURA 4-3: APLICACIÓN DE CARGAS VIVAS EN MODELO DE PLATAFORMA EN SAP 2000. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	57
FIGURA 4-4: APLICACIÓN DE CARGAS DE VIENTO EN DIRECCIÓN X EN EL MODELO DE PLATAFORMA EN SAP 2000. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	58
FIGURA 4-5: APLICACIÓN DE CARGAS DE VIENTO EN DIRECCIÓN -Y EN EL MODELO DE PLATAFORMA EN SAP 2000. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	58
FIGURA 4-6: APLICACIÓN DE CARGAS TÉRMICAS (PILOTES 24°C Y PLATAFORMA 40°C) EN EL MODELO DE PLATAFORMA EN SAP 2000. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	59
FIGURA 4-7: APLICACIÓN DE CARGAS TÉRMICAS (PILOTES 16°C Y PLATAFORMA -10°C) EN EL MODELO DE PLATAFORMA EN SAP 2000. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	60
FIGURA 4-8: PERFIL DE VELOCIDADES MARÍTIMAS SOBRE PILOTES DE PLATAFORMA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	61
FIGURA 4-9: PERFIL DE ACELERACIONES MARÍTIMAS SOBRE PILOTES DE PLATAFORMA DE GNL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	61
FIGURA 4-10: PERIODO Y ROSA ALTURA MÁXIMA DE OLEAJE PARA BOYA DE IQUIQUE. ....	62
FIGURA 4-11: PERIODO Y ROSA ALTURA MÁXIMA DE OLEAJE PARA BOYA DE CONCÓN.....	63
FIGURA 4-12: PERIODO Y ROSA ALTURA MÁXIMA DE OLEAJE PARA BOYA DE TALCAHUANO. ....	63
FIGURA 4-13: PERIODO Y ROSA ALTURA MÁXIMA DE OLEAJE PARA BOYA DE PUNTA ARENAS. ....	64
FIGURA 4-14: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON), SOBRE PILOTES EN X. VISTA 3D. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	65

FIGURA 4-15: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON), SOBRE PILOTES EN X. VISTA X-Z. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	66
FIGURA 4-16: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON), SOBRE PILOTES EN -Y. VISTA 3D. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	66
FIGURA 4-17: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON), SOBRE PILOTES EN -Y. VISTA Z-Y. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	67
FIGURA 4-18: ESQUEMA DE DIMENSIONES DE DEFENSAS SCN. (FUENTE: TRELLEBORG). ....	67
FIGURA 4-19: CATÁLOGO DE DIMENSIONES DE DEFENSAS SCN. (FUENTE: TRELLEBORG). ...	68
FIGURA 4-20: CATALOGO DE ENERGÍA DE ATRAQUE (E) Y REACCIÓN SOBRE LA PLATAFORMA (R) DE GNL, MEDIDAS EN kN*m Y kN. (FUENTE: TRELLEBORG).....	69
FIGURA 4-21: FUERZAS DE ATRAQUE EN kN, SOBRE PLATAFORMA. VISTA 3D. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	70
FIGURA 4-22: ESPECTRO DE DISEÑO HORIZONTAL APLICADO A LA PLATAFORMA DE GNL....	71
FIGURA 4-23: ESPECTRO DE DISEÑO VERTICAL APLICADO A LA PLATAFORMA DE GNL. ....	71
FIGURA 4-24: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON) PRODUCIDAS POR TSUNAMI SOBRE PILOTES EN X. VISTA 3D. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	72
FIGURA 4-25: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON) PRODUCIDAS POR TSUNAMI SOBRE PILOTES EN X. VISTA X-Z. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	73
FIGURA 4-26: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON) PRODUCIDAS POR TSUNAMI SOBRE PILOTES EN -Y. VISTA 3D. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .....	73
FIGURA 4-27: FUERZAS DE OLEAJE EN kN (MORISON) PRODUCIDAS POR TSUNAMI SOBRE PILOTES EN -Y. VISTA Y-Z. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	74
FIGURA 5-1: PRIMER MODO DE VIBRACIÓN PARA PLATAFORMA DE GNL (DESPLAZAMIENTO EN EJE X). .....	75
FIGURA 5-2: SEGUNDO MODO DE VIBRACIÓN PARA PLATAFORMA DE GNL (DESPLAZAMIENTO EN EJE Y). .....	76
FIGURA 5-3: TERCER MODO DE VIBRACIÓN PARA PLATAFORMA DE GNL (DESPLAZAMIENTO TORSIONAL). .....	76
FIGURA 5-4: DENOMINACIÓN DE PILOTES DE ACERO. (VISTA EN PLANTA). .....	81
FIGURA 5-5: FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA VIGAS DE HORMIGÓN. VISTA 3D. ....	84
FIGURA 5-6: FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA VIGAS DE HORMIGÓN. VISTA EN PLANTA. ....	85

FIGURA 5-7: DIAGRAMA P-M3 PARA VIGAS DE HORMIGÓN VP2, ADEMÁS DE LOS ESFUERZOS OBTENIDOS. ....	86
FIGURA 5-8: DIAGRAMA P-M2 PARA VIGAS DE HORMIGÓN VP2, ADEMÁS DE LOS ESFUERZOS OBTENIDOS. ....	86
FIGURA 5-9: DIAGRAMA P-M3 PARA VIGAS DE HORMIGÓN VP3, ADEMÁS DE LOS ESFUERZOS OBTENIDOS. ....	87
FIGURA 5-10: DIAGRAMA P-M2 PARA VIGAS DE HORMIGÓN VP2, ADEMÁS DE LOS ESFUERZOS OBTENIDOS. ....	87
FIGURA 6-1: ESQUEMA CONECTORES SPLICE SLEEVES CON MORTERO S22. ....	93
FIGURA 6-2: DIFERENCIAS PORCENTUALES EN COSTOS DE LA PLATAFORMA DE GNL DE HORMIGÓN PREMEZCLADO V/S HORMIGÓN PREFABRICADO, CONSIDERANDO AMPLIFICACIÓN PORCENTUAL EN COSTOS RELACIONADOS AL AMBIENTE MARÍTIMO. ....	99

# 1 INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 MOTIVACIÓN

El planeta Tierra está compuesto superficialmente por 2/3 de agua, es así como el hombre ha buscado la manera de viajar sobre el agua y de esta manera poder conectarse con el resto del mundo. Debido a lo anterior es que el transporte marítimo, en el ámbito mundial, es el modo más utilizado para el comercio internacional y el que soporta mayor movimiento de mercancías. Es por ello que cada vez se requieren mejoras en las técnicas de construcción, ya sea disminuyendo los tiempos de ejecución o buscando materiales cada vez más resistentes de tal manera de que los proyectos sean más competitivos.

En cuanto al gas natural licuado (GNL) es una forma de almacenar y transportar el gas natural en forma líquida. En Chile desde el año 2020, el GNL se importa principalmente desde E.E.U.U (68,1%) junto con Trinidad y Tobago (16,6%), (Ver Figura 1-1). Además, está siendo utilizado cada vez más en la generación de energía eléctrica. El principal importador de GNL en Chile es la empresa GasAtacama, que construyó un terminal de GNL en Mejillones para recibir y distribuir el gas. En general, el uso de GNL en Chile se considera una forma de diversificar la matriz energética del país y reducir su dependencia de los combustibles fósiles.



Figura 1-1: Exportadores de Gas natural, licuado hacia Chile (2020), Total: \$655M. (Fuente: Observatorio de Complejidad Económica (OEC))

Dentro de los últimos años en el mundo de la construcción se ha llevado a cabo una revolución en la forma de construir, denominado construcción industrializada. Si bien el uso de algunos elementos prefabricado empezó a usarse luego de la revolución industrial, hoy en día retoman su gran importancia debido al desarrollo y las condiciones actuales del mercado constructivo. Lo que trae consigo que el uso de elementos prefabricados sea una alternativa eficiente, sustentable y necesaria para la construcción actual. Algunas de las ventajas que se tienen en la construcción con elementos prefabricados, están dadas por la mejora en la calidad de los materiales, la reducción en los plazos de ejecución y los equipos en obra, el uso de secciones con mayor resistencia, mejora de los tiempos de construcción, control eficiente de relación horas hombre, entre otros.

Dentro de las técnicas constructivas, el hormigón premezclado sigue siendo una de las más empleadas en la edificación de estructuras y edificios. Se hace referencia al término 'hormigón premezclado' para describir el proceso de preparación y vertido del hormigón en su ubicación final en la obra. A diferencia del hormigón prefabricado, este último se fabrica previamente en una ubicación específica para luego ser transportado y ensamblado en el sitio de construcción.

El hormigón premezclado tiene varias ventajas, como su adaptabilidad a cualquier forma o diseño, su capacidad para adaptarse a cualquier tipo de suelo, y su capacidad para

soportar grandes cargas. Sin embargo, también tiene algunas desventajas, como la necesidad de una mayor cantidad de mano de obra y un mayor tiempo de construcción.

Por otra parte, existen otro tipo de técnicas constructivas como los sistemas de construcción con elementos prefabricados de hormigón, donde se obtiene una construcción rápida y de calidad garantizada debido a que se cuenta con piezas previamente elaboradas, en las cuales se aplican mayores controles en la calidad a los materiales usados y se tiene un mejor control sobre los procesos de fabricación en planta. Al construir con elementos prefabricados, la obra gruesa se reduce a montaje, disminuyendo la mano de obra, imprevistos y puesta en servicio. Por otra parte, se logran mayores controles sobre la obra, debido a que la secuencia de montaje está claramente establecida e incluso puede ser previamente estudiada.

A modo de ejemplo se mostrarán algunos datos obtenidos en dos tipos de presupuestos para la construcción de un estacionamiento subterráneo con elementos prefabricados y con hormigón premezclado (Salazar, Estacionamiento Subterráneo con elementos, 2006).

*Tabla 1-1: Comparación métodos constructivos de hormigón prefabricados versus hormigón premezclado. (Salazar, Estacionamiento Subterráneo con elementos, 2006)*

Método Constructivo	Costo (UF/m <sup>2</sup> )	Tiempo de Construcción (Días)
Hormigón Premezclado	6,72	210
Hormigón Prefabricado	6,32	180

Además de lo anterior es importante mencionar que el hormigón prefabricado tiene un mejor comportamiento sísmico que el hormigón premezclado debido a su mayor resistencia a la flexión y torsión. Además, las piezas prefabricadas son estandarizadas, lo que facilita su diseño y construcción.

En cuanto al hormigón premezclado, es más común en construcciones y en igualdad de condiciones puede darse que presente una menor resistencia que el hormigón prefabricado, debido a la dificultad para controlar las condiciones en las que se coloca el hormigón.

Con lo anterior, se tiene que, el hormigón prefabricado tiene un mejor comportamiento sísmico que el hormigón premezclado, pero ambos pueden ser utilizados en estructuras sismorresistentes siempre y cuando se cumplan con los códigos y regulaciones sismorresistentes vigentes.

Sin embargo, el clima puede tener un impacto significativo en la construcción de infraestructura portuaria. Los cambios en las condiciones climáticas pueden afectar la programación y el progreso de la construcción, y también pueden influir en la calidad y la durabilidad de la infraestructura una vez que se completa.

Por ejemplo, las marejadas, los huracanes, las lluvias fuertes y las inundaciones pueden causar retrasos en la construcción y aumentar los costos al interrumpir la programación de los trabajos, provocar daños en los equipos y materiales de construcción, y obstaculizar la movilización de los trabajadores. Además, los vientos fuertes pueden dificultar la colocación de estructuras pesadas y grandes, como puentes y muelles.

Por otro lado, las condiciones climáticas también pueden influir en la selección de los materiales y métodos de construcción. En áreas de alta salinidad, se pueden requerir materiales y técnicas especiales de construcción para proteger la infraestructura de la corrosión y el desgaste. Asimismo, las temperaturas extremas, tanto en verano como en invierno, podrían necesitar técnicas de construcción especiales que aseguren la resistencia y durabilidad de la estructura marítima.

A modo de síntesis, el clima puede afectar de manera significativa el tiempo de construcción de una obra empleando hormigón premezclado. Más aún las obras portuarias necesitan ventanas de buen clima en que se autoriza la construcción de la misma. Es por esto que un clima no apto para la construcción podría provocar incumplimientos en los plazos de entrega y por ende un aumento de costos en la obra. Para el caso de obras industrializadas o prefabricadas existe una disminución de este riesgo, ya que los tiempos de montaje son más cortos y más eficientes, lo que evita tiempos muertos por puerto cerrado y un aumento considerable en los costos de obra.

Por lo anterior la motivación del trabajo es comprobar a través de la geometría de una plataforma típica de descarga / carga de GNL, cual es comportamiento de ambas alternativas

(tableros prefabricados o tableros hormigonado premezclado), realizando una evaluación técnica, económica y la constructibilidad de ambas alternativas de solución en proyectos del ámbito marítimo.

## 1.2 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de esta memoria es estudiar y diseñar un sistema de tableros de carácter prefabricado e premezclado para una plataforma de un terminal marítimo de carga/descarga de GNL cumpliendo con los criterios y normas comúnmente usadas, tales como:

- Guía de Diseño, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras del MOP.
- ROM (Recomendaciones para las obras marítimas de España).

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentro de los objetivos específicos de esta memoria se mencionarán los siguientes:

- Comprobar desde el punto de vista técnico, económico y constructivo, la eficiencia para los componentes de la superestructura de una plataforma de carga marítima, ya sea un sistema de vigas prefabricadas con sobrelosa, losa pretensada, entre otras.
- Modelar el sistema estructural en alguno de los softwares de Cálculo tales como SAP2000, ETABS, etc.
- Proponer distintos tipos de suelo donde podría fundarse la estructura, considerando que esta se construye en suelos chilenos.
- Realizar memorias de cálculo para cada elemento estructural que compone el tablero de manera de comprobar los criterios y normas asumidas.
- Entregar conclusiones acerca de la factibilidad, constructiva y estructural del sistema de tableros prefabricados propuesto.

## 1.4 ALCANCE

Los resultados que se esperan acorde a los objetivos propuestos son:

- Analizar un tablero de Hormigón prefabricado para una plataforma de carga / descarga de un terminal de GNL.
- Estudiar la variación del muelle terminal de penetración compuesto por una plataforma terminal la cual será el objeto de estudio y apoyos en base a pilotes, fundados en distintos tipos de suelos en base a la norma NCh2369.
- Comparar una solución en base a tablero de hormigón prefabricado con una solución de tablero de hormigón premezclado en términos de su constructibilidad, comportamiento estructural y costos.

## 1.5 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

La presente memoria consta de 8 capítulos, cuyo contenido se describe como sigue:

### I. Capítulo 1 Introducción:

En el capítulo 1 se entregará una breve motivación, indicando al lector de este trabajo la importancia del transporte marítimo en el comercio internacional junto con algunas aplicaciones del Gas Natural Licuado (GNL) en las industrias, comercios, transporte y residencias. En segundo lugar, se mencionarán algunos aspectos de la construcción industrializada en elementos prefabricados, junto con algunos parámetros comparativos entre la construcción de elementos estructurales de Hormigón premezclado y Hormigón Prefabricado.

### II. Capítulo 2 Antecedentes:

El capítulo 2 se dividirá en dos partes, por un lado, se explicarán los antecedentes generales, el cual permitirá entender cómo funciona y dónde se emplaza la plataforma de carga/descarga de GNL, además de comprender las cargas que soporta, y las estructuras auxiliares que permiten el atraque del buque de carga líquida. En esa misma línea se explicarán los tipos de buques más utilizados en los terminales de GNL. Por otro lado, el capítulo entregará los antecedentes estructurales, dentro de los cuales se detallan las dimensiones de elementos principales, tales como: pilotes, vigas travesaño, vigas longitudinales y losa que forman parte de la plataforma de carga/descarga de GNL. Agregado a lo anterior se definirá el tipo de buque que se ocupará en el diseño junto con las dimensiones estándares del mismo.

### III. Capítulo 3 Criterios de Diseño:

En el capítulo 3 se definirán los criterios de diseño utilizados para el análisis, estudio y diseño de las estructuras propuestas. Indicando las propiedades y tipos de materiales que se ocuparán, método de diseño, cargas aplicadas sobre

el modelo estructural. Junto con los criterios de diseño asociados al medio marino donde se funda la estructura.

IV. Capítulo 4 Modelo Estructural:

En el capítulo 4 se estudiarán 2 estructuras que soporten las condiciones estructurales más desfavorables. Por un lado, se considerará un muelle con una plataforma de carga formada por vigas con sobrelosa de hormigón armado premezclado y otro muelle con una plataforma de carga formada por vigas con sobrelosa de hormigón prefabricado. Para cada una de estas estructuras se considerará que están fundadas sobre pilotes de acero con las mismas dimensiones para cada estructura, de manera de que el análisis se concentre en la superestructura de la plataforma de carga/descarga de GNL. Además de lo anterior, se presentarán gráficamente las cargas aplicadas a cada modelo.

V. Capítulo 5 Resultados:

En el capítulo 5 se entregarán los resultados obtenidos para los modelos estructurales presentados en el capítulo 4. Al final de este capítulo se presentará un resumen con los principales resultados obtenidos para cada modelo.

VI. Capítulo 6 Comparación de Costos:

En el capítulo 6 se realizará una comparación de costos a nivel de factibilidad entre ambos modelos estructurales analizados, construido en base a elementos prefabricados, con otro tipo de construcción Premezclado. Con todo lo anterior se podrá analizar y comprender la factibilidad económica de los modelos propuestos.

VII. Capítulo 7 Conclusiones:

En último lugar, en el capítulo 7 se analizarán los resultados obtenidos en base a todos los capítulos anteriores, con el fin de entregar conclusiones,

recomendaciones y/o comentarios relacionados al análisis de los resultados obtenidos en el área constructiva, estructural y económica.

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 ANTECEDENTES GENERALES

#### 2.1.1 TERMINALES DE CARGA/DESCARGA DE GNL

Los terminales de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL) son instalaciones especializadas que se utilizan para transferir gas natural licuado desde barcos tanques (buques tanque) a instalaciones terrestres, y una vez allí almacenar y procesar para su consumo. Estas instalaciones suelen incluir tanques de almacenamiento, sistemas de transferencia y tuberías de conexión. El gas natural licuado se produce mediante el proceso de licuefacción, que consiste en enfriar el gas natural a  $-162$  grados Celsius, lo que permite reducir su volumen para su transporte y almacenamiento. Los terminales de carga y descarga son necesarios para manejar el gas natural licuado en esta forma y transferirlo a instalaciones de almacenamiento y distribución en tierra.

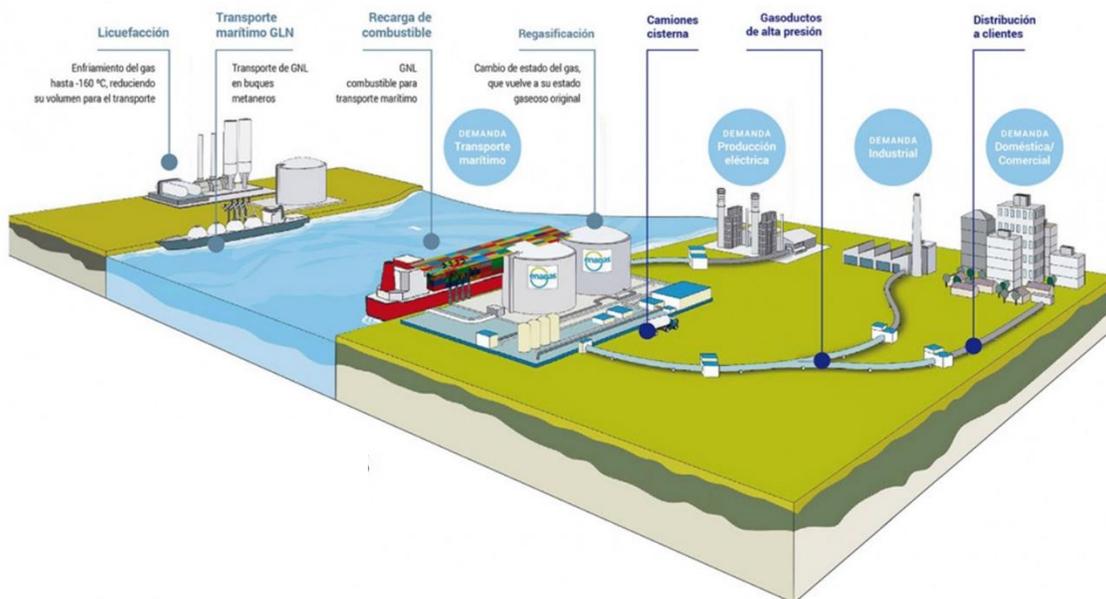


Figura 2-1: Procedimiento para transporte de GNL desde un terminal de carga a un terminal de descarga y posteriormente a la distribución. (Fuente: CORE LNGas hive).

### **2.1.1.1 TERMINALES DE CARGA/DESCARGA DE GNL EN CHILE**

En Chile, existen varios terminales de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL), los cuales son operados por diferentes empresas. Algunos de los principales terminales de GNL en Chile son:

#### **2.1.1.1.1 TERMINAL DE GNL DE MEJILLONES**

Este terminal se encuentra en la región de Antofagasta y es operado por GasAtacama. Fue inaugurado en 2007 y cuenta con una capacidad de almacenamiento de 170.000  $m^3$  de GNL y una capacidad de carga y descarga de barcos tanques de hasta 217.000  $m^3$ . es el principal proveedor de GNL para la industria minera del norte de Chile.

#### **2.1.1.1.2 TERMINAL DE GNL DE QUINTERO**

Este terminal se encuentra ubicado en la región de Valparaíso y cuenta con una capacidad de almacenamiento de 300.000  $m^3$  de GNL. Es operado por la empresa GasValpo y es el principal proveedor de GNL para la industria termoeléctrica del centro-sur de Chile.

El GNL es transportado vía marítima a dichos terminales procedente de países tales como Trinidad y Tobago, Guinea Ecuatorial y Nueva Zelanda. A su vez, en menor medida de Argelia, Qatar, Estados Unidos y México.

### **2.1.1.2 COMPONENTES DE UN TERMINAL DE CARGA/ DESCARGA DE GNL**

Las partes o componentes de una terminal de carga/descarga de GNL pueden ser variadas dependiendo de su diseño y ubicación geográfica. Sin embargo, para esta memoria se considerará un terminal de carga/descarga de GNL como el que se muestra a continuación:

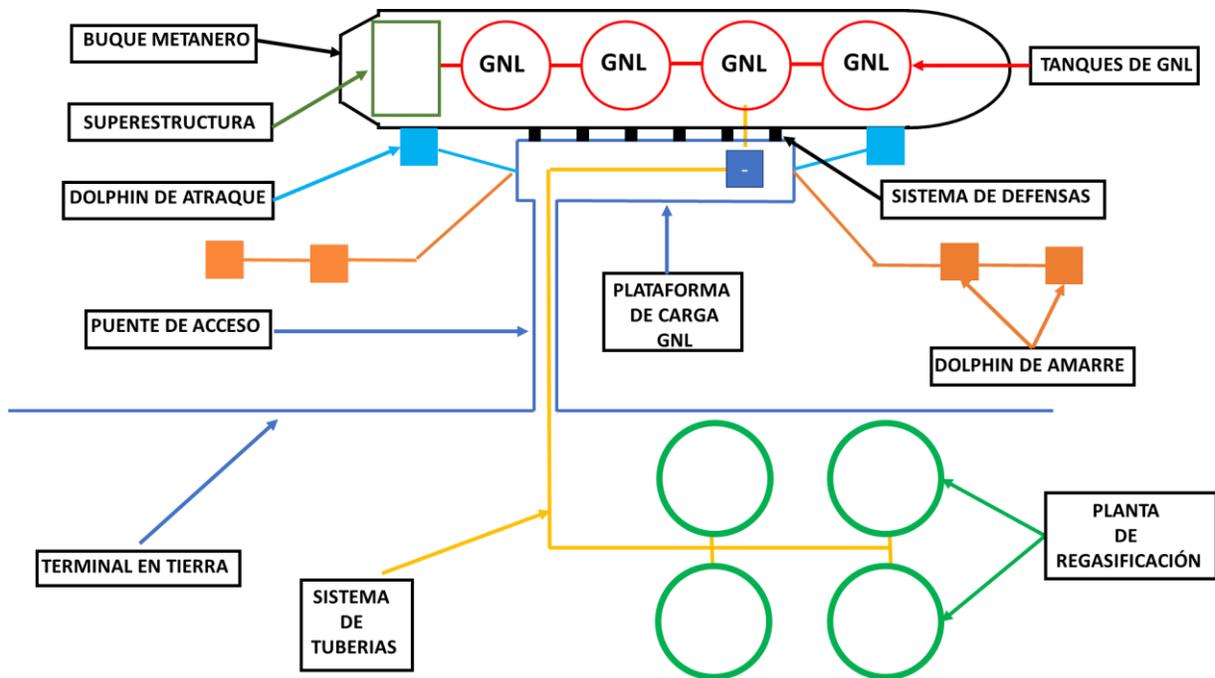


Figura 2-2: Vista en planta terminal tipo carga/descarga de GNL. (Fuente: elaboración propia).

En síntesis, las partes de una terminal de carga/descarga de GNL incluyen el terminal o muelle de penetración, el sistema de tuberías, el almacenamiento de GNL, el sistema de regasificación y el sistema de monitoreo y seguridad. Para el estudio de esta memoria se explicará de manera general las componentes de un muelle de penetración, debido a que el estudio de la misma se centrará directamente en la plataforma de carga y descarga de GNL.

#### 2.1.1.2.1 TERMINALES O MUELLES DE PENETRACIÓN

Un terminal de penetración es un tipo de terminal de GNL que se utiliza para transferir gas natural licuado (GNL) desde un buque metanero a través de un sistema de tuberías que se dispone sobre el puente de acceso hasta una instalación de regasificación ubicada en tierra. Para lograr esto el terminal de penetración considera algunas estructuras sobre las que se apoyan los equipos, tuberías e instalaciones que permiten el traslado de GNL desde el buque metanero hasta el terminal terrestre. Estas estructuras son: Plataforma de carga/descarga de GNL, Dolphin de amarre y postes de amarres, pasarelas de acceso, puente de acceso y terminal terrestre.

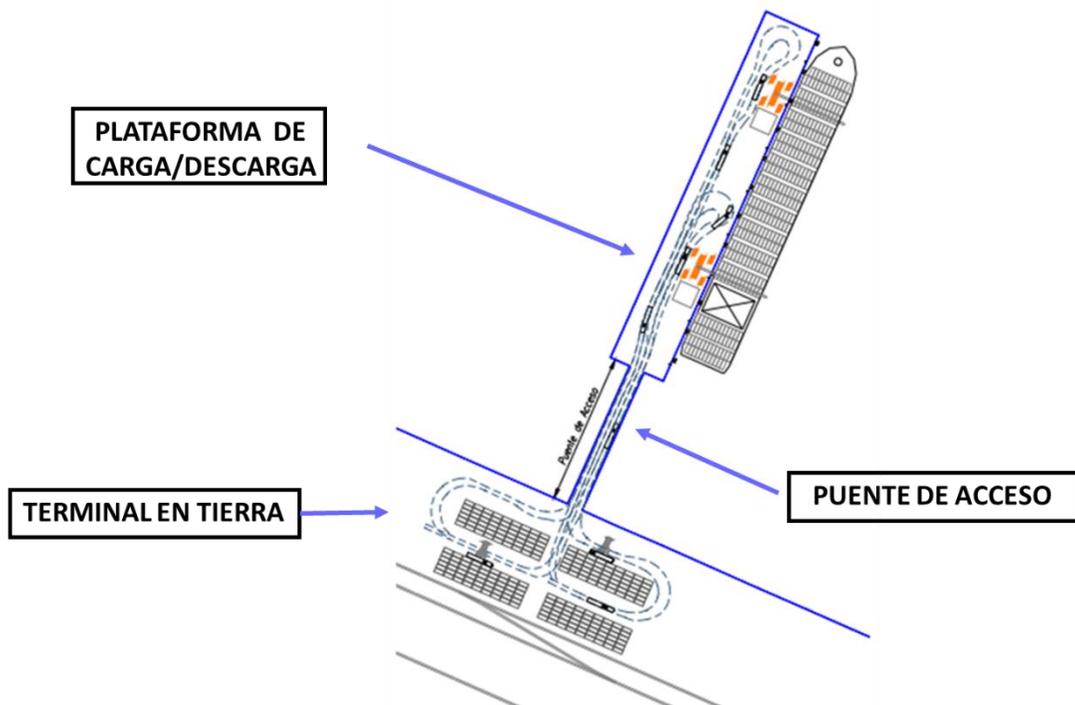


Figura 2-3: Terminal de penetración tipo. (Fuente: ABC puertos y elaboración propia).

Se debe considerar que el GNL siempre se debe regasificar para su consumo. Es por esto que siempre será necesario tener estanques de almacenamiento, para la regasificación y distribución del GNL.

#### 2.1.1.2.1.1 TERMINAL TERRESTRE

Una terminal terrestre en una terminal de GNL se refiere a la infraestructura en tierra que se utiliza para recibir, almacenar, procesar y distribuir el gas natural licuado. Esta infraestructura puede incluir:

- Tanques de almacenamiento de GNL
- Sistemas de recepción
- Sistemas o Plantas de regasificación
- Sistemas de distribución de GNL a los consumidores
- Sistemas de seguridad

Los terminales terrestres suelen estar ubicados cerca de áreas urbanas y de demanda de gas natural para permitir una distribución más eficiente del gas regasificado. La regasificación del GNL se realiza mediante la exposición del líquido a la atmósfera a través de una serie de intercambiadores de calor, lo que permite que el GNL se convierta en gas natural. A partir de ahí, el gas puede ser enviado a través de una red de tuberías para su distribución a los consumidores.

#### *2.1.1.2.1.2 PUENTE DE ACCESO*

El puente de acceso es una estructura que se utiliza en una terminal de carga de GNL para conectar la plataforma de carga/descarga, con la infraestructura en tierra. Es decir, es el medio por el cual se lleva a cabo la transferencia de GNL desde el buque hasta los tanques de almacenamiento en tierra, a través de un sistema (rack) de tuberías. En esta estructura también transitarán los vehículos menores de mantención.

#### *2.1.1.2.1.3 PLATAFORMA DE CARGA/ DESCARGA DE GNL*

La plataforma de carga de Gas Natural Licuado (GNL) es una instalación marítima diseñada para el transbordo de GNL desde y hacia barcos y buques tanque. Las plataformas de carga de GNL están ubicadas en la costa, a menudo en muelles o puertos, y están diseñadas para permitir que los barcos se atraquen en ella y hagan firmes sus amarras en la plataforma mientras se realiza el transbordo del GNL.

El proceso de carga y descarga de GNL en una plataforma típicamente implica la transferencia del gas desde los tanques de almacenamiento de un buque tanque a los tanques de almacenamiento de la plataforma o viceversa. El proceso se realiza a través de un sistema de tuberías y válvulas (manifold) que conectan los tanques del barco y los de la plataforma a través de flexibles, y se controla mediante un sistema de monitoreo y control.

Una plataforma de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL) está compuesta por varios elementos estructurales que cumplen diferentes funciones. Algunos de estos elementos incluyen:

**Pilotes:** son las estructuras que soportan el peso de la plataforma y transmiten las cargas al suelo. La materialidad puede ser de acero; concreto armado o mixto.

Vigas: son las estructuras que transmiten las cargas horizontales a los pilares. Su materialidad puede ser de acero u hormigón armado.

Tableros: son las estructuras que forman la superficie de la plataforma. Normalmente suelen ser concreto.

Sistemas de amarre: son los elementos que ayudan durante la maniobra de atraque y amarre de los buques a hacer firmes a la plataforma.

Sistemas de defensa: son los elementos que permiten proteger la integridad de la estructura y de los equipos existentes en la plataforma. Estos sistemas de defensas transfieren las cargas de atraque del buque a la plataforma estructural donde se transfiere el GNL a las tuberías. El sistema de defensa está compuesto por elementos de polímero de alta resistencia el cual mediante la deformación del mismo absorbe energía que luego transmite a la estructura como una carga disminuida.

#### *2.1.1.2.1.4 ESTRUCTURAS AUXILIARES*

Existen varios tipos de estructuras auxiliares que ayudan en el atraque de buques a una plataforma de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL). Algunos de los tipos más comunes son:

##### *2.1.1.2.1.4.1 DOLPHINS DE ATRAQUE*

Los Dolphins de atraque son estructuras auxiliares que se utilizan en los muelles para ayudar durante la maniobra de atraque de los buques. Estas estructuras se colocan cerca de la plataforma de carga y descarga. Los Dolphins de atraque están diseñados para proporcionar puntos adicionales de atraque para los barcos, y están contruidos con materiales resistentes y duraderos como el concreto armado y el acero. Su función principal es resistir el impacto de naves en la maniobra de atraque y durante los shifting o cambio de bodegas.

Cada Dolphin de atraque está compuesto de una estructura principal, compuesto por un macizo de hormigón armado y una serie de pilotes que se hincan en el fondo del mar.

##### *2.1.1.2.1.4.2 DOLPHINS DE AMARRE*

Los Dolphins de amarre son estructuras verticales, que se hincan en el fondo del mar y que son utilizados para amarrar los buques durante la carga o descarga de mercancía. Son

muy similares a los Dolphins de atraque, con la gran diferencia que la única función de los Postes es generar un punto adicional del amarre de barcos, y no permiten el atraque de la nave sobre ellos.

Los Dolphins de amarre son construidos con materiales resistentes como el acero o el concreto, y están diseñados para soportar cargas tales como el tirón de bita.

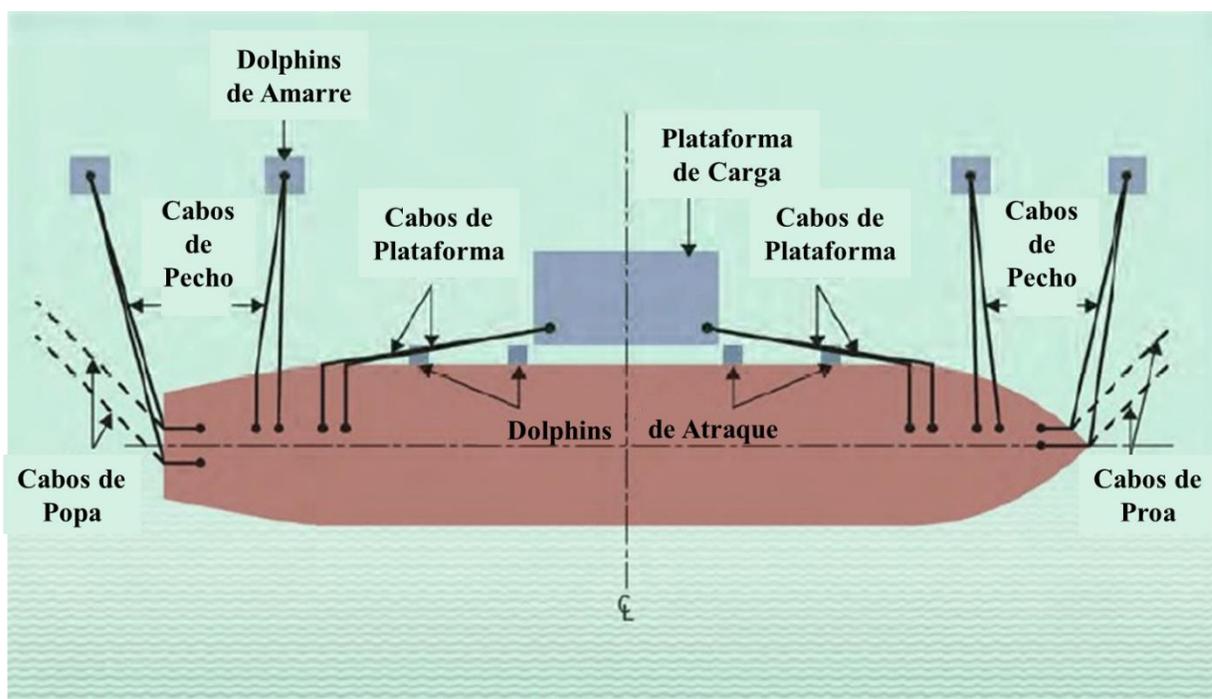


Figura 2-4: Distribución atraque y amarre sobre plataforma de GNL y sobre sistemas de Dolphins.

### 2.1.2 CARGA EN EL TIEMPO

Las cargas a las que está sometida una plataforma de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL) pueden variar con el tiempo debido a diferentes factores. Para esta memoria se considerarán las cargas determinadas por la normativa “Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras” de la Dirección de Obras Portuarias, (DOP). Algunos de los factores más importantes son:

#### 2.1.2.1 EL USO

Una plataforma de carga y descarga de GNL se somete a cargas constantes debido al tráfico de buques y el movimiento de maquinaria y equipos. Esto puede causar desgaste en la estructura y puede requerir reparaciones o mantenimiento periódico.

#### **2.1.2.2 EL CLIMA**

Las condiciones climáticas, como las olas, los vientos y las tormentas, pueden causar cargas adicionales en la plataforma. Estas cargas pueden variar con el tiempo y pueden requerir que se realicen cambios en la estructura para adaptarse a las condiciones cambiantes.

#### **2.1.2.3 EL DESGASTE NATURAL**

Las estructuras de una plataforma de carga y descarga de GNL pueden sufrir desgaste debido a la corrosión y el envejecimiento. Esto puede requerir reparaciones o sustituciones de componentes de la estructura.

Es importante tener en cuenta estos factores y monitorear continuamente la tasa de corrosión o los daños en los distintos elementos que se pueden presentar, para garantizar su seguridad y su operación eficiente durante toda la vida útil de la estructura. Es necesario planificar y programar mantenimientos y reparaciones periódicas para reducir el impacto en el tiempo y evitar posibles accidentes.

### **2.1.3 TIPOS DE CARGA SOBRE LAS PLATAFORMAS**

Una plataforma de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL) tiene que soportar varias cargas estructurales para garantizar su seguridad y operación eficiente. Como se mencionó anteriormente las cargas de diseño que se desarrollarán en este documento vienen entregadas por la Guía de Diseño de la DOP. Algunas de las cargas estructurales más importantes que tiene que soportar una plataforma de carga y descarga de GNL son:

#### **2.1.3.1 CARGAS ESTÁTICAS**

Estas cargas incluyen el peso propio de la plataforma y sus componentes, el peso de las tuberías y los equipos de transferencia, y cualquier otra carga del tipo permanente que esté presente en la plataforma.

#### **2.1.3.2 CARGAS DINÁMICAS**

Estas cargas incluyen las cargas debidas al viento, las olas, el movimiento de la estructura debido a la expansión térmica, y cualquier otra carga variable que esté presente en la plataforma.

### **2.1.3.3 CARGAS SÍSMICAS**

Estas cargas incluyen las cargas debidas a los terremotos y los movimientos tectónicos del suelo. Y se consideran los métodos y criterios indicados en la normativa local vigente.

### **2.1.3.4 CARGAS DE ATRAQUE Y AMARRE:**

Estas cargas incluyen las cargas debidas al atraque de la nave sobre la plataforma, que se modela mediante la determinación de la energía de la nave durante atraque. En el proceso de operación normal de atraque la velocidad impacto es controlada. Además, incluyen las cargas de amarre que provienen del tirón de bita que se obtiene o estima de la fuerza producida por la espía sobre el elemento de amarre dispuesto tanto en dolphin de atraque, postes de amarre y plataforma.

### **2.1.3.5 SOBRESPEORES**

Para considerar el efecto de la corrosión sobre los elementos de acero, para ello se supone que al final de la vida útil de la estructura, ésta habrá sufrido una disminución del espesor producto del desgaste por están en un ambiente salido. Este desgaste se considera previo al diseño como un aumento del espesor de elementos metálicos (sobre espesor), de tal manera de que la estructura llegue al final de su vida útil con el espesor de diseño normal.

Con lo anterior, se asegura que la estructura cumpla con la capacidad determinada durante toda su vida.

Todas estas cargas estructurales deben ser consideradas en el diseño y construcción de las estructuras expuestas al ambiente marino y serán consideradas para el diseño y verificación una plataforma de carga y descarga de GNL para garantizar su seguridad y operación eficiente.

## 2.1.4 TIPOS DE BUQUES

### 2.1.4.1 BUQUES METANEROS (GNL)

Los buques metaneros son barcos contruidos expresamente para el transporte de Gas Natural Licuado (GNL) desde los lugares de producción a los lugares de consumo. La construcción de estos barcos supone un reto tecnológico, ya que el gas debe mantenerse refrigerado a una temperatura cercana al cero absoluto y que se mantenga a lo largo de grandes distancias.<sup>1</sup>

Estos buques tienen una eslora de aproximadamente 290 a 330 metros, una manga de aproximadamente 43 metros, un calado de aproximadamente 12 metros, un puntal de aproximadamente 27 metros, un DWT de aproximadamente 100,000 a 217,000 toneladas y una velocidad de aproximadamente 19 nudos. Estas cifras son solo una aproximación y pueden variar dependiendo del tamaño y modelo del buque (Díaz, 2021).

En el interior de sus tanques criogénicos, a pesar de la variabilidad del almacenamiento de cada tanque, se encuentran sin problemas más de 120.000  $m^3$  de gas, especialmente en los modelos más modernos, que llegan a los 170.000  $m^3$ .

#### 2.1.4.1.1 CLASIFICACION DE BUQUES METANEROS

Para entregar una clasificación relacionada con los buques metaneros, es necesario explicar los sistemas de contención de la carga GNL. Estos sistemas varían de acuerdo a las características esperadas de la embarcación, los productos a transportar y la inversión económica inicial de la línea naviera.

##### 2.1.4.1.1.1 TANQUES INDEPENDIENTES

Los tanques independientes son autoportantes y no forman parte de la estructura del casco ni contribuyen a su resistencia. Podemos distinguir 3 tipos de tanques independientes diferenciados por la presión de proyecto de cada uno y su forma.

---

<sup>1</sup> Agencia Energética del Gobierno Vasco

#### 2.1.4.1.1.1.1 TIPO A

Los tanques Tipo A se construyeron con "Arctic D", un acero de aleación de níquel resistente a temperaturas bajo cero, las formas de estos tanques, son planas y prismáticas para aprovechar al máximo el espacio del casco. Este tipo de tanque está diseñado para buques gaseros que transportan carga refrigerada, por lo que es necesario combinar un aislamiento térmico efectivo y una barrera de contención secundaria completa para proteger el casco de las bajas temperaturas (si la temperatura es inferior a  $-10^{\circ}\text{C}$ , entonces debe), el espacio entre las barreras primaria y secundaria se denomina espacio entre barreras, en el que debe mantenerse una atmósfera inerte. Estos tanques no están diseñados para soportar altas presiones, por lo que son ideales para buques gaseros totalmente refrigerados cuya carga se transporta a una presión cercana a la atmosférica.





Figura 2-5: Esquema Tanques Independientes Tipo A (Fuente: "Tipos de Tanques en Buques Gaseros", Sitio web: Ingenieromaritimo.com).

#### 2.1.4.1.1.1.2 TIPO B

Los tanques de tipo «B» o Moss Rosenberg son fácilmente identificables por su forma esférica, en comparación con los tanques de tipo «A», los cálculos de diseño son más complejos y precisos, tienen en cuenta diferentes tipos de esfuerzos, como resistencia a la fatiga, entre otros.

Este diseño particular no requiere una barrera secundaria completa, una barrera parcial que cubra el plano debajo del techo es suficiente, lo que significa una reducción significativa de costos. Al igual que con los tanques Tipo "A", el espacio entre barreras debe llenarse con gas inerte seco o aire seco dependiendo de la inflamabilidad de la carga, excepto que el espacio puede inertizarse si se detecta una fuga de vapor inflamable. En la cubierta superior, una cúpula protectora de acero cubre la pantalla principal, con aislamiento entre la pantalla principal y la cúpula.



## LNG tanker (side view)

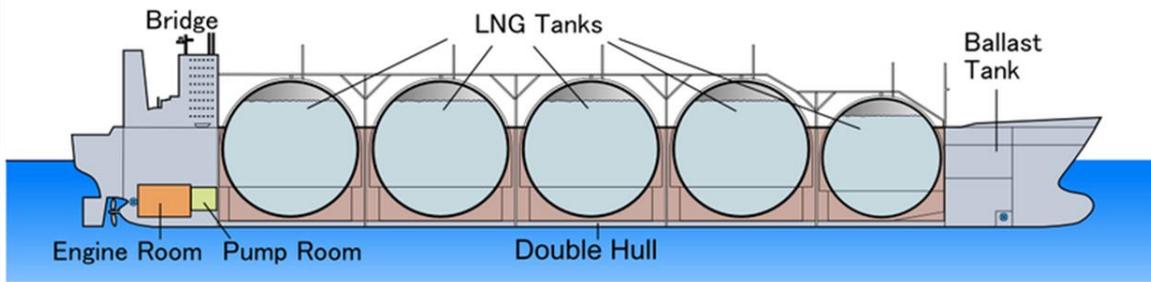


Figura 2-6: Esquema Tanques Independientes Tipo B, Moss Rosenberg (Fuente: "Tipos de Tanques en Buques Gaseros", Sitio web: Ingenieromaritimo.com).

### ESQUEMA TANQUE

(VISTA FRONTAL)

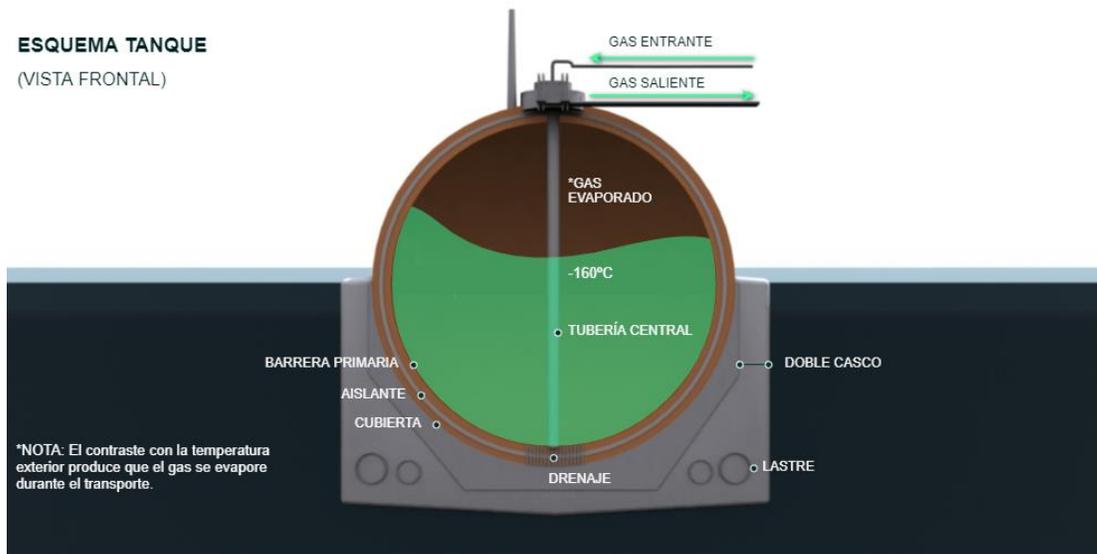


Figura 2-7: Dimensiones Buques Metaneros, y esquema tanque tipo esférico (Fuente: Agencia Energética del Gobierno Vasco).

### 2.1.4.1.1.3 TIPO C

Los tanques autónomos tipo "C" son recipientes a presión cilíndricos o esféricos diseñados para soportar presiones de vapor superiores a 2 bar. Estos tanques se pueden instalar vertical u horizontalmente según el diseño.

Estos sistemas de contención se utilizan en buques tanque de gas a media y alta presión, por lo que siguen los estándares de construcción aplicables a los recipientes a presión, lo que significa estudios de estrés precisos para evitar eventos indeseables como explosiones.

Si estos tanques se utilizan en un gasero semipresurizado/refrigerado, deben ser capaces de soportar temperaturas de GLP de  $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$  o temperaturas de transporte de etileno de hasta  $-104\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para lo cual el material de construcción de los tanques debe ser acero.

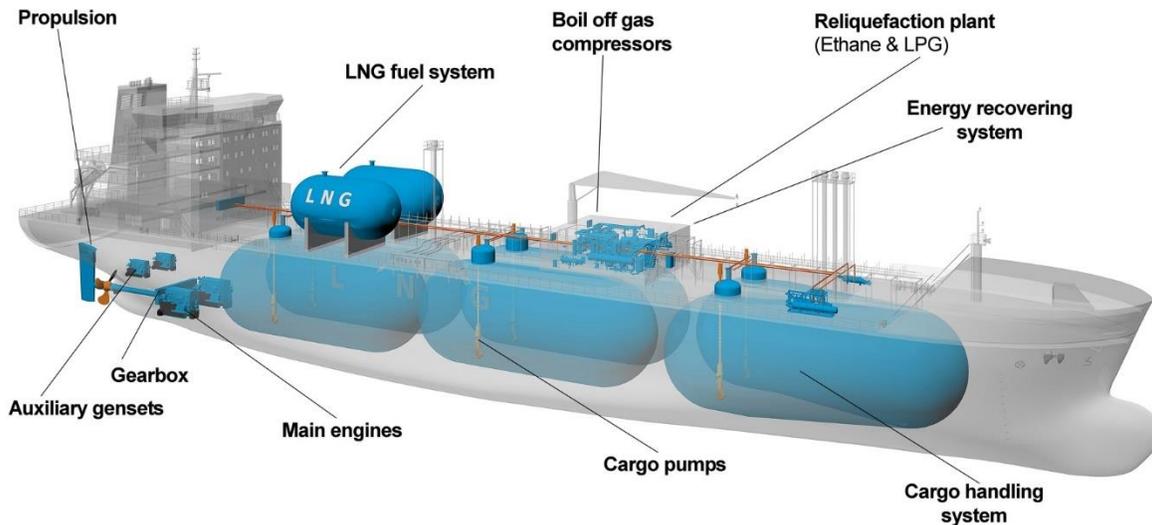


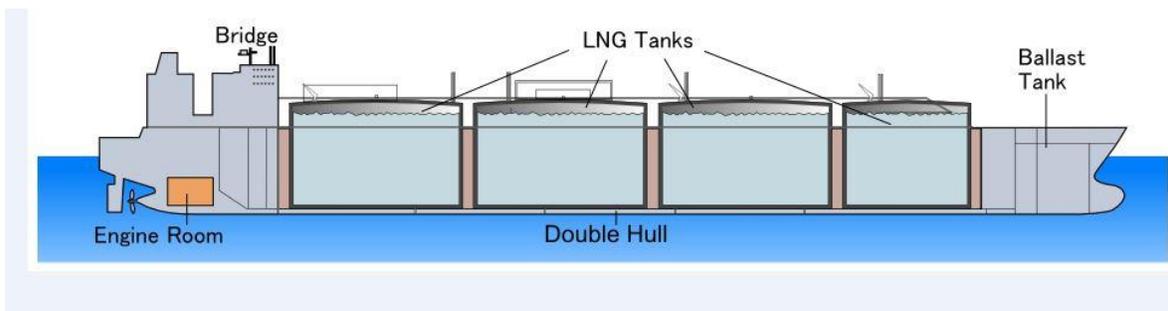
Figura 2-8: Esquema Tanques Independientes Tipo C. (Fuente: "Tipos de Tanques en Buques Gaseros", Sitio web: Ingenieromaritimo.com).

### 2.1.4.1.1.2 TANQUES DE MEMBRANA

El concepto del sistema de contención de membrana se basa en proporcionar una barrera primaria delgada ( $0,7 - 1,5\text{ mm}$ ) como elemento de contención principal. La primera barrera está cubierta con aislamiento y está sostenida por el propio casco. Estos tanques no

son autoportantes como los tanques autónomos descritos en el punto anterior, pero tienen un buen grado de integración con el casco, aunque no forman parte del mismo.

Los sistemas de membrana siempre deben estar respaldados por una barrera secundaria para garantizar la integridad general del sistema. La barrera primaria está diseñada para compensar la expansión y contracción térmica. Por lo general, los tanques de membrana no están diseñados para soportar presiones de vapor superiores a 0,25 bar, pero si se modifica el tamaño del casco añadiendo más cantidades, la resistencia puede aumentar a presiones constantemente por debajo de 0,7 bar. Debido al buen comportamiento de las membranas a bajas temperaturas ( $-163^{\circ}\text{C}$ ), estos sistemas se utilizan para el transporte de gas natural licuado.



*Figura 2-9: Esquema Tanques Tipo Membrana. (Fuente: “Tipos de Tanques en Buques Caseros”, Sitio web: Ingenieromaritimo.com).*

Hay dos tipos principales de sistemas de sellos de membrana, ambos con el nombre de las empresas que los diseñaron:

- Sistema Gaz Transport.
- Sistema Technigaz.

Dado que el desarrollo de estas membranas convergió, las dos empresas combinaron sus sistemas de membranas para desarrollar un tercer tipo que combina las propiedades de ambas membranas, el cual se denomina: “Sistema Gaz Transport Technigaz”.

## 2.2 ANTECEDENTES ESTRUCTURALES

Como se mencionó anteriormente el estudio de esta memoria está basado en el análisis de una plataforma estructural para un terminal de carga/descarga de GNL. Para esto se entregarán los datos estructurales y dimensiones propuestas para el estudio de esta plataforma.

### 2.2.1 DATOS BASE DE PLATAFORMA CARGA/DESCARGA DE GNL

El sistema estructural base que se estudiará en esta memoria, estará compuesto de manera general por dos grupos de elementos estructurales, dentro de los cuales se considera fundaciones profundas y coronamiento de la plataforma de carga/ descarga de GNL.

#### 2.2.1.1 FUNDACIONES PROFUNDAS

Las fundaciones profundas son elementos estructurales que se utilizan para transmitir las cargas de una estructura desde la superficie hasta capas más profundas del suelo, cuando las condiciones del terreno no son favorables para soportar la carga de la estructura en la superficie. Debido a esto se considerarán perfiles tubulares de acero hincados llamados Pilotes de 1,1 m de diámetro y 35 mm de espesor (Figura 2-10) como fundaciones profundas.

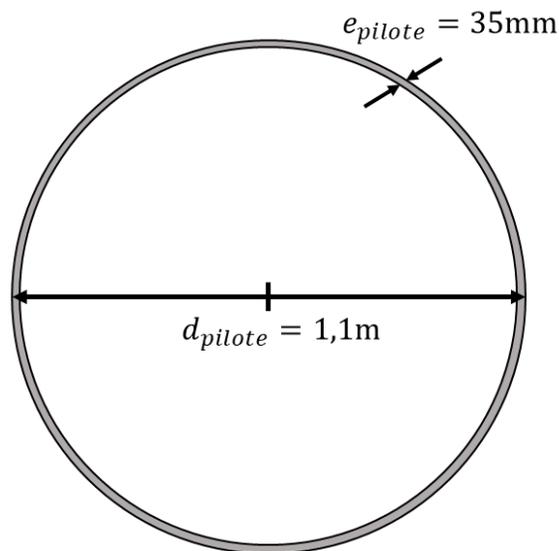


Figura 2-10: Pilote Tipo para plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

Todos los pilotes estarán compuestos de acero ASTM A572 grado 50.

La distribución espacial de cada pilote que soporta superestructura de hormigón se detalla a continuación, (Figura 2-11).

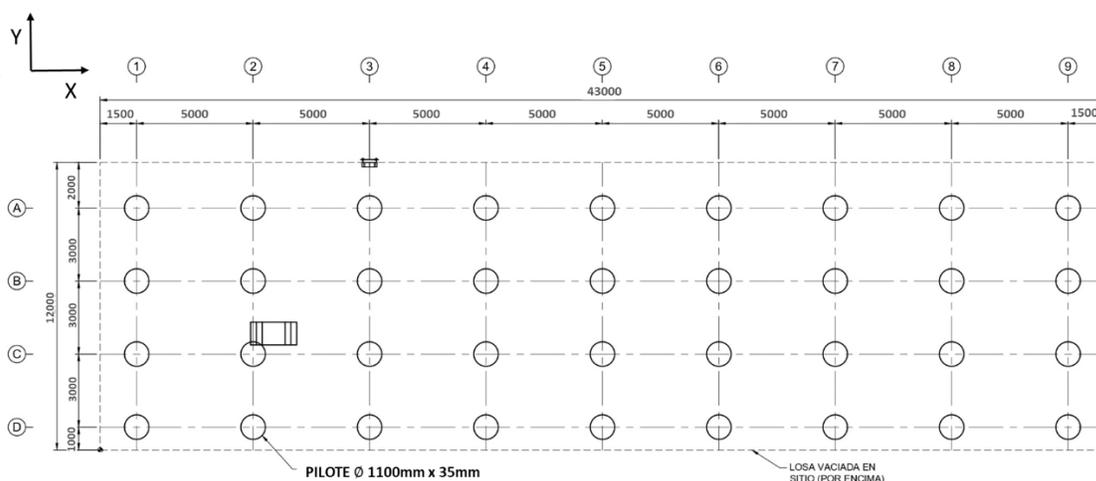


Figura 2-11: Disposición en planta para pilotes de plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

### 2.2.1.2 CORONAMIENTO DE PLATAFORMA

El sistema estructural del coronamiento de la plataforma para carga y descarga de GNL estará compuesto por: Vigas de hormigón de sección rectangular y Losa de Hormigón G35.

#### 2.2.1.2.1 LOSA DE HORMIGÓN

La losa de hormigón utilizada en este diseño de la plataforma de carga/descarga de GNL estará expuesta a un ambiente marítimo. Como consecuencia de esto es importante pensar en el uso de aditivos que protejan la superficie del hormigón expuestas a salpicaduras de agua salada.

Así las dimensiones propuestas para la losa de hormigón serán las siguientes:

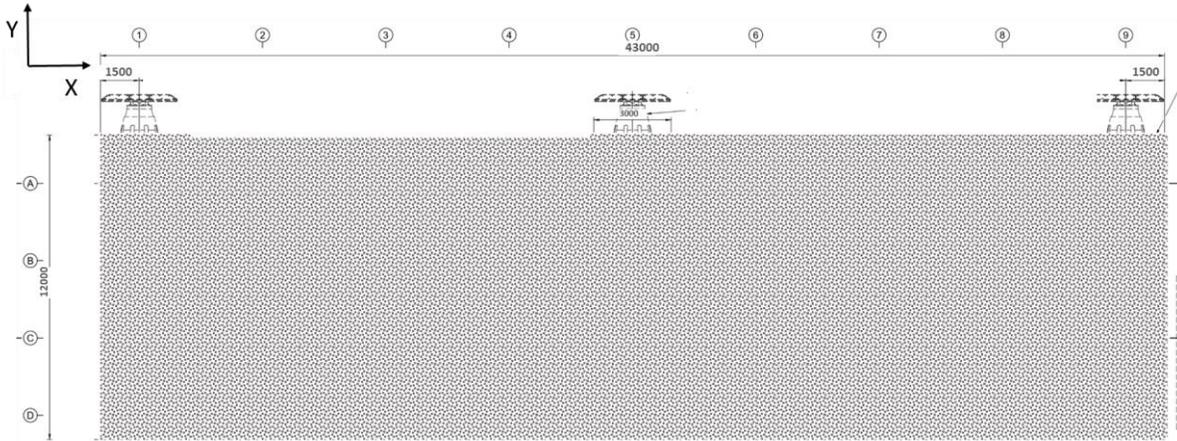


Figura 2-12: Vista en Planta Losa de hormigón prefabricado para plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

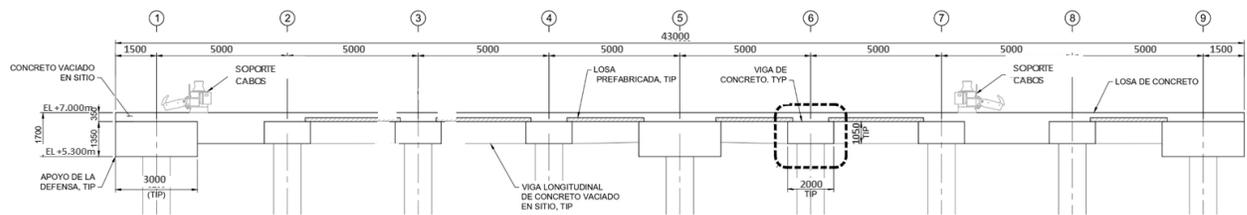


Figura 2-13: Detalle sección longitudinal losa de hormigón prefabricado para plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

#### 2.2.1.2.2 VIGAS DE HORMIGÓN

Las vigas de hormigón prefabricado son elementos estructurales esenciales en la construcción de plataformas de carga/descarga de GNL. Al igual que la losa de hormigón también están expuesta de manera superficial al ambiente marino, por consiguiente, es importante pensar en el uso de aditivos que protejan al hormigón.

En general, las vigas de hormigón utilizadas en plataformas de carga/descarga de GNL suelen tener secciones transversales rectangulares o en forma de T. Para esta memoria consideraremos solo vigas rectangulares de hormigón G35 con las siguientes dimensiones:

Tabla 2-1: Medidas para varillas de acero que son parte de la armadura de las vigas de hormigón. (Fuente: Elaboración Propia).

Diámetro #	Diámetro [Pulg]	Diámetro [mm]	Sección [cm <sup>2</sup> ]	Peso [Kg/m]
2	1/4	6,4	0,317	0,249
3	3/8	9,5	0,713	0,559
4	1/2	12,7	1,267	0,994
5	5/8	15,9	1,979	1,554
6	3/4	19,1	2,850	2,237
7	7/8	22,2	3,879	3,045
8	1	25,4	5,067	3,978
9	1 1/8	28,6	6,413	5,034
10	1 1/4	31,8	7,917	6,215
11	1 3/8	34,9	9,580	7,520

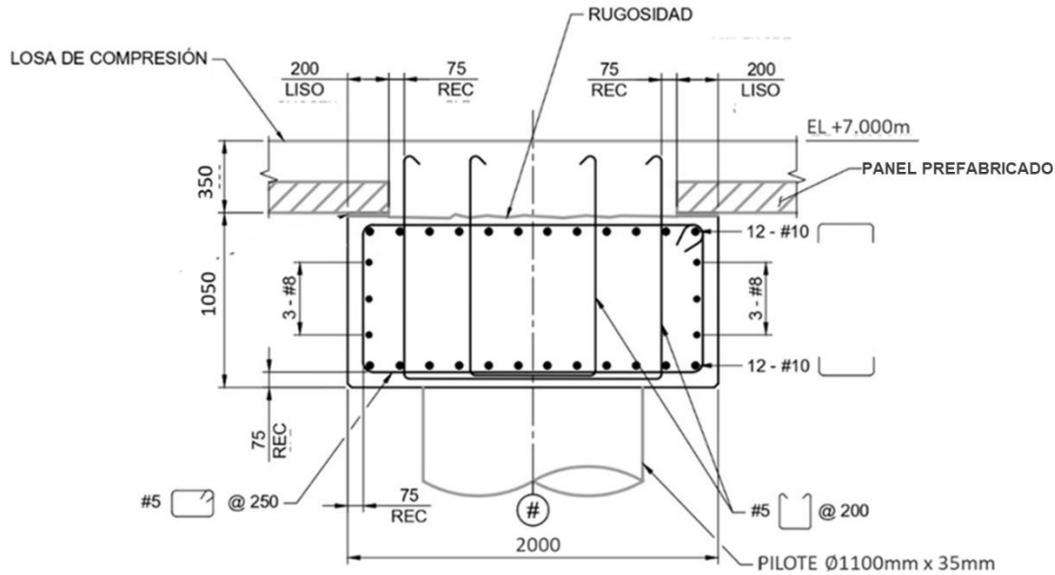


Figura 2-14: Plano Transversal Viga de hormigón prefabricado VP2 para plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

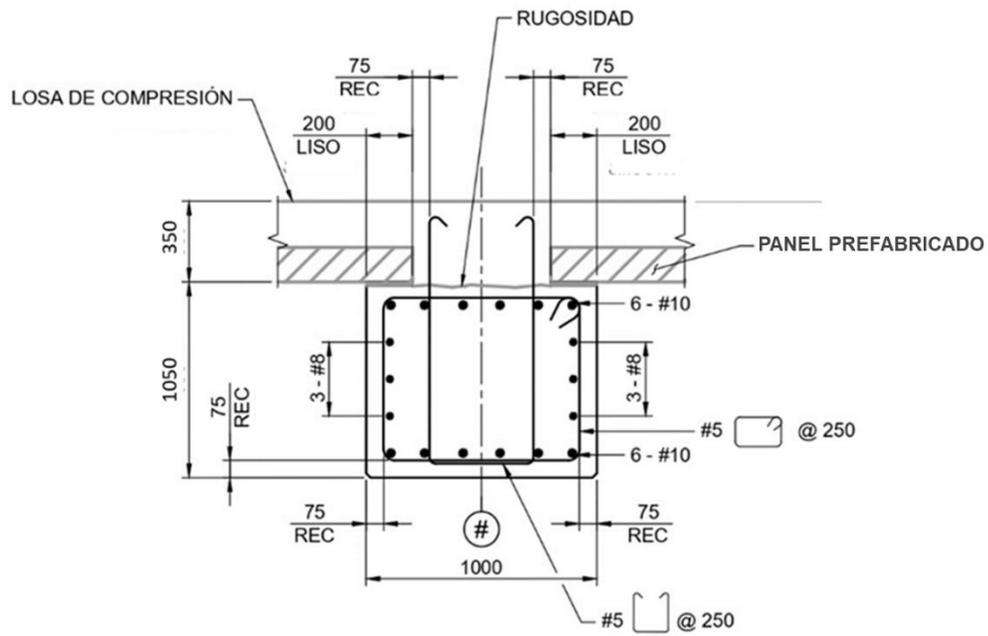


Figura 2-15: Plano Transversal Viga de hormigón prefabricado VP3 para plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

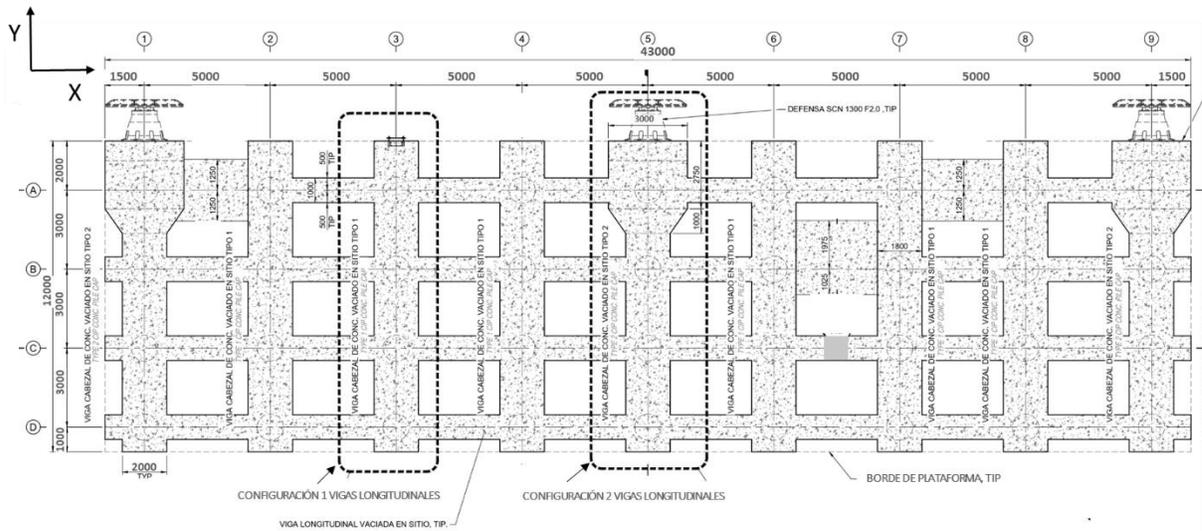


Figura 2-16: Disposición en planta para vigas de plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

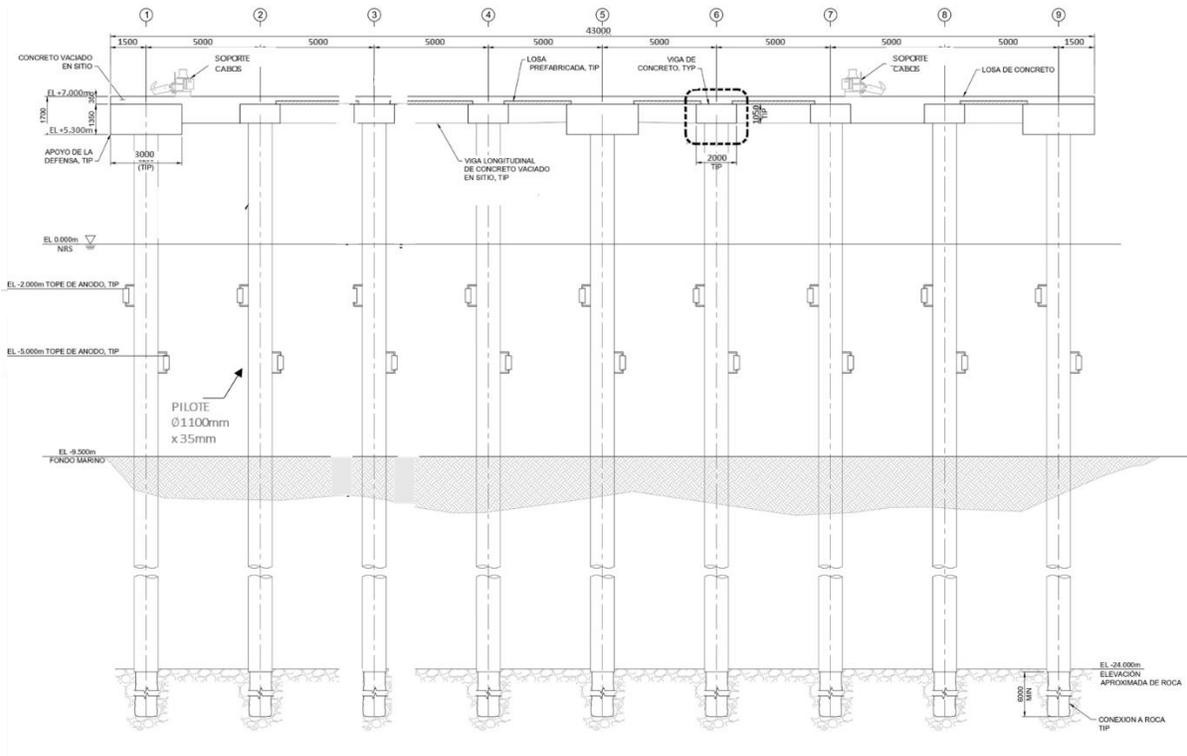


Figura 2-17: Detalle sección longitudinal para plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

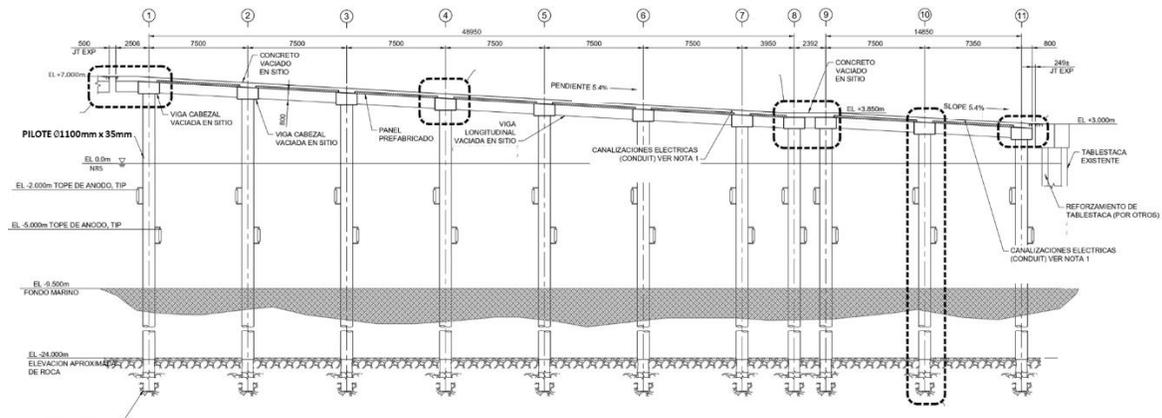


Figura 2-18: Detalle sección longitudinal tipo para puente de acceso de plataforma de carga/descarga de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

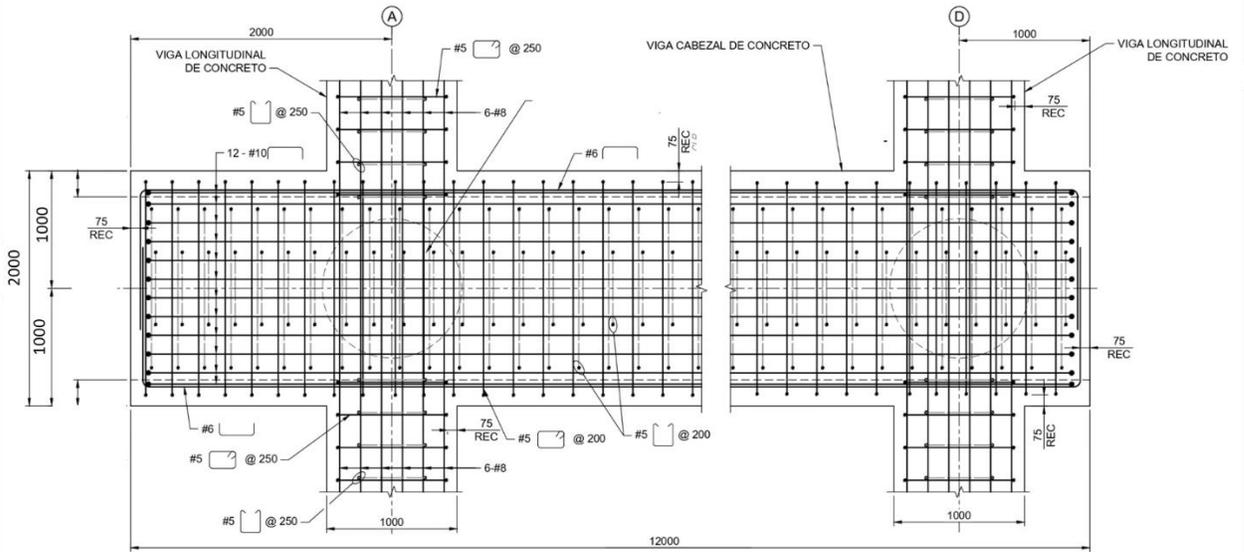


Figura 2-19: Detalle en planta de conexiones entre Vigas VP2 y VP3, con pilotes. (Fuente: Elaboración Propia).

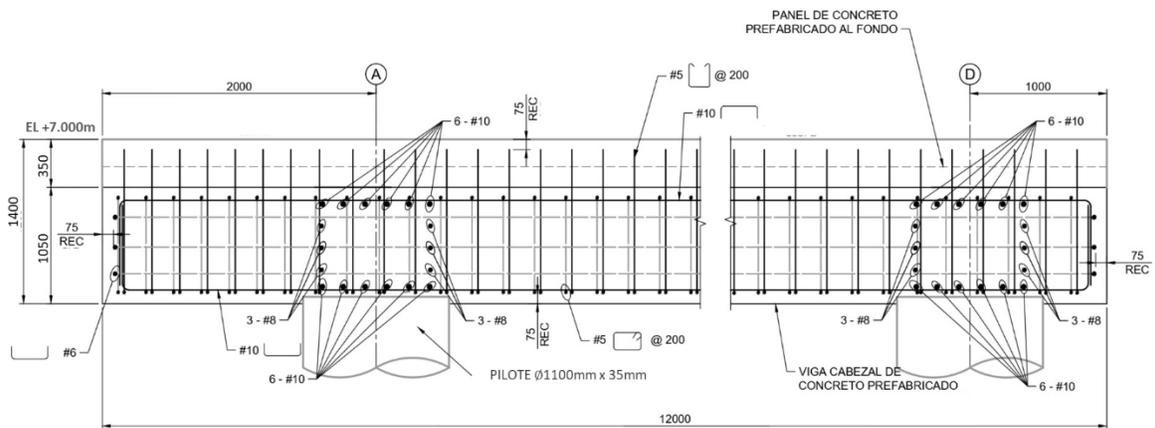


Figura 2-20: Detalle sección transversal de conexiones entre Vigas VP2 y VP3, con pilotes. (Fuente: Elaboración Propia).

## 2.2.2 DIMENSIONES Y TIPO DE BUQUE PARA DISEÑO

Para el diseño de la plataforma de carga/descarga se considerará un buque metanero de GNL con tanques independientes Tipo B, con las siguientes dimensiones estándares:

Tabla 2-2: Dimensiones de Buque Metanero para diseño de plataforma de carga/ descarga de GNL. (Fuentes: (Díaz, 2021) y portalportuario.cl).

Eslora:	290-330 m
Manga:	43 m
Calado:	12 m
Puntal:	27 m
DWT	100 -217 k Ton
Velocidad	19,5 nudos

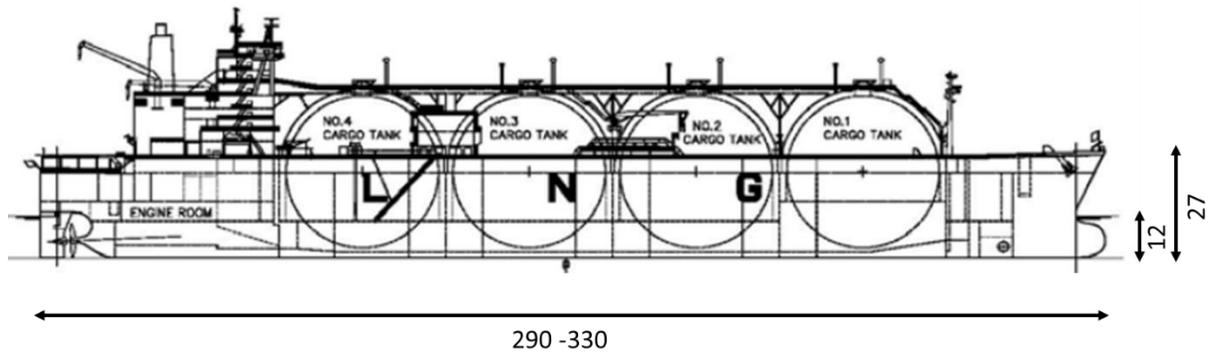


Figura 2-21: Dimensiones en m y vista transversal para Buque de Diseño (Fuentes: (Díaz, 2021), (Miyashita, 2015) portalportuario.cl).

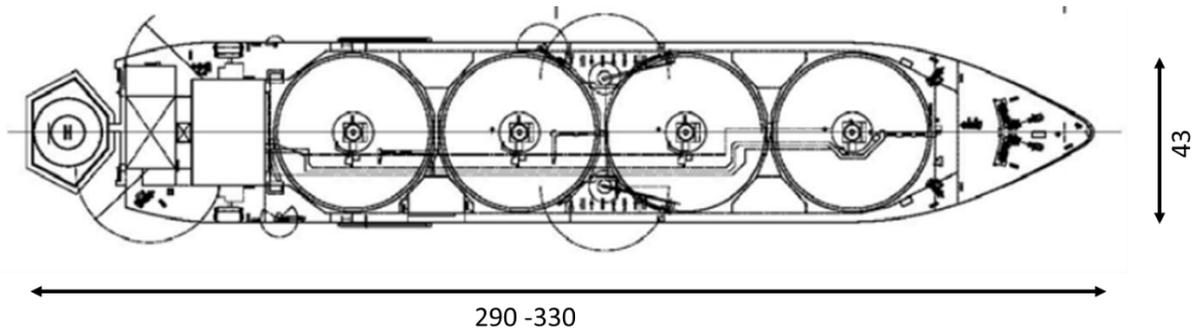


Figura 2-22: Dimensiones en m y vista en planta para Buque de Diseño (Fuentes: (Díaz, 2021), (Miyashita, 2015) portalportuario.cl).

## 3 CRITERIOS DE DISEÑO

---

### 3.1 SISTEMA DE REFERENCIA

Para este proyecto se utilizará el sistema de coordenadas horizontales World Geodetic System 1984 (WGS84), el cual es considerado como el datum geocéntrico de carácter universal más usado en la actualidad. Además, se considerará como Datum Vertical el nivel de reducción de sondas (NRS), donde el cero corresponde al mayor valor registrado de bajamar.

### 3.2 MÉTODO DE DISEÑO

El diseño deberá cumplir con los requisitos de las normas chilenas de construcción, Guía de Diseño, Construcción, operación y conservación de obras marítimas y costeras propuestas por el MOP y de forma complementaria el uso de la norma española Programa de Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM).

Se utilizará ASCE/SEI 7 - 10 cuando corresponda y como código complementario de las normas chilenas anteriormente mencionadas.

El diseño de estructuras y miembros de acero debe estar de acuerdo con ANSI/AISC 360-10 y ANSI/AISC 341-10. El diseño del hormigón estructural y de los miembros de hormigón deberá estar de acuerdo con ACI318-14.

### 3.3 CARGAS DE DISEÑO

#### 3.3.1 CARGAS MUERTAS (D)

Estas son las cargas verticales debidas al peso de los componentes estructurales y no estructurales permanentes de una estructura marítima, incluido el equipo, las tuberías y conductos, los conductos eléctricos y los accesorios permanentes.

Las cargas muertas mínimas que se utilizarán para el diseño, a menos que se establezca lo contrario, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3-1: Cargas Muertas mínimas Materiales de Diseño.

Material	Carga Muerta Mínima
Concreto Reforzado	25 kN/m <sup>3</sup>
Acero	77 kN/m <sup>3</sup>

En una plataforma de carga y descarga de GNL, los buques que transportan GNL se acercan a la plataforma para realizar la carga o descarga del gas. En la plataforma se encuentran instalados diversos equipos y sistemas necesarios para llevar a cabo estas operaciones de manera segura y eficiente.

Entre los equipos que se pueden encontrar en una plataforma de carga y descarga de GNL se incluyen sistemas de bombeo, medición y control de presión y temperatura, sistemas de seguridad, tuberías y mangueras flexibles, y otros componentes similares.

Tabla 3-2: Cargas Muertas mínimas equipos en plataforma de GNL. (Fuente: (ASCE-7, 2020), (GL, 2018)).

Equipo	Peso aproximado (Ton)
Bomba de carga y descarga de GNL	2-10
Compresor de vapor para calentar el GNL	2-15
Sistema de medición de flujo	0.5-2
Válvulas de aislamiento y control de flujo	0.1-1
Skid de control y monitoreo	2-5
Tuberías de acero al carbono y accesorios	0.5-3 por metro
Mangueras flexibles de carga y descarga de GNL	1-3 por metro
Sistemas de seguridad (alarma y extintores)	0.1-1

### 3.3.2 CARGAS VIVAS (L)

Son las cargas producidas por el uso y ocupación de la estructura. Incluyen el peso de todas las cargas móviles. Es decir, las cargas que varían en el tiempo debido a la actividad humana o al transporte de GNL que aumenta el peso sobre la plataforma de carga.

Las cargas vivas se calcularán de acuerdo con la norma de construcción chilena aplicable (NCh 1537). Se omitirá la carga viva del área del piso de las áreas ocupadas por equipos bajo los cuales no se proporciona acceso y cuyo peso se ha incluido en la carga muerta. La carga viva se incluirá en el equipo donde se proporciona acceso.

Las cargas vivas mínimas que se utilizarán en el diseño, a menos que se establezcan mediante análisis de cargas de área específicas, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3-3: Cargas Vivas Mínimas de Diseño. (Fuente: (2A-WSD, 2019).

Componente	Carga Viva
Tuberías de carga y descarga de GNL	15 kN/m <sup>2</sup>
Operación de bomba de carga y descarga	10 kN/m <sup>2</sup>
Rejillas de servicio pesado	12 kN/m <sup>2</sup>
Mangueras de carga y descarga de GNL	8 kN/m <sup>2</sup>
Pasarelas	5 kN/m <sup>2</sup>
Personal	3 kN/m <sup>2</sup>
Sistema de monitoreo y control	2 kN/m <sup>2</sup>
Operación de compresor de vapor	1,5 kN/m <sup>2</sup>
Pipe racks (Estructura de Acero + Bandejas Eléctricas + Cables)	1 kN/m <sup>2</sup>

### 3.4 CARGAS DE VIENTO (W) EN ESTRUCTURAS

La carga de viento se determina a partir de la velocidad básica del viento, la cual se obtiene a partir de la altura de la estructura y de la región en la que se encuentra. Para esto se utilizará la normativa chilena NCh 432 Of. 2010, con la que se establece un método de cálculo de cargas de viento que considera tanto las fuerzas de presión como las de succión, y que

toma en cuenta diversos factores que pueden influir en el comportamiento del viento, como la rugosidad del terreno, la forma de la estructura y la exposición al viento.

En el caso de estructuras de forma regular, se establecen un conjunto de coeficientes de forma que permiten calcular la carga de viento a partir de la velocidad básica del viento. En el caso de estructuras de forma irregular, se deben realizar análisis detallados que consideren la geometría específica de la estructura.

Para el caso de la plataforma de GNL de carga/descarga, no se podría usar el método simplificado propuesto por la norma, ya que la estructura está expuesta a un ambiente marítimo y por la disposición de la misma podría ser considerada irregular. Por lo tanto, para la asignación de presiones de viento se utilizará la tabla siguiente, suponiendo una altura sobre el nivel del mar de entre 4 a 7 m. Debido a la complejidad de la estructura se considerará el método 2 de la norma NCh 432 of 2010, denominado procedimiento analítico. Con el cual se obtienen las cargas de viento sobre la plataforma.

*Tabla 3-4: Tabla presiones básica para estructuras en base a la altura sobre el suelo (Fuente: NCh 432).*

<b>Altura Sobre el Mar [m]</b>	<b>Presión Básica q [kN/m]</b>
0	0,97
4,6	0,97
7,6	1,017
9,1	1,055
12,2	1,092
15,2	1,149
17	1,196

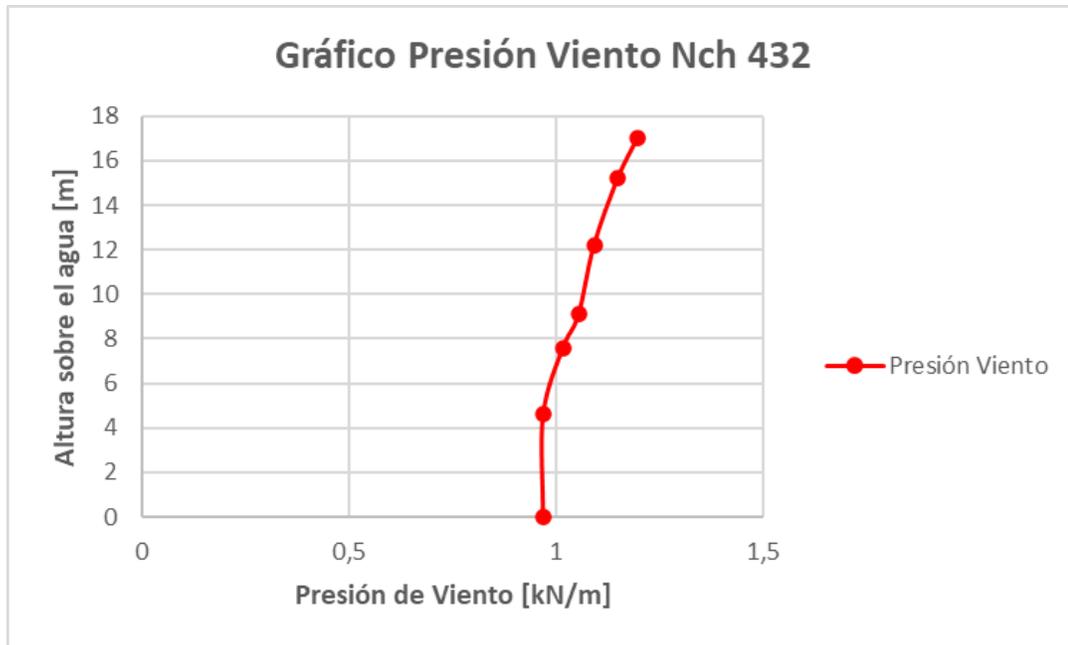


Figura 3-1: Gráfico presión básica del viento sobre la plataforma en base a la altura libre.

### 3.5 CARGAS TÉRMICAS (T)

Se deben hacer provisiones para los esfuerzos que surjan de asentamientos diferenciales supuestos de cimientos y de cambios dimensionales restringidos debido a cambios de temperatura, expansión por humedad, contracción, fluencia y efectos similares.

La carga térmica se definirá como aquellas fuerzas causadas por un cambio de temperatura. La carga térmica es el resultado de las condiciones ambientales y de funcionamiento. Dichas fuerzas incluirán las causadas por la expansión o contracción de recipientes o tuberías, y la expansión o contracción de estructuras. Las cargas térmicas y los desplazamientos causados por las condiciones de funcionamiento se basarán en la temperatura de diseño del elemento del equipo en lugar de la temperatura de funcionamiento.

Las temperaturas que se utilizarán en este informe se obtendrán del registro de Temperatura Superficial del Mar (TSM), entregada por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), con el registro 2016-2022 de las estaciones de Arica y Antofagasta. Con esto la temperatura superficial de la mar máxima se aproxima a 24°C y la temperatura superficial de la mar mínima se aproxima a 16°C. Este rango de diseño se refinará una vez que se establezca el tiempo de construcción.

Los efectos y la cantidad de asentamiento de soporte diferencial esperado deben ser considerados según el informe geotécnico. Si se anticipan asentamientos diferenciales, el detalle de las estructuras debe permitir la rectificación del asentamiento o la mitigación de los efectos del asentamiento.

Las cargas térmicas producto de las tuberías se deben al flujo de fluidos a través de ellas, que puede tener una temperatura diferente a la del ambiente en la plataforma de carga de GNL. Estas cargas térmicas pueden afectar a la estructura de la plataforma y su capacidad de carga.

Cuando el GNL se transporta a través de tuberías, se produce un enfriamiento debido a su baja temperatura ( $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Esto puede causar la formación de hielo en la superficie de la tubería, además la contracción de las tuberías y las conexiones, lo que puede aumentar las cargas en la plataforma.

Con todo lo anterior es importante considerar un cambio significativo en la temperatura de diseño de la plataforma de GNL debido a la transferencia de este al terminal terrestre. Para asegurarse de que la plataforma de GNL esté adecuadamente diseñada, se debe considerar la temperatura del GNL y agregar una cierta cantidad de margen de seguridad. De este modo la temperatura de diseño sobre la plataforma de GNL será de un rango de  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$  para la plataforma de hormigón.

### **3.6 CARGAS DE OLEAJE (C)**

Las cargas de oleaje son las fuerzas ejercidas por el oleaje en las estructuras portuarias y marítimas, tales como muelles, rompeolas, plataformas, diques, etc. Estas fuerzas incluyen tanto las fuerzas de inercia como las fuerzas de arrastre, y pueden ser calculadas usando diversas fórmulas, como la fórmula de Morison, la fórmula de Goda, etc.

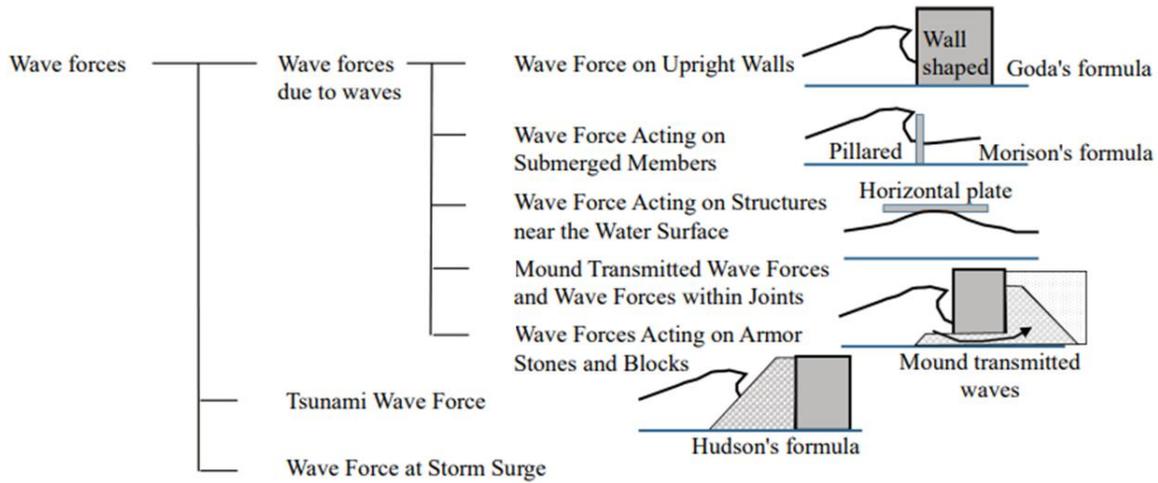


Figura 3-2: Clasificación de cargas de oleaje según el tipo de estructura. (JAPAN, 2020).

Para el diseño de la plataforma de carga/descarga de GNL se considerará que el oleaje actúa sobre los pilotes de la estructura por ende se utilizará la fórmula de Morison, que toma en cuenta tanto la fuerza de arrastre, la cual está relacionada con la velocidad del agua y la sección transversal del pilote, y la fuerza de inercia que trabaja con la aceleración del agua y la masa del pilote.

$$\vec{f}_n = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_0 \cdot |\vec{u}_n| \cdot \vec{u}_n \cdot D \cdot \Delta S + C_M \cdot \rho_0 \cdot \vec{a}_n \cdot A \cdot \Delta S \quad (3-1)$$

Donde:

$\vec{f}_n$ : fuerza de oleaje en un pequeño segmento de longitud  $\Delta S$  [kN].

$C_D$ : coeficiente de arrastre.

$C_M$ : coeficiente de inercia.

$\rho_0$ : densidad del agua de mar [1,03 ton/m<sup>3</sup>].

$A$ : área transversal del pilote [m<sup>2</sup>].

$D$ : diámetro del pilote [m].

$\Delta S$ : Longitud en la dirección axial del pilote [m].

$\vec{u}_n$ : velocidad de las partículas de agua en la dirección perpendicular al eje del pilote [m/s].

$\vec{a}_n$ : aceleración de las partículas de agua en la dirección perpendicular al eje del pilote [m/s<sup>2</sup>].

### 3.7 CARGAS DE ATRAQUE ( $B_e$ )

Las cargas de atraque corresponden a las reacciones generadas entre un buque y la estructura de atraque, desde el momento en que se produce el primer contacto entre ellos hasta que finalmente se alcanza el reposo. La magnitud de estas cargas depende no sólo del tamaño y la velocidad de la embarcación, sino también de la naturaleza de la estructura, incluida la defensa, y el grado de resiliencia que presente bajo el impacto. La estimación de la energía y fuerzas de atraque será efectuada en base a la velocidad y ángulo de atraque de las naves, conforme a normas de diseño o recomendaciones del proyectista y el sistema de defensas a utilizar. Con esta energía de atraque, se seleccionará un sistema de defensas adecuado, de modo de lograr un mínimo traspaso de fuerza reactiva hacia la estructura y una presión sobre el casco de las naves acorde a las recomendaciones técnicas sobre la materia.

La acción causada por el atraque de embarcaciones es, generalmente, obtenida de la energía generada en el proceso. Ésta puede ser calculada con la ecuación siguiente, a partir de la masa y velocidad de atraque de la embarcación, de los factores de excentricidad, masa virtual, flexibilidad y configuración del sitio de atraque.

La energía de atraque efectiva se calculará mediante la siguiente expresión:

$$E_A = \frac{1}{2} * M_s * v_b^2 * c_e * c_m * c_s * c_c \quad ( 3-2 )$$

Donde:

$E_A$ : Energía de atraque, [kN\*m]

$v_b$ : Velocidad de Atraque [m/s]

$M_s$ : Masa de embarcación [ton]

$c_e$ : Factor de excentricidad

$c_m$ : Factor de masa de hidrodinámica

$c_e$ : Factor de excentricidad

$c_s$ : Factor de flexibilidad

$c_c$ : Factor de configuración del muelle

### 3.7.1 MASA DE LA EMBARCACIÓN

La masa de la embarcación a utilizar en la ecuación anterior para el cálculo de la energía de atraque corresponde al desplazamiento máximo del buque. En base a la guía de diseño de obras portuarias el cálculo se procede de la manera siguiente:

$$\text{Buque Transporte GNL: } M_s = 1,118 GT \quad ( 3-3 )$$

Donde:

$GT$ : Tonelaje Grueso [Ton]

### 3.7.2 VELOCIDAD DE ATRAQUE

La velocidad de atraque que se considerará estará dada por mediciones reales o referencias de mediciones previas de velocidades de atraque, tomando en consideración el tipo de embarcación de diseño, condiciones de carga, etc.

Para lo anterior se utilizará el diagrama propuesto por Guía de diseño de obras portuarias.

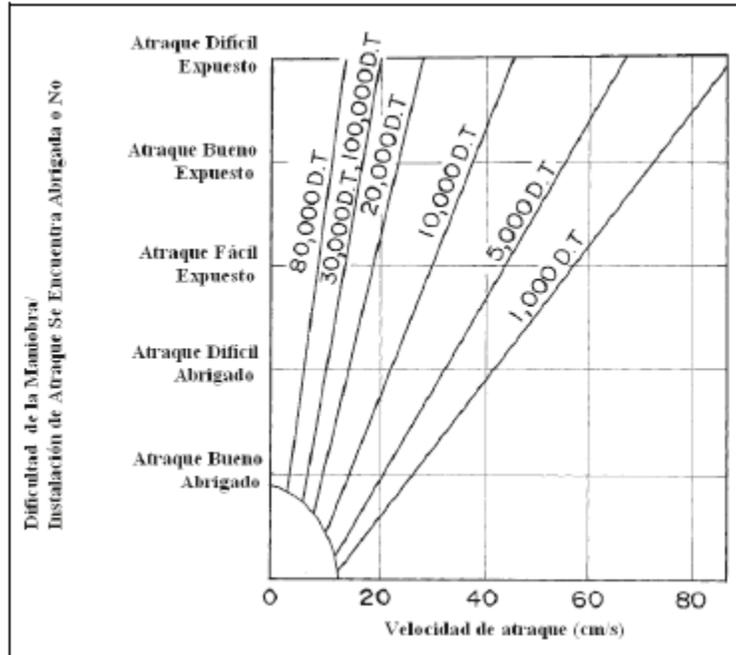


Figura 3-3: Condiciones de maniobra y velocidad de atraque por tamaño del buque (Fuente: Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras MOP).

### 3.7.3 FACTOR DE MASA HIDRODINÁMICA $c_m$

El factor de masa hidrodinámica permite considerar el movimiento del agua alrededor del barco para el cálculo de la energía total de la embarcación, a través del incremento de la masa del sistema.

Para esto se utilizará la siguiente expresión:

$$c_m = 1 + \frac{\pi}{2 * c_b} * \frac{D}{B} \quad (3-4)$$

$$c_b = \frac{\nabla}{L_{pp} * B * D} \quad (3-5)$$

Donde:

$c_b$ : Coeficiente de bloque de embarcación

$\nabla$ : Volumen de desplazamiento de la embarcación [DT/ $\gamma_w$ ]

$L_{pp}$ : Eslora entre perpendiculares [m]

$B$ : Manga [m]

D: Calado máximo de la embarcación [m]

### 3.7.4 FACTOR DE EXCENTRICIDAD $c_e$

El factor de excentricidad se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$c_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r_T}\right)^2} \quad (3-6)$$

Donde:

$l$ : Distancia, medida paralela a la línea de atraque, desde el punto de contacto de barco hasta su centro de gravedad [m]

$r_T$ : Radio de rotación alrededor del eje vertical, que pasa a través del centro de gravedad de la embarcación [m]

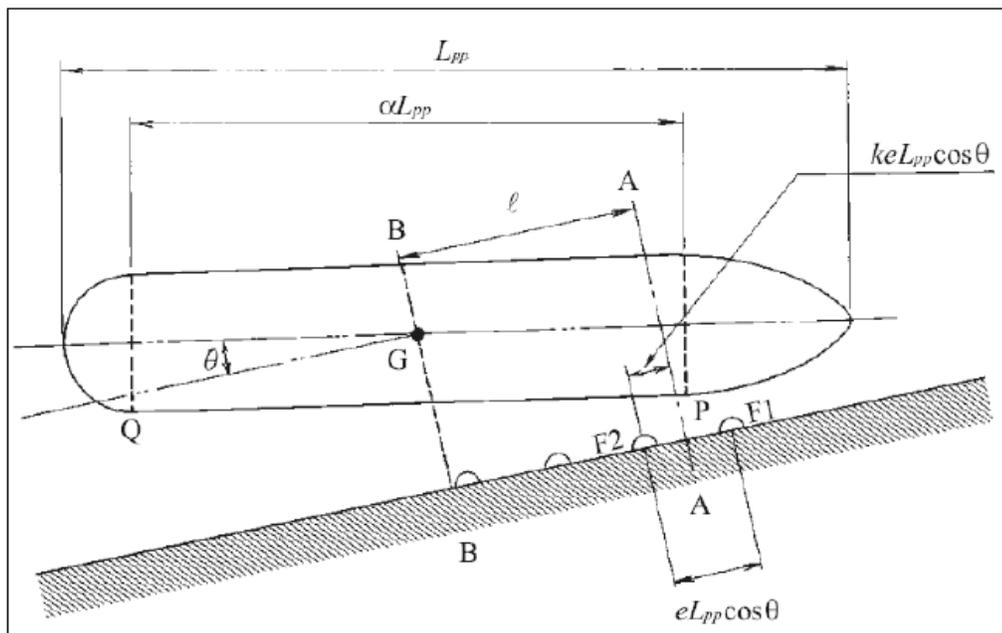


Figura 3-4: Ilustración esquemática del atraque de una embarcación (Fuente: Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras MOP).

### 3.7.5 COEFICIENTE DE FLEXIBILIDAD $c_s$

El coeficiente de flexibilidad  $C_s$  es el radio entre la energía de atraque absorbida por la deformación del casco del barco y la energía de atraque del barco. El valor característico

del coeficiente de flexibilidad es normalmente establecido como  $c_s = 1$ , asumiendo que no existe absorción de energía por la deformación del casco.

### 3.7.6 COEFICIENTE DE CONFIGURACIÓN DEL MUELLE $c_c$

La masa de agua comprimida entre la embarcación atracando y la estructura de atraque, se comporta como un colchón y disminuye la energía a ser absorbida por el sistema de defensas. El valor característico del coeficiente de configuración del muelle  $c_c$  es normalmente establecido como  $c_c = 1$ .

## 3.8 CARGAS SÍSMICAS (E)

### 3.8.1 ESPECTRO DE DISEÑO

El espectro de diseño sísmico es una representación gráfica de la magnitud y la duración de un sismo y se utiliza como una herramienta para el diseño de estructuras frente a un evento sísmico. Este espectro se basa en la información sismológica, incluyendo la historia sismológica, la tasa de sismos y la actividad sísmica en una determinada área. Se utiliza para determinar la intensidad y la frecuencia esperadas de un terremoto en un lugar determinado, lo que a su vez se utiliza para determinar las cargas sísmicas que se esperan que actúen sobre una estructura. El espectro de diseño sísmico es un componente clave en el diseño de estructuras sismorresistentes.

Debido a que la norma NCh2369 no considera de manera específica el comportamiento de una plataforma de carga/descarga de GNL, se diseñará en base a un comportamiento sísmico similar al de un marco de acero dúctil con  $R=3$ , debido a la geometría, rigidez y capacidad de deformación de la plataforma, ya que en ésta se enfoca en maximizar la capacidad de deformación y ductilidad frente a un evento sísmico. Los otros valores que complementan el cálculo del espectro de diseño están en la sección de anexos parte B.

Tabla 3-5: Categorización sísmica de los suelos que se analizarán en base a la norma NCh2369.

Suelo Tipo	R	$\xi$	Categoría	Zona Sísmica
I	3	0,03	C1	3
II	3	0,03	C1	3
III	3	0,03	C1	3

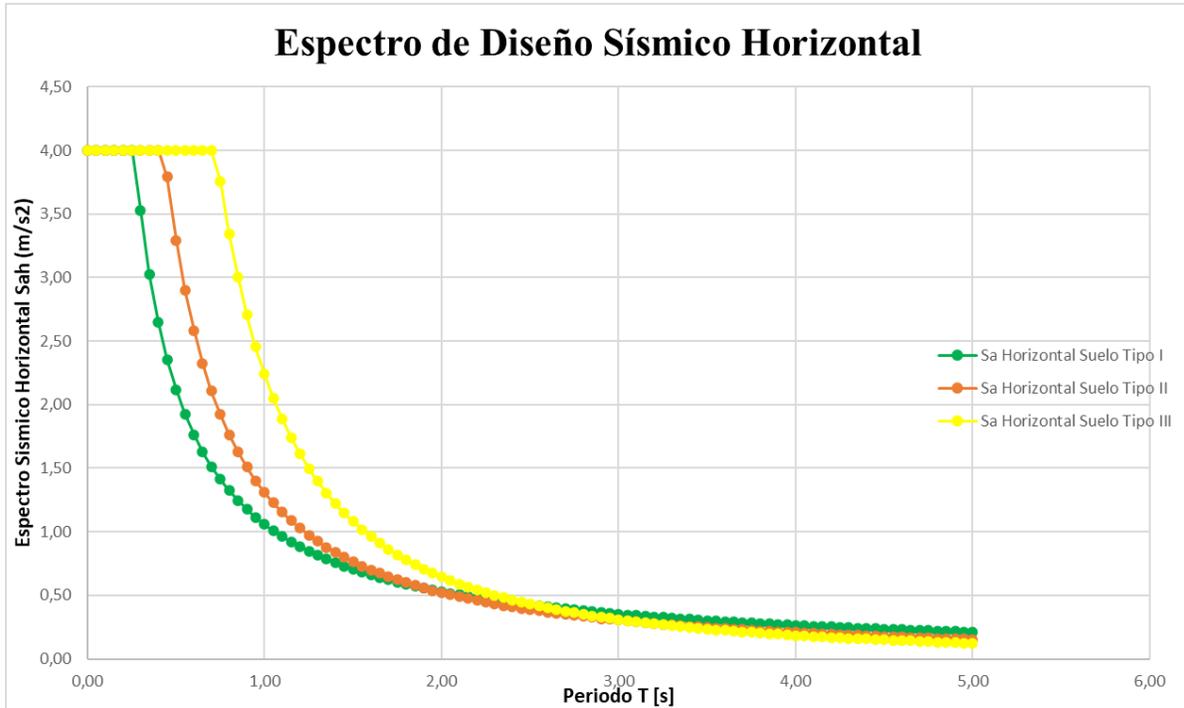


Figura 3-5: Espectro de Diseño Sísmico para Sismo Horizontal (Fuente: Elaboración Propia).

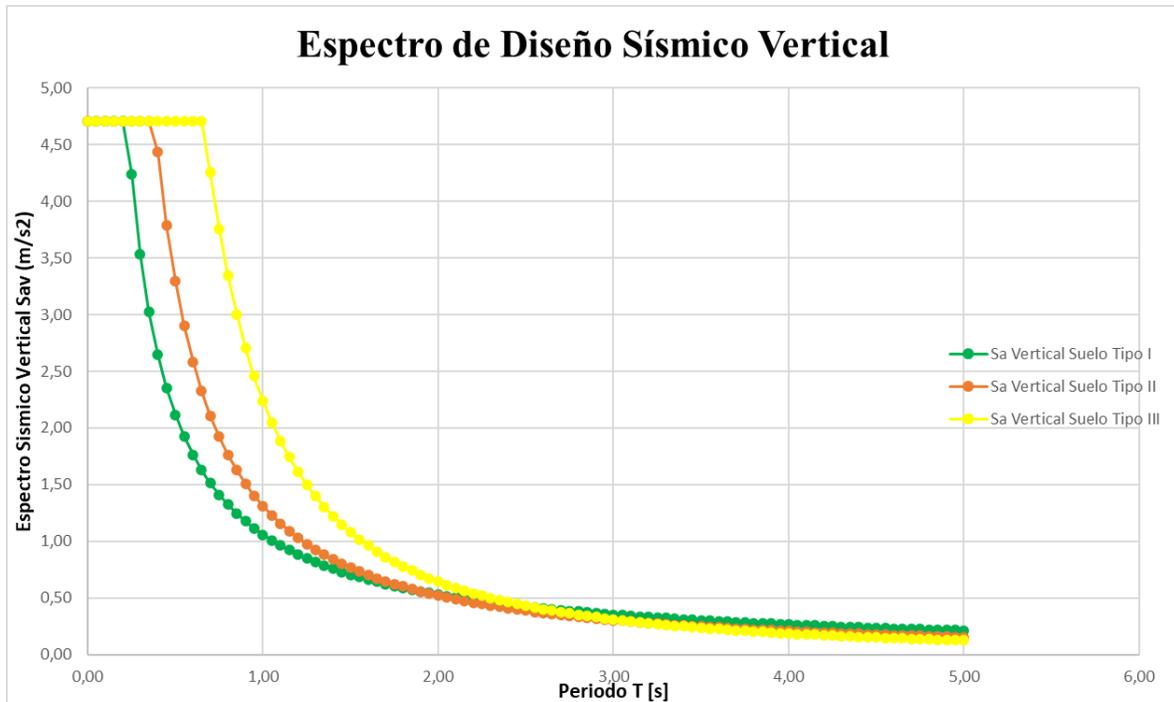


Figura 3-6: Espectro de Diseño Sísmico para Sismo Vertical (Fuente: Elaboración Propia).

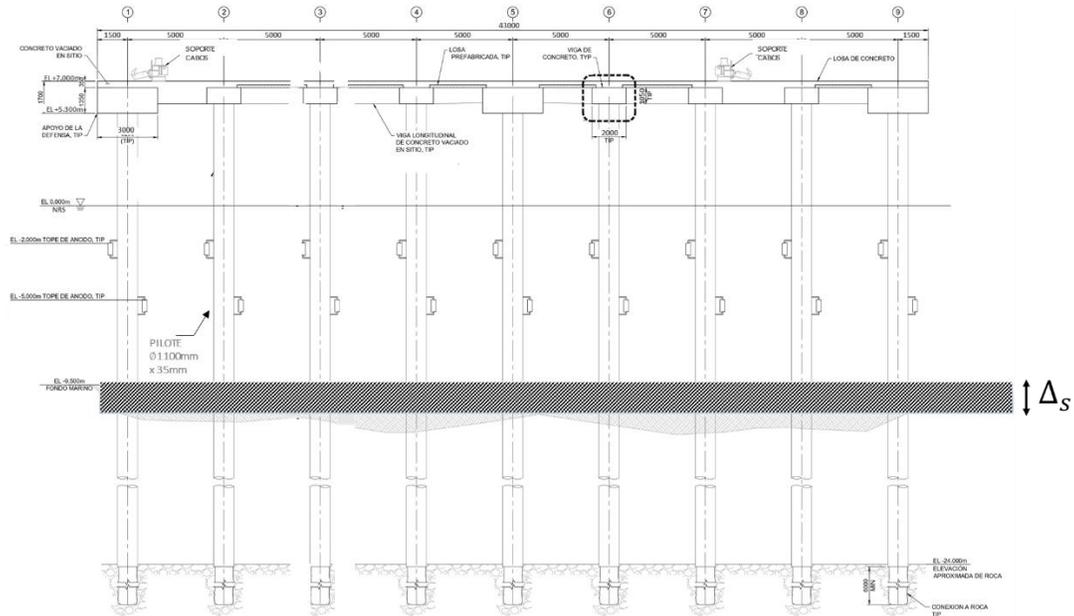
### 3.9 TSUNAMI

Las cargas de tsunami en estructuras marítimas son una consideración importante en el diseño y construcción de estructuras marítimas, ya que pueden causar daños significativos y períodos largos de inactividad, si no se toman las medidas adecuadas para protegerlas. La carga de un tsunami en una estructura marítima incluye la energía cinética y la energía potencial del agua. Es importante tener en cuenta la altura, la velocidad y la dirección de llegada de la ola de tsunami en el diseño de la estructura. La evaluación y consideración adecuadas de la carga de tsunami en el diseño estructural pueden asegurar la seguridad de las estructuras marítimas y minimizar los daños en caso de un evento de tsunami.

Las cargas provocadas por un eventual tsunami serán modeladas en base a las cargas de oleaje. Además, se debe tener en cuenta que la carga relacionada con un evento de tsunami es modelada mediante trenes de carga que tratan de describir la naturaleza dinámica del oleaje y su efecto en estructuras que están expuestas.

Con todo lo anterior se producen cambios en la fundación que podrían afectar la altura de los pilotes, la profundidad de hinca, generando la socavación del suelo, entre otros.

Para el diseño de cargas relacionadas con los eventos de tsunami de esta memoria se considerará una socavación de altura máxima ( $\Delta_{s_{m\acute{a}x}}$ ) de 1,5 m de manera uniforme sobre los pilotes sobre los que se funda la plataforma de carga/descarga de GNL.



### 3.10 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

#### 3.10.1 ACERO ESTRUCTURAL

Para los componentes de acero estructural se considerará la siguiente calidad:

Fundaciones Profundas (Pilotes)

ASTM A992/A572 GRADO 50

ASTM A992 es una norma establecida por la organización ASTM (American Society for Testing and Materials) que establece los requisitos de los aceros de alta resistencia y baja aleación para uso estructural en aplicaciones de construcción, incluyendo vigas, columnas, pilotes y otros elementos estructurales. Esta norma es comúnmente utilizada en los Estados Unidos y es reconocida como un estándar internacional para aceros estructurales.

## 3.10.2 HORMIGÓN

### 3.10.2.1 RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

La resistencia del hormigón se refiere a la capacidad del material de soportar cargas compresivas. Esta propiedad depende de factores como la proporción de los componentes (agua, cemento, arena y piedra), la forma en que se mezclan y la edad del material.

En general, las resistencias a la compresión del hormigón a los 28 días serán las presentadas en la siguiente tabla:

*Tabla 3-6: Resistencia a la compresión para elementos estructurales de hormigón armado. (Fuente: Elaboración Propia.)*

Descripción	Resistencia a La Compresión (MPa)
Vigas	35
Plug	35
Pavimento/Losa sobre rasante	35
Relleno Fluido	3,5

### 3.10.2.2 ACERO DE REFUERZO

Por otro lado, para resistir los esfuerzos de tracción generados en elementos de hormigón, junto con darle una mayor resistencia a los esfuerzos compresivos y ductilidad es que se utilizarán barras de acero A630-420H, en base a la normativa NCh204 Of.2020, proporcionado por el instituto nacional de normalización (INN).

## 3.11 RELACIONES DE ESBELTEZ

Las relaciones máximas de esbeltez utilizadas en el diseño de arriostramientos o miembros estructurales principales serán las requeridas por los códigos y normas específicos cubiertos en este documento y, en cualquier caso, no excederán lo siguiente:

Miembros en compresión  $\frac{kl}{r} = 200$

Miembros en tracción  $\frac{kl}{r} = 300$

Miembros en compresión y tracción

$$\frac{kl}{r} = 4 * \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

### 3.12 CORROSIÓN

La corrosión en pilotes de acero debido al ambiente marítimo es un problema común que puede reducir significativamente la vida útil de la plataforma de GNL. La exposición a la humedad, el aire salino y la inmersión en agua de mar pueden acelerar la corrosión de los pilotes.

Para el diseño se considerará una corrosión máxima de 2 mm sobre el espesor del pilote, quedando así un espesor de diseño de 35 mm y un diámetro de diseño de 1,1m. (Figura 3-7)

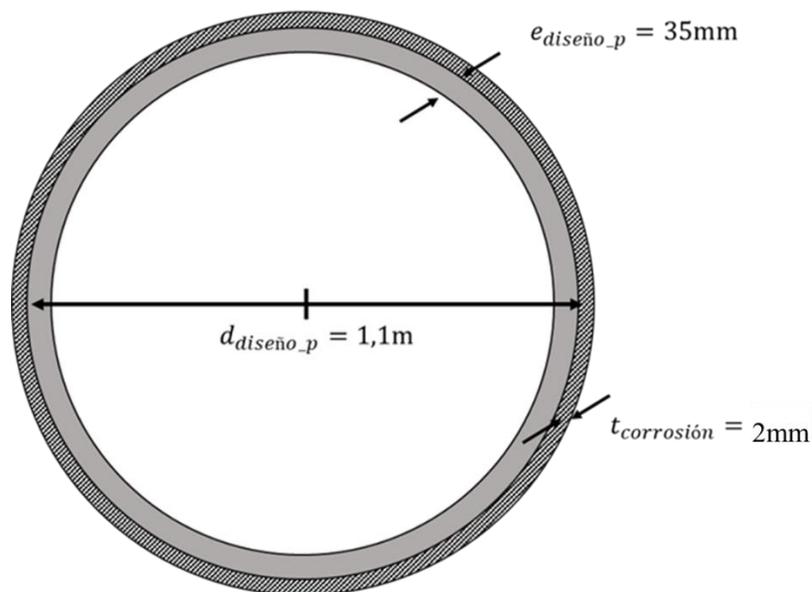


Figura 3-7: Corrosión en Pilotes de acero para plataforma de carga/descarga de GNL.

### 3.13 COMBINACIONES DE CARGAS

Las combinaciones de cargas que se utilizarán en esta memoria serán las entregadas por la norma UFC 4-152-01. La cual establece las combinaciones de carga LRFD (Carga Nominal de Resistencia Basada en Límites) para el diseño de estructuras de puertos y muelles. Estas se utilizan para determinar las cargas máximas a las que puede estar expuesta una estructura, asegurando que ésta pueda soportarlas sin sufrir daños o fallas.

La norma establece diferentes combinaciones de carga, que se aplican según el tipo de carga que actúa sobre la estructura. Estas cargas incluyen cargas muertas, cargas vivas, cargas de viento, cargas de oleaje y cargas sísmicas.

A continuación, se presentan las combinaciones de carga que se ocuparán en el diseño de la plataforma de carga/descarga de GNL. (Tabla 3-7).

Tabla 3-7: Combinaciones de carga: LRFD. (Fuente: Norma UFC 4-152-01).

	U0	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
D	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2
L(Lc o Lu)	0	1,6	0	1,6	0	1,6	0,1	0	1,6	1,0
Be	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	1,2	1,2	1,2	1,2	0	0	0	1,2
E	0	0	0	0	0	0	1,6	1,6	0	0
W	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	1,0
M	0	0	0	0	0	1,6	0	0	0	0
T	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0

Donde:

*D*: Carga permanente.

*L<sub>u</sub>*: Sobrecarga viva (uniforme)

*L<sub>c</sub>*: Sobrecarga viva (concentrada)

*B<sub>e</sub>*: Fuerza de ataque

*C*: Carga de oleaje sobre la estructura

*E*: Carga sísmica

*M*: Carga de ataque/amarre.

*W*: Viento sobre la estructura

*T*: Temperatura

## 4 MODELO ESTRUCTURAL

---

En este capítulo se presenta el modelo estructural desarrollado para el diseño y análisis de las plataformas de carga en el terminal de gas natural licuado. Se describen algunas de las principales consideraciones que se hacen a las cargas aplicadas al modelo.

En este capítulo se resaltaré la importancia de tener un modelo estructural adecuado, considerando las distintas condiciones de diseño que permiten tener un modelo conservador que contiene diversos casos a estudiar para la plataforma. De esta forma se puede obtener un modelo estructural preciso y confiable para garantizar la seguridad y el rendimiento adecuado de las plataformas de carga en un entorno tan crítico como el de un terminal de gas natural licuado.

Además, se realizará una selección de la tipología estructural de las que se compone la plataforma de GNL. Para esto se llevará a cabo un análisis comparativo para determinar la tipología estructural más adecuada para el proyecto. Se considerarán dos metodologías de construcción: la construcción premezclada y la construcción prefabricada. Se evaluarán aspectos técnicos, económicos y logísticos, con el objetivo de comparar ambas opciones de modo que cumpla con los requerimientos del proyecto y brinde la mayor eficiencia y durabilidad.

Por otra parte, se hará un modelado de los elementos estructurales de la plataforma de GNL, con esto se detallarán los procedimientos y metodologías utilizados para modelar cada elemento estructural de manera precisa y confiable. Se hará uso de herramientas de modelado estructural, como el software SAP2000, para representar la geometría, las propiedades mecánicas y las conexiones entre los elementos. Se considerarán las normativas y recomendaciones vigentes para garantizar la seguridad y la eficiencia del modelo.

Para finalizar este capítulo se mostrarán las cargas aplicadas al modelo estructural. Para esto se considerarán tanto las cargas estáticas como las cargas dinámicas, incluyendo las generadas por el proceso de carga/descarga del GNL, las fuerzas de viento y las fuerzas de oleaje. Se aplicarán estas cargas al modelo estructural, teniendo en cuenta los factores de seguridad y las condiciones de diseño establecidas por las normativas correspondientes.

El objetivo final de este capítulo es obtener un modelo estructural que represente de la mejor forma posible el sistema de tableros prefabricados en el terminal de GNL. La correcta selección de la tipología estructural, el modelado detallado de los elementos y la aplicación adecuada de las cargas son elementos clave para lograr un diseño óptimo y eficiente.

#### 4.1 SELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la selección de la tipología estructural para el desarrollo de la plataforma de carga en el terminal de GNL, se considerará la utilización de pilotes de acero en combinación con plataforma de hormigón armado y hormigón premezclado. Esta elección se basa en la comparación de ambos enfoques constructivos.

Los pilotes de acero han sido seleccionados debido a su capacidad para resistir cargas verticales y horizontales, así como su versatilidad y facilidad de instalación. Estos pilotes se fabrican en condiciones controladas en maestranza, lo que garantiza un alto nivel de calidad y precisión en su ejecución. Además, su diseño permite adaptarse a las características geotécnicas del suelo y proporcionar una base estable y resistente para la plataforma.

Por otro lado, se ha considerado la construcción de una plataforma de hormigón armado como alternativa a la plataforma de hormigón prefabricado. Este enfoque implica la fabricación de los elementos de la plataforma, como vigas y losas, en una planta de prefabricación. La utilización de hormigón armado proporciona una resistencia estructural adecuada y permite una rápida instalación en el sitio de construcción.

Dentro del diseño estructural no se considerará ninguna pérdida de resistencia en las conexiones de los elementos prefabricados. Debido a la utilización de los conectores “Splice Sleeves” entre armaduras de elementos contiguos. Estos dispositivos permiten una unión segura y eficiente entre los elementos prefabricados. Dentro del capítulo 6 se analizarán y explicarán estos conectores.

#### 4.2 MODELADO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Dado que el modelado de los elementos estructurales es una etapa crucial en el proceso de desarrollo para el sistema de tableros prefabricados en el terminal de GNL, se

utilizarán algunas herramientas de software especializadas tales como SAP 2000. El modelo principal de la plataforma contempla el uso de elementos finitos, discretizando las partes estructurales de la plataforma tales como losa, vigas y pilotes.

A continuación, se presenta el modelo estructural de la plataforma de carga/descarga de GNL.

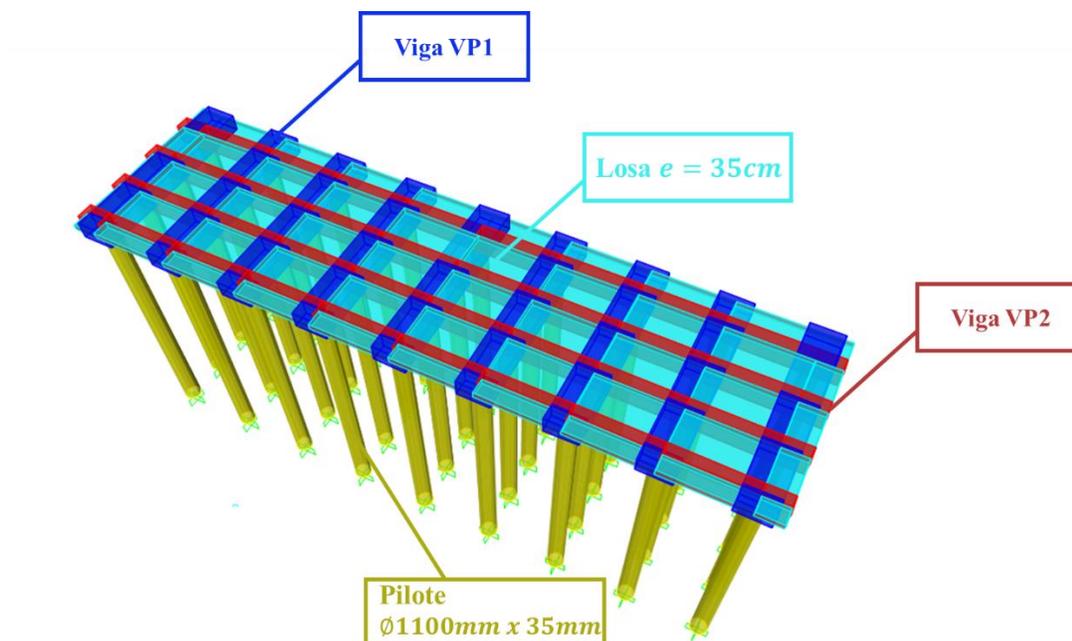


Figura 4-1: Modelo Estructural de Plataforma de carga/descarga GNL (Elaboración Propia).

## 4.3 APLICACIÓN DE CARGAS AL MODELO

### 4.3.1 CARGAS MUERTAS

Para el modelo de la plataforma de GNL se considerarán las cargas mencionadas en Tabla 3-2. Estas cargas corresponden a las estructuras y equipos que estarán de manera permanente en la plataforma. En particular se utilizarán los pesos de mayor magnitud en dicha tabla. La disposición de esta carga se representa en la figura 4-2. El valor total de las cargas muertas compuestas por las estructuras y equipos sobre la plataforma es de  $15,4 \frac{kN}{m^2}$ .E

Es importante notar que en la figura 4-2 no se representa los pesos propios de los elementos estructurales ya que estos vienen de forma intrínseca en el modelo.

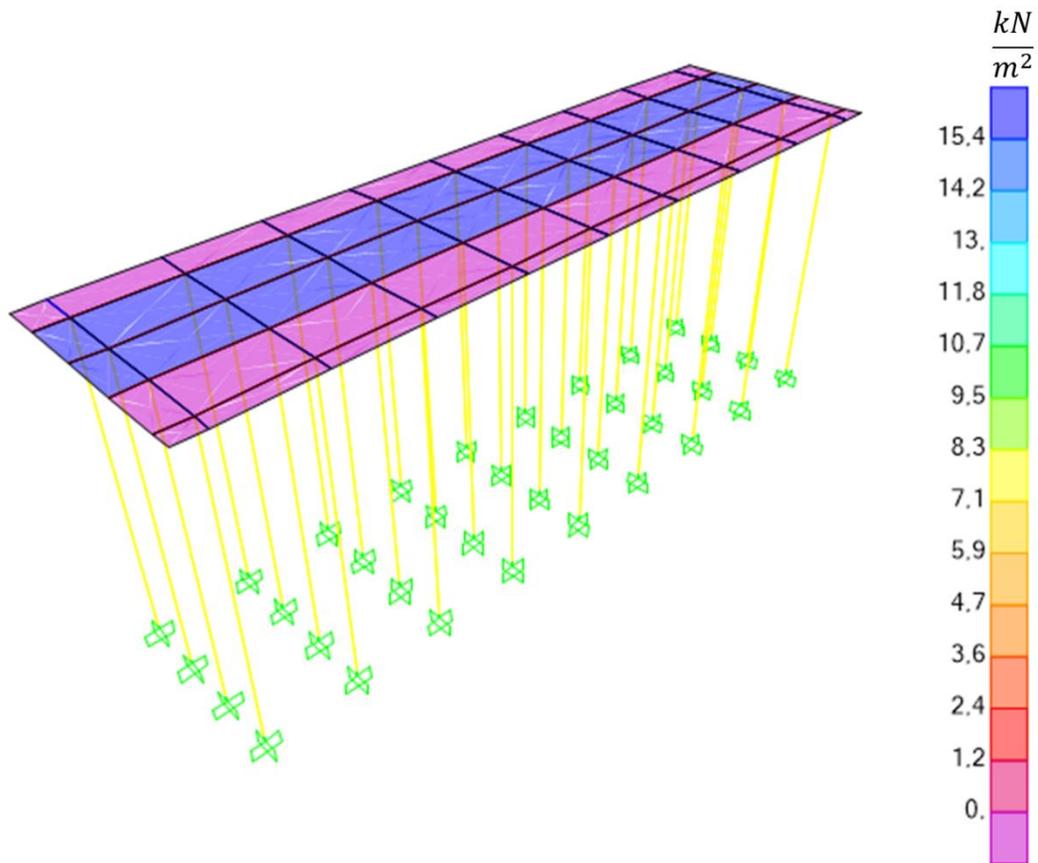


Figura 4-2: Aplicación de Cargas Muertas en modelo de Plataforma en SAP 2000. (Fuente: Elaboración Propia).

### 4.3.2 CARGAS VIVAS

Con respecto a las cargas vivas que se aplican sobre la plataforma, se utilizará la tabla 3-3. En consecuencia, la carga viva total será de  $57,5 \frac{kN}{m^2}$ .

Con todo lo anterior el diseño supondrá que todas estas cargas móviles o variables actúan en toda la plataforma a diferencia de las cargas muertas.

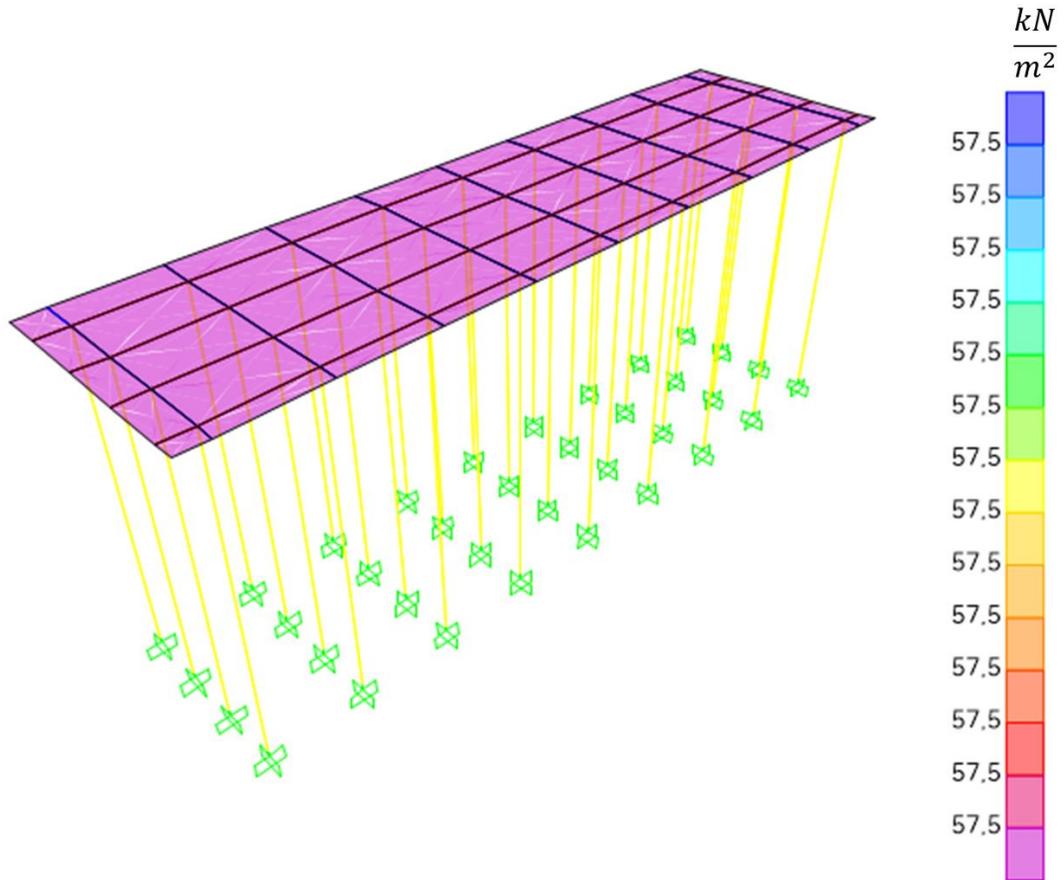


Figura 4-3: Aplicación de Cargas Vivas en modelo de Plataforma en SAP 2000. (Fuente: Elaboración Propia).

### 4.3.3 CARGAS DE VIENTO

Las cargas de viento que se aplican sobre la estructura consideran diversos efectos tales como dirección, velocidad y presión del viento. Como se mencionó anteriormente se utiliza el método del procedimiento analítico propuesto por la norma NCh 432 of 2010. Con todo lo anterior y añadiendo los valores obtenidos en tabla 3-4, la aplicación de la carga de viento es la siguiente:

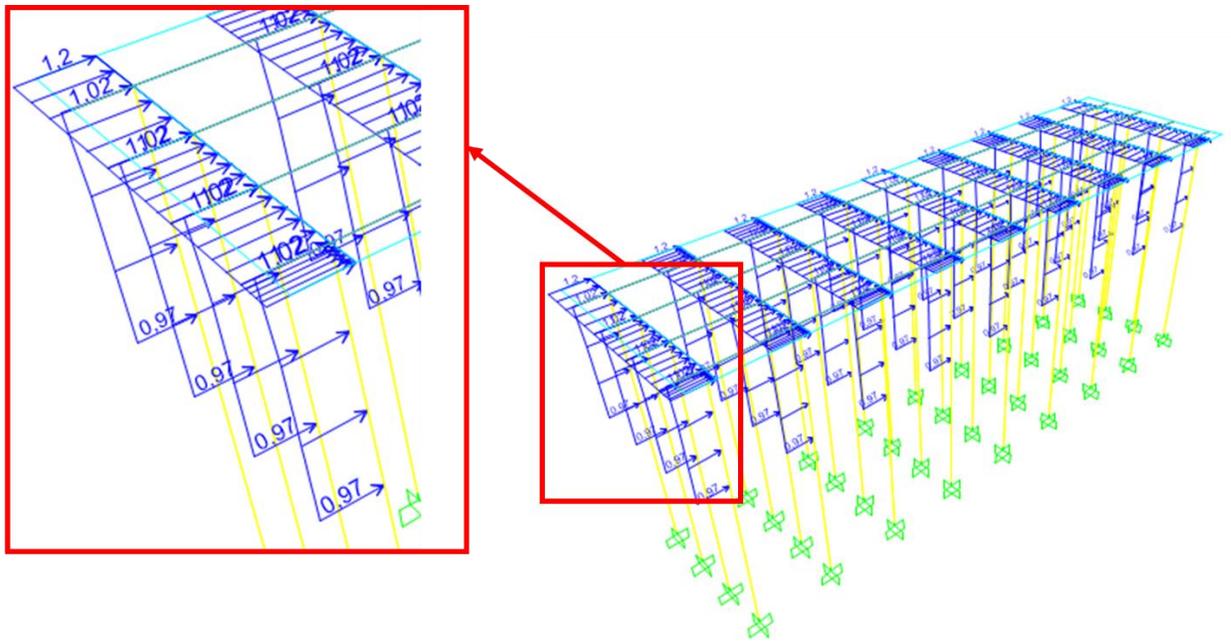


Figura 4-4: Aplicación de Cargas de Viento en dirección X en el modelo de Plataforma en SAP 2000. (Fuente: Elaboración Propia).

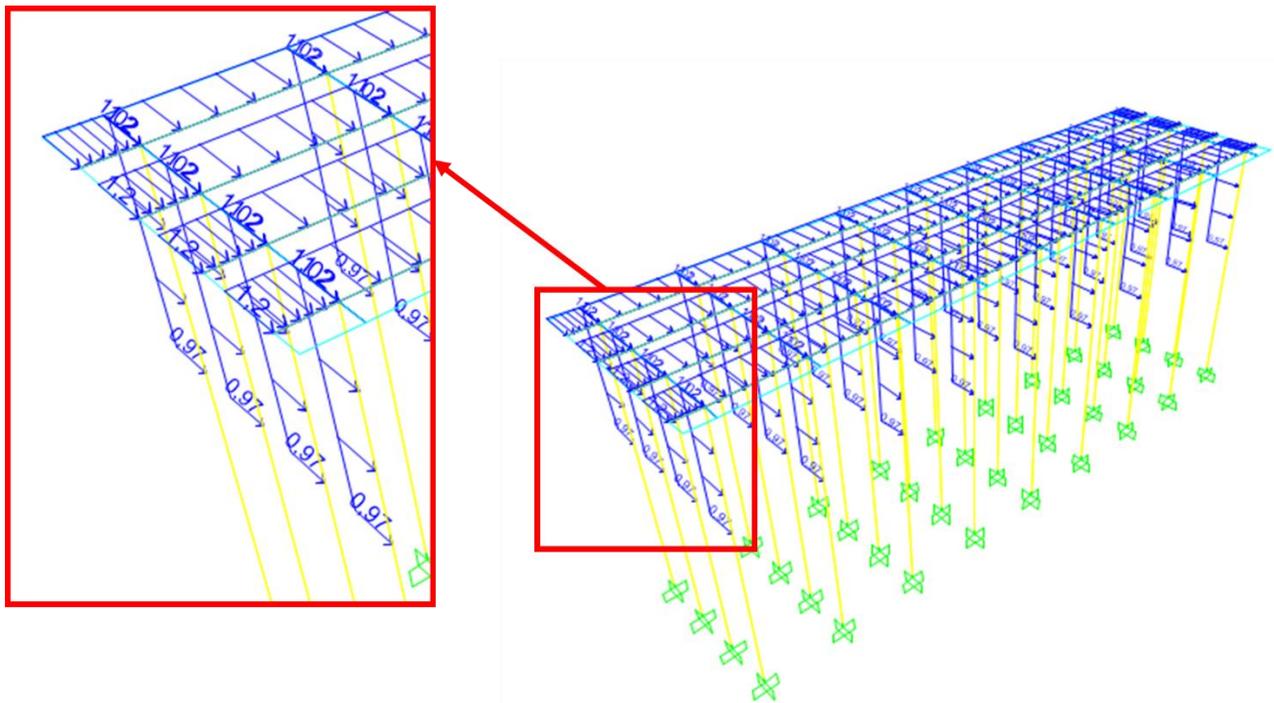


Figura 4-5: Aplicación de Cargas de Viento en dirección -Y en el modelo de Plataforma en SAP 2000. (Fuente: Elaboración Propia).

#### 4.3.4 CARGAS TÉRMICAS

Dentro del diseño se aplicarán las cargas térmicas más desfavorables. Según lo mencionado en la sección 3.5 estas corresponden  $\Delta_t$  pilotes de 16°C a 24°C, y en los elementos de la plataforma, ya sean vigas y losa, -10°C a 40°C. Con esto se obtendrán dos casos:

- Pilotes 24°C y Plataforma 40°C.

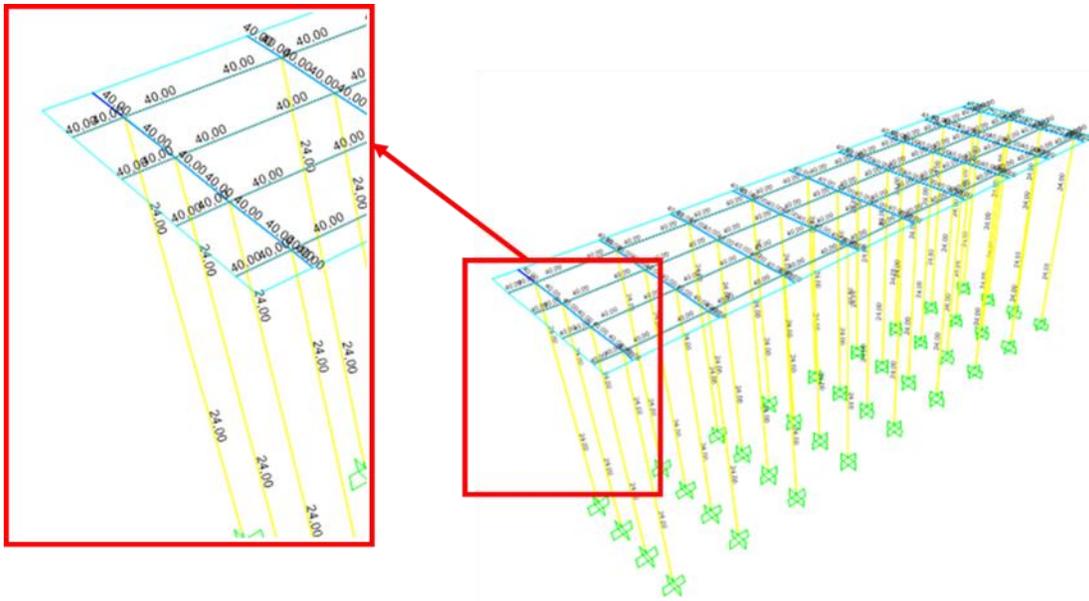


Figura 4-6: Aplicación de Cargas Térmicas (Pilotes 24°C y Plataforma 40°C) en el modelo de Plataforma en SAP 2000. (Fuente: Elaboración Propia).

- Pilotes 16°C y Plataforma -10°C.

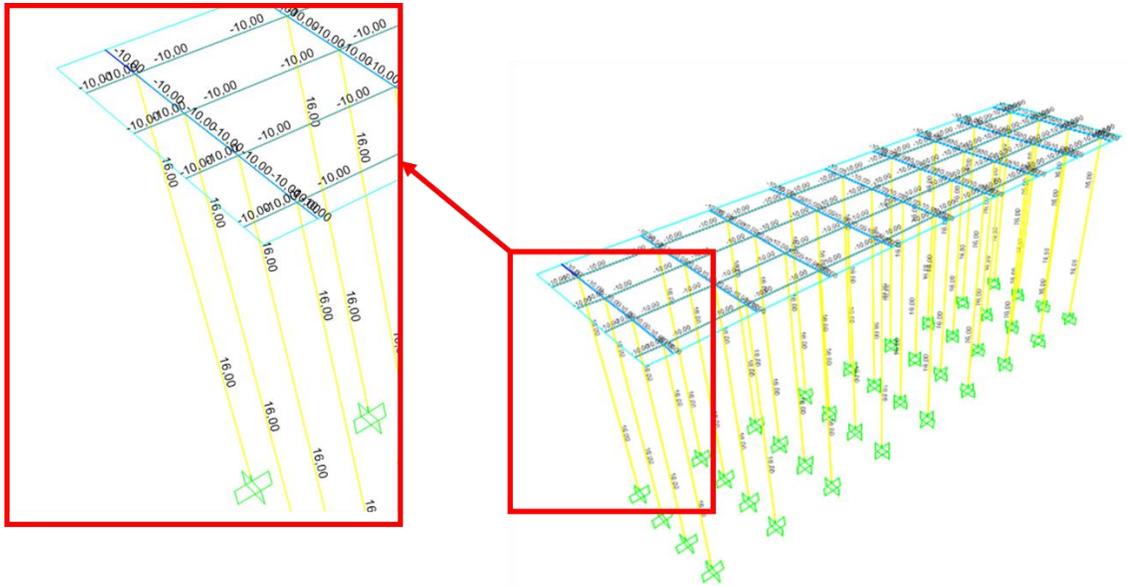


Figura 4-7: Aplicación de Cargas Térmicas (Pilotes 16°C y Plataforma -10°C) en el modelo de Plataforma en SAP 2000. (Fuente: Elaboración Propia).

#### 4.3.5 CARGAS DE OLEAJE

Para la obtención de las cargas de oleaje para la plataforma de carga de GNL se utiliza la fórmula de Morison (3-1). Esta necesita un perfil de velocidades y un perfil de aceleraciones marítimas. En base a lo anterior se listan las siguientes condiciones con sus respectivas velocidades y aceleraciones.

Tabla 4-1. Rango de velocidades y aceleraciones en distintas condiciones marítimas. (Fuente: Elaboración Propia).

Situación	Velocidad $\bar{u}_n$ ( $\frac{m}{s}$ )	Aceleración $\bar{a}_n$ ( $\frac{m}{s^2}$ )
Flujo De Corriente Suave	0,5-1,5	0-0,1
Flujo De Corriente Moderado	1,5-3,0	0-0,2
Flujo De Corriente Fuerte	3,0-5,0	0-0,3
Olas Regulares	0,5-3,0	0-1,0
Olas Irregulares	0,5-5,0	0-2,0

Con todo lo anterior se considerará una condición de flujo de corriente fuerte para el diseño de la plataforma de GNL, ya que este es el caso más desfavorable. A continuación, se presentan las curvas de velocidades y aceleraciones usados en el diseño de la plataforma de GNL.

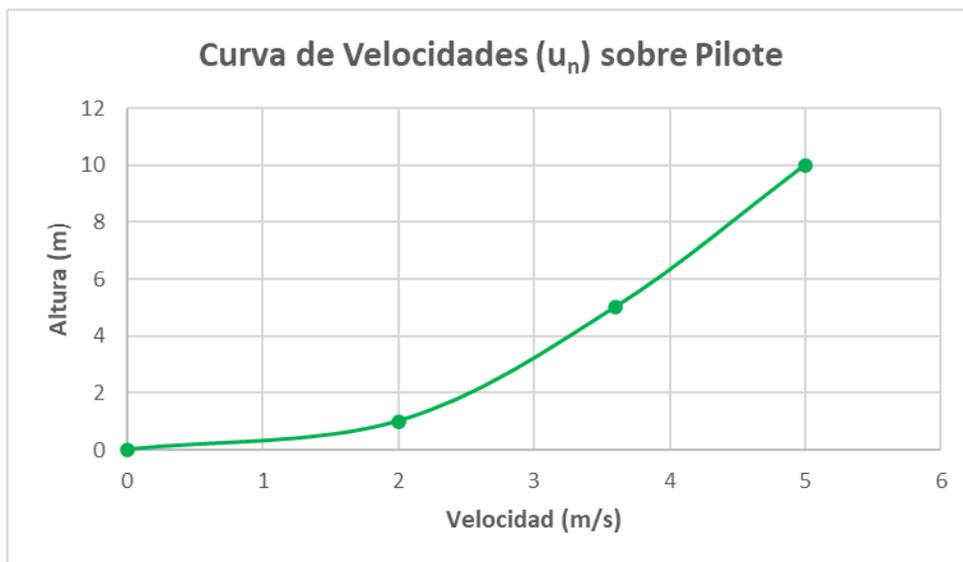


Figura 4-8: Perfil de velocidades marítimas sobre pilotes de plataforma de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

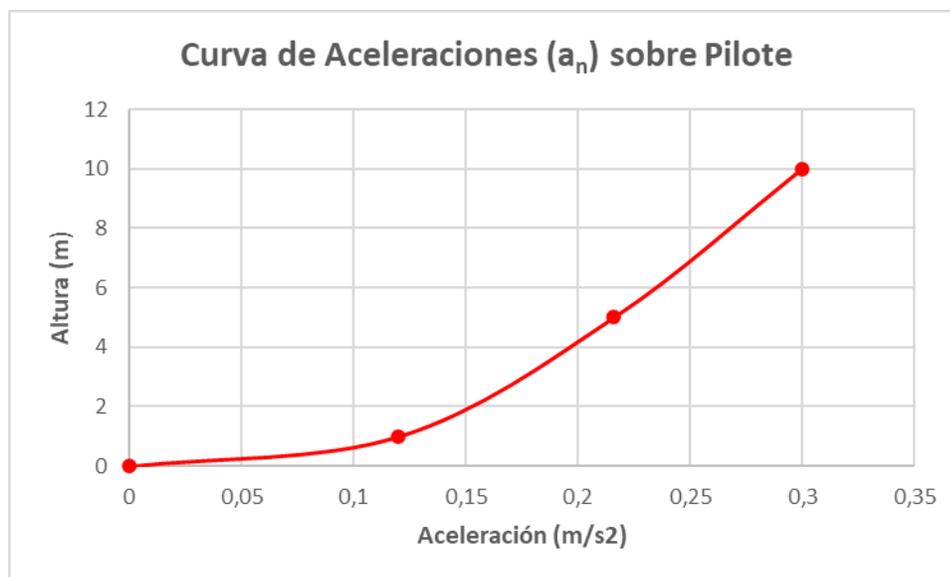
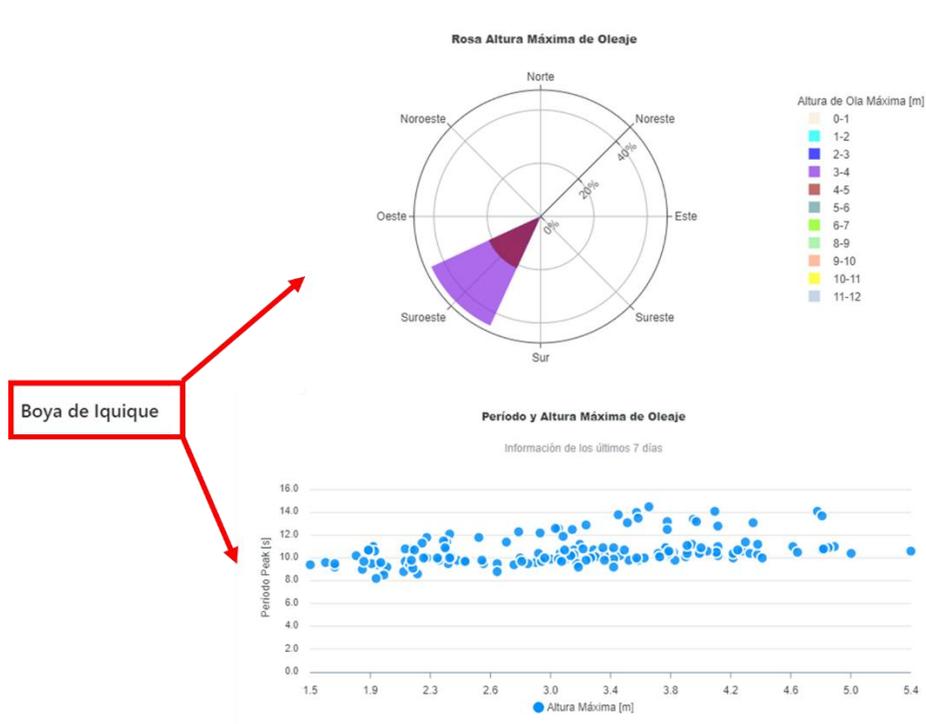


Figura 4-9: Perfil de aceleraciones marítimas sobre pilotes de plataforma de GNL. (Fuente: Elaboración Propia).

Todas las curvas anteriores consideraron una altura máxima de 10 m, teniendo en cuenta que ésta se mide desde el fondo del mar hasta la altura máxima de oleaje. Para esto se obtuvieron los siguientes resultados a partir de los registros entregados por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).



Boya de Iquique

Figura 4-10: Periodo y Rosa Altura máxima de oleaje para Boya de Iquique.

Boya de Concón

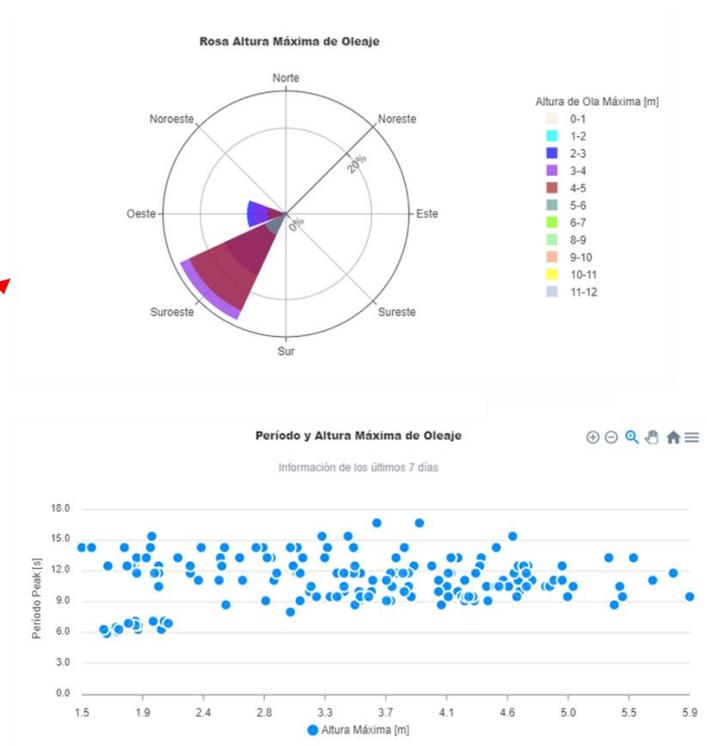


Figura 4-11: Período y Rosa Altura máxima de oleaje para Boya de Concón.

Boya de Talcahuano

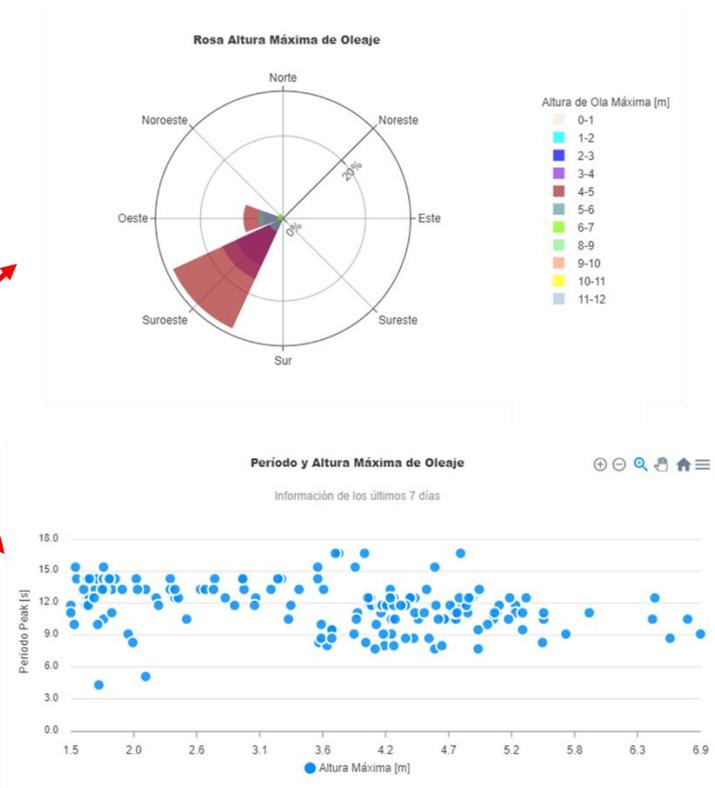


Figura 4-12: Período y Rosa Altura máxima de oleaje para Boya de Talcahuano.

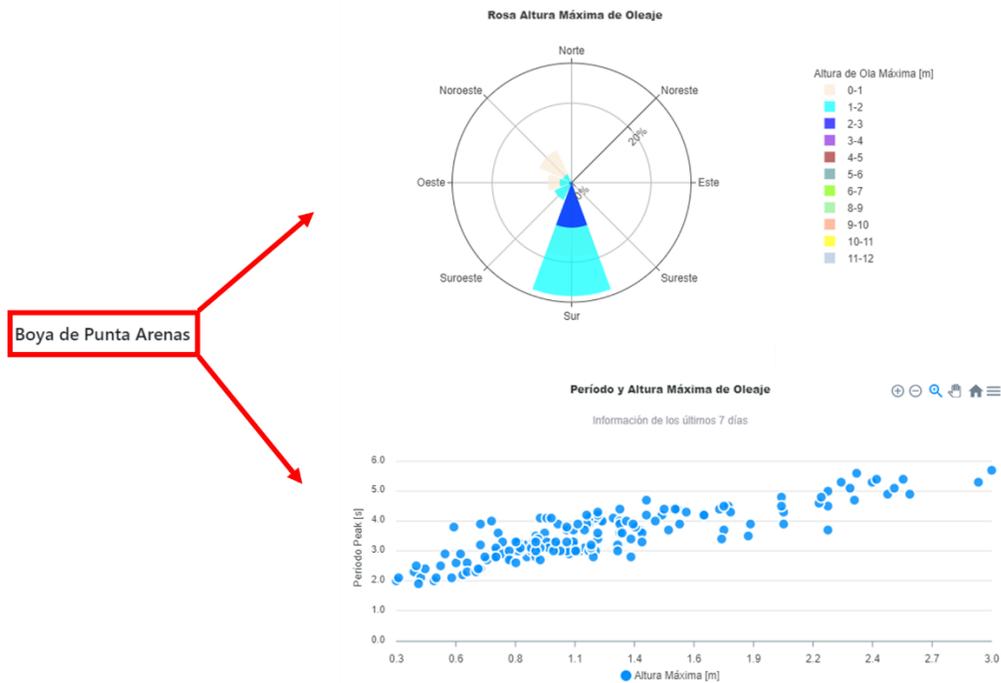


Figura 4-13: Período y Rosa Altura máxima de oleaje para Boya de Punta Arenas.

Para entender estos registros y gráficos, es bueno entender las siguientes definiciones:

#### 4.3.5.1 ALTURA MAXIMA DE OLEAJE

Es la distancia vertical entre la cresta de una ola y la depresión adyacente más profunda. Representa el punto más alto que alcanza una ola individual y se utiliza para evaluar el impacto del oleaje en estructuras costeras y marítimas.

#### 4.3.5.2 ROSA DE ALTURA MÁXIMA DE OLEAJE

Es un gráfico circular que muestra la distribución de las alturas máximas de las olas en diferentes direcciones alrededor de un punto de referencia. Proporciona información sobre las direcciones predominantes desde las cuales llegan las olas más altas.

Es así que, con los datos entregados y los perfiles de velocidades y aceleraciones, se obtienen las fuerzas de oleaje ( $f_n$ ). Las cuales se aplican al modelo como se muestra a continuación.

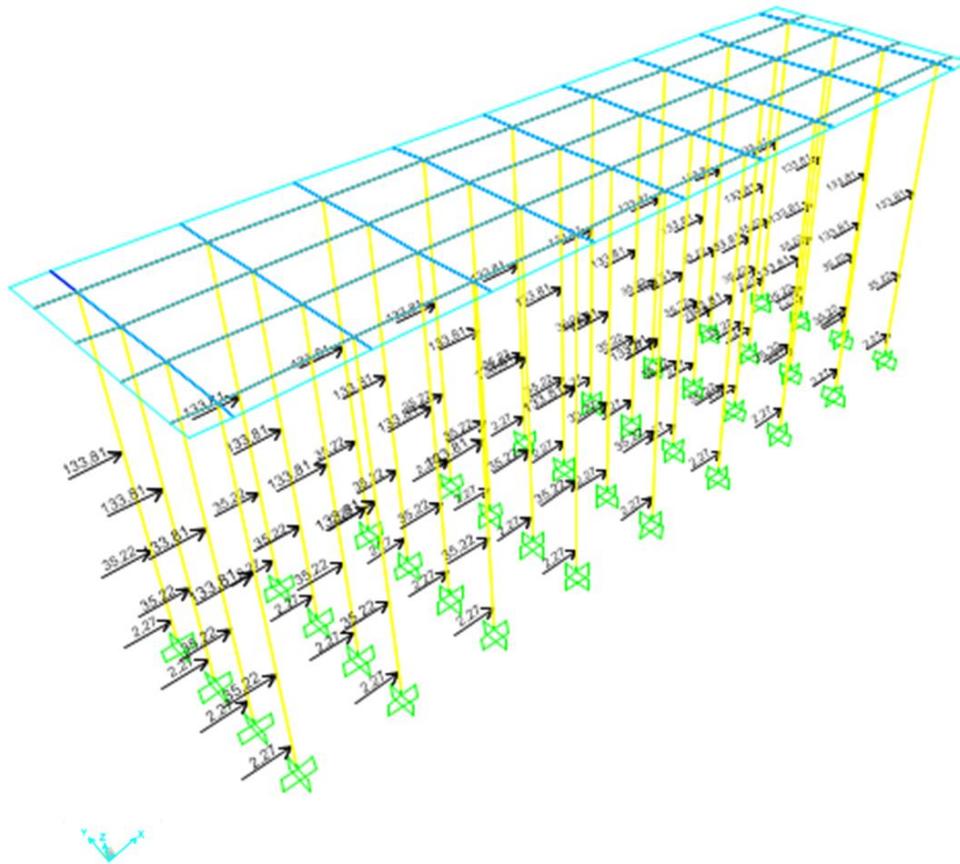


Figura 4-14: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison), sobre pilotes en X. Vista 3D. (Fuente: Elaboración Propia).

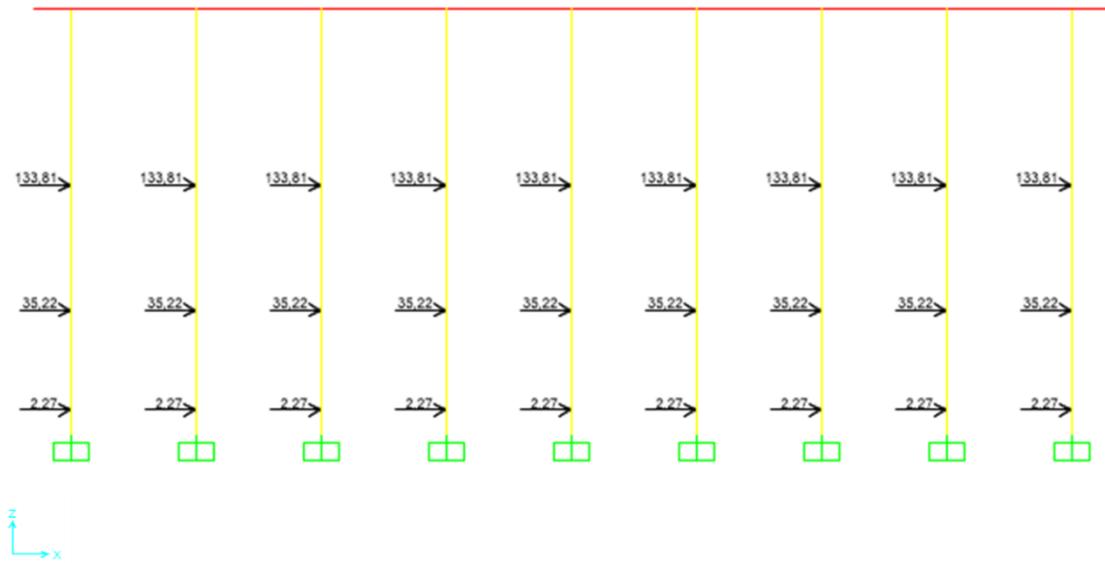


Figura 4-15: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison), sobre pilotes en X. Vista X-Z. (Fuente: Elaboración Propia).

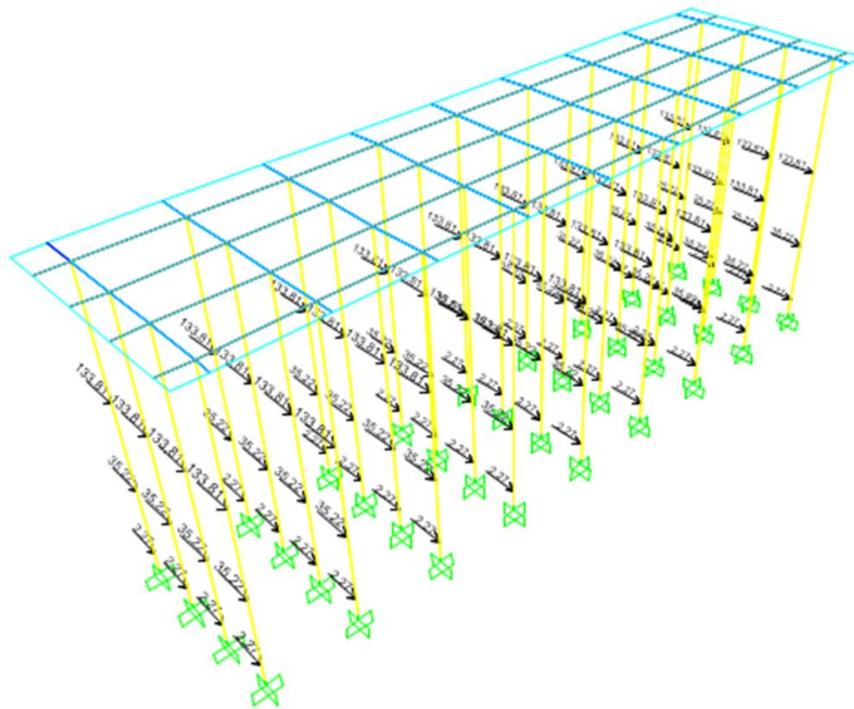


Figura 4-16: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison), sobre pilotes en -Y. Vista 3D. (Fuente: Elaboración Propia).

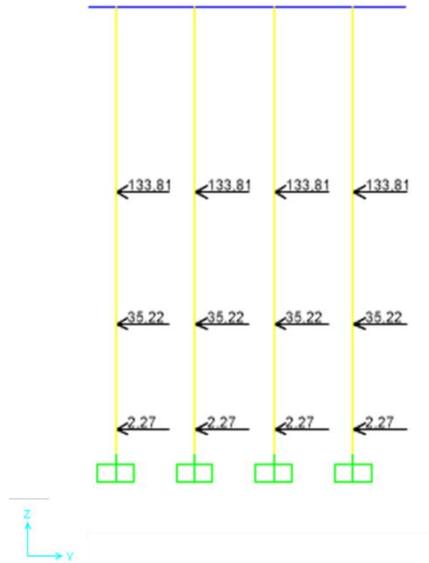


Figura 4-17: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison), sobre pilotes en -Y. Vista Z-Y. (Fuente: Elaboración Propia).

#### 4.3.6 CARGAS DE ATRAQUE

En primer lugar, antes de obtener las cargas de atraque, se calculó la energía de atraque, mediante la ecuación (3-2) y las fórmulas detalladas en 3.7. A partir de esto la energía de atraque resultante es  $E_a = 1563 \text{ kN} * \text{m}$ . Utilizando el catálogo para sistemas de defensas Super Cone Fenders (SCN) propuesto por Trelleborg.

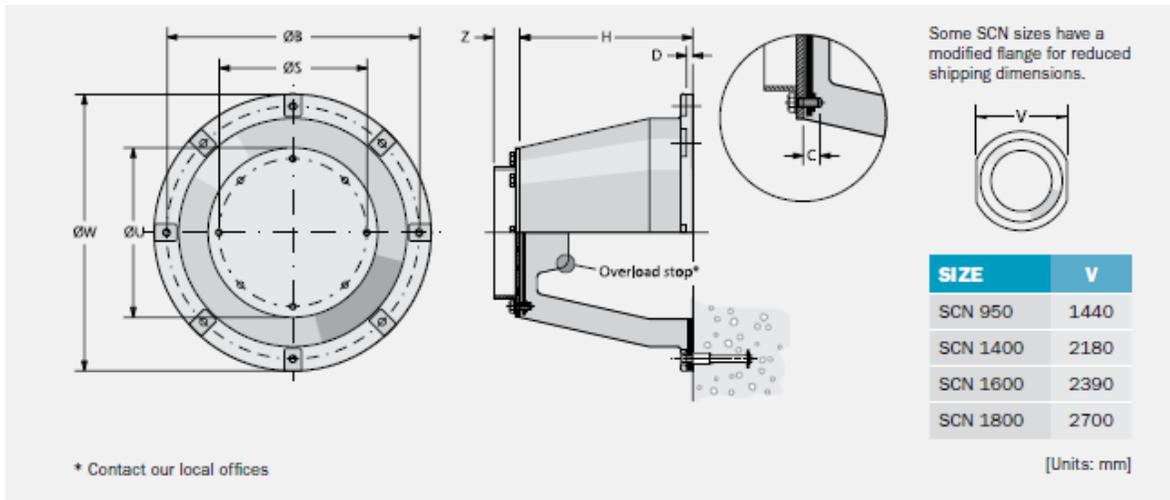


Figura 4-18: Esquema de dimensiones de defensas SCN. (Fuente: Trelleborg).

## Super Cone Fenders

### DIMENSIONS

	H	ØW	ØU	C	D	ØB	ØS	F0.9- 1.8 ANCHORS / HEAD BOLTS ^	F1.9- 3.1 ANCHORS / HEAD BOLTS ^	Z <sub>min</sub>	WEIGHT
SCN 300	300	500	295	27 - 37	20 - 25	440	255	4 x M16	4 x M16	77	40
SCN 350	350	570	330	27 - 37	20 - 25	510	275	4 x M16	4 x M16	77	50
SCN 400	400	650	390	30 - 40	20 - 28	585	340	4 x M16	4 x M20	82	76
SCN 500	500	800	490	32 - 42	30 - 38	730	425	4 x M20	4 x M24	95	160
SCN 550	550	880	540	32 - 42	30 - 38	790	470	4 x M20	4 x M24	95	210
SCN 600	600	960	590	40 - 52	35 - 42	875	515	4 x M20	4 x M30	115	270
SCN 700	700	1120	685	40 - 52	35 - 42	1020	600	4 x M24	4 x M30	120	411
SCN 800	800	1280	785	40 - 52	35 - 42	1165	685	6 x M24	6 x M30	120	606
SCN 860	860	1376	845	40 - 52	35 - 42	1250	735	6 x M24	6 x M30	130	750
SCN 900	900	1440	885	40 - 52	35 - 42	1313	770	6 x M30	6 x M30	135	841
SCN 950	950	1520	930	40 - 52	40 - 50	1390	815	6 x M30	6 x M30	142	980
SCN 1000	1000	1600	980	50 - 65	40 - 50	1460	855	6 x M30	6 x M36	150	1125
SCN 1050	1050	1680	1030	50 - 65	45 - 55	1530	900	6 x M30	6 x M36	157	1360
SCN 1100	1100	1760	1080	50 - 65	50 - 58	1605	940	8 x M30	8 x M36	165	1567
SCN 1150	1150	1840	1125	55 - 70	50 - 58	1680	980	8 x M30	8 x M36	175	1779
SCN 1200	1200	1920	1175	57 - 80	50 - 58	1750	1025	8 x M30	8 x M42	180	2028
SCN 1300	1300	2080	1275	65 - 90	50 - 58	1900	1100	8 x M36	8 x M42	195	2455
SCN 1400	1400	2240	1370	65 - 90	60 - 70	2040	1195	8 x M36	8 x M42	210	3105
SCN 1600	1600	2560	1570	65 - 90	70 - 80	2335	1365	8 x M42	8 x M48	240	4645
SCN 1800	1800	2880	1765	75 - 100	70 - 80	2625	1540	10 x M42	10 x M56	270	6618
SCN 2000	2000	3200	1955	80 - 105	90 - 105	2920	1710	10 x M42	10 x M56	300	9560
SCN 2250	2250	3600	2205	100 - 120	100 - 110	3285	1930	12 x M48	12 x M56	335	13,500
SCN 2500	2500	4000	2450	120 - 150	100 - 120	3650	2150	12 x M48	12 x M64	375	18,500

^ Fender anchors / head bolts indicated are based on a particular grade of steel. Please contact our local office for precise size, material and type for different grades of fenders pertaining to the project requirements.

[Units: mm, kg]

Figura 4-19: Catálogo de dimensiones de defensas SCN. (Fuente: Trelleborg).

## Super Cone Fenders PERFORMANCE DATA\*

			F 0.9'	F 1.0	F 1.1	F 1.2	F 1.3	F 1.4	F 1.5	F 1.6	F 1.7	F 1.8	F 1.9	F 2.0
1050	CV	E	392.0	435.0	446.6	458.2	469.8	481.4	493.0	504.4	515.8	527.2	538.6	550.0
		R	626.0	695.0	713.4	731.8	750.2	768.6	787.0	813.4	839.8	866.2	892.6	919.0
	RPD	E <sub>R</sub>	427.3	474.2	486.8	499.4	512.1	524.7	537.4	549.8	562.2	574.6	587.1	599.5
		R <sub>R</sub>	682.3	757.6	777.6	797.7	817.7	837.8	857.8	886.6	915.4	944.2	972.9	1001.7
1100	CV	E	450.0	500.0	513.6	527.2	540.8	554.4	568.0	581.4	594.8	608.2	621.6	635.0
		R	685.0	761.0	781.6	802.2	822.8	843.4	864.0	893.4	922.8	952.2	981.6	1011.0
	RPD	E <sub>R</sub>	490.5	545.0	559.8	574.6	589.5	604.3	619.1	633.7	648.3	662.9	677.5	692.2
		R <sub>R</sub>	746.7	829.5	851.9	874.4	896.9	919.3	941.8	973.8	1005.9	1037.9	1069.9	1102.0
1150	CV	E	514.1	570.3	585.5	600.7	616	631.2	646.4	661.6	676.8	692	707.2	722.4
		R	750	833.2	855.1	877.1	899	921	942.9	974.9	1007	1039	1071	1103
	RPD	E <sub>R</sub>	560.3	621.7	638.2	654.8	671.4	688	704.5	721.1	737.7	754.3	770.9	787.4
		R <sub>R</sub>	817.5	908.2	932.1	956	979.9	1003.9	1027.8	1062.7	1097.6	1132.5	1167.3	1202.2
1200	CV	E	585.0	650.0	667.6	685.2	702.8	720.4	738.0	755.4	772.8	790.2	807.6	825.0
		R	818.1	909.0	933.4	957.8	982.2	1006.6	1031.0	1066.0	1101.0	1136.0	1171.0	1206.0
	RPD	E <sub>R</sub>	637.7	708.5	727.7	746.9	766.1	785.2	804.4	823.4	842.4	861.3	880.3	899.3
		R <sub>R</sub>	891.7	990.8	1017.4	1044.0	1070.6	1097.2	1123.8	1161.9	1200.1	1238.2	1276.4	1314.5
1300	CV	E	742.5	825.0	847.0	869.0	891.0	913.0	935.0	957.0	979.0	1001.0	1023.0	1045.0
		R	957.6	1064.0	1092.4	1120.8	1149.2	1177.6	1206.0	1246.6	1287.2	1327.8	1368.4	1409.0
	RPD	E <sub>R</sub>	805.6	895.1	919.0	942.9	966.7	990.6	1014.5	1038.3	1062.2	1086.1	1110.0	1133.8
		R <sub>R</sub>	1039.0	1154.4	1185.3	1216.1	1246.9	1277.7	1308.5	1352.6	1396.6	1440.7	1484.7	1528.8
1400	CV	E	927.0	1030.0	1057.6	1085.2	1112.8	1140.4	1168.0	1195.4	1222.8	1250.2	1277.6	1305.0
		R	1111.5	1235.0	1268.0	1301.0	1334.0	1367.0	1400.0	1447.2	1494.4	1541.6	1588.8	1636.0
	RPD	E <sub>R</sub>	1001.2	1112.4	1142.2	1172.0	1201.8	1231.6	1261.4	1291.0	1320.6	1350.2	1379.8	1409.4
		R <sub>R</sub>	1200.4	1333.8	1369.4	1405.1	1440.7	1476.4	1512.0	1563.0	1614.0	1664.9	1715.9	1766.9
1600	CV	E	1381.5	1535.0	1576.6	1618.2	1659.8	1701.4	1743.0	1784.4	1825.8	1867.2	1908.6	1950.0
		R	1447.2	1608.0	1651.6	1695.2	1738.8	1782.4	1826.0	1888.0	1950.0	2012.0	2074.0	2136.0
	RPD	E <sub>R</sub>	1478.2	1642.5	1687.0	1731.5	1776.0	1820.5	1865.0	1909.3	1953.6	1997.9	2042.2	2086.5
		R <sub>R</sub>	1548.5	1720.6	1767.2	1813.9	1860.5	1907.2	1953.8	2020.2	2086.5	2152.8	2219.2	2285.5

Figura 4-20: Catalogo de Energía de ataque (E) y Reacción sobre la plataforma (R) de GNL, medidas en  $kN*m$  y  $kN$ . (Fuente: Trelleborg).

Las defensas Super Cone Fenders (SCN) son dispositivos de protección y amortiguación utilizados en estructuras marítimas y portuarias, dado que están diseñados para absorber y disipar la energía generada durante el impacto de buques u otras embarcaciones contra estructuras como muelles y atracaderos.

De esta forma se obtiene que la reacción del ataque sobre la plataforma es de  $R_a = 1651,6 kN$ . Es importante notar que el caso más conservador en el diseño de la plataforma es suponer un ataque del buque en una sola defensa en la esquina de la plataforma.

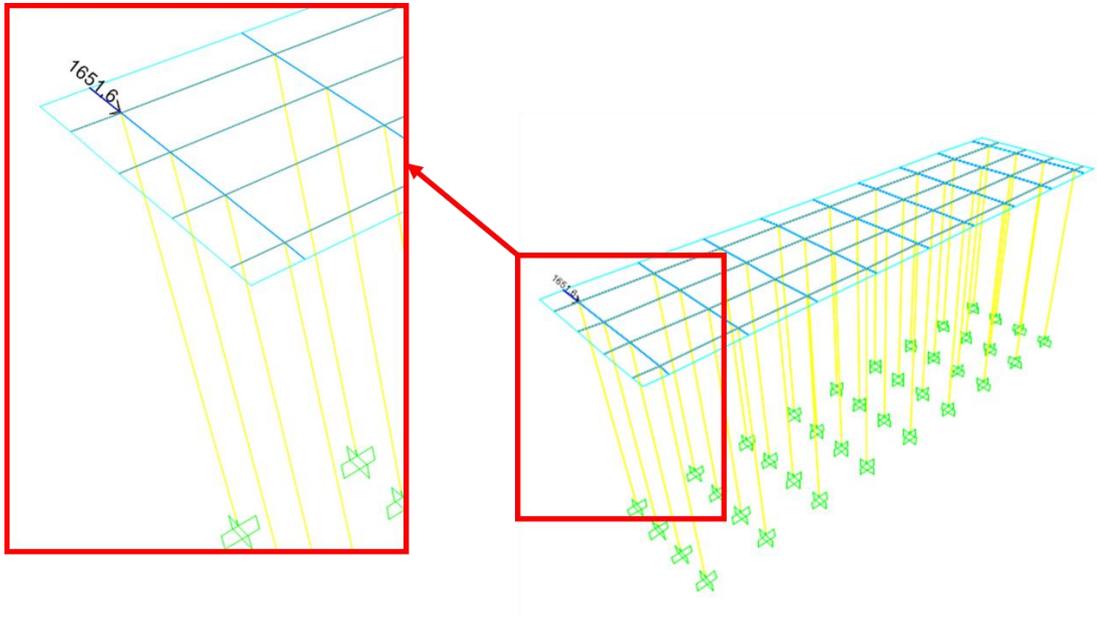


Figura 4-21: Fuerzas de Atrache en kN, sobre plataforma. Vista 3D. (Fuente: Elaboración Propia).

#### 4.3.7 CARGAS SISMICAS

Chile es considerada una zona sísmica, tal como se menciona en la sección 3.8 de esta memoria. En base a esto y la norma NCh 2369, es que se aplican los espectros de diseño al modelo estructural de la plataforma. Los parámetros empleados en la modelación sísmica y el espectro aplicado al modelo son:

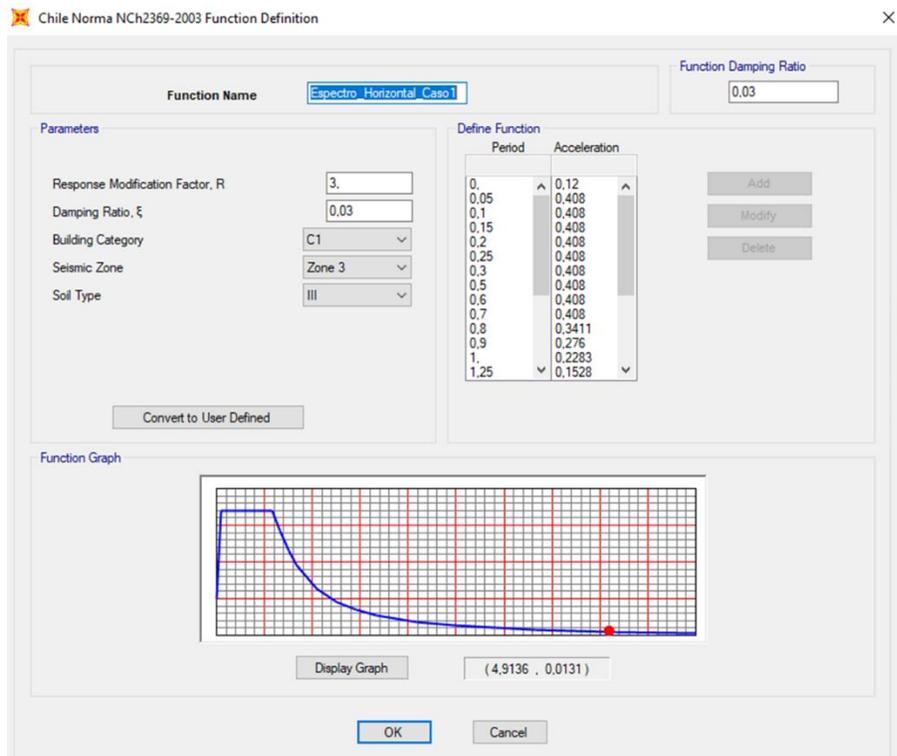


Figura 4-22: Espectro de diseño horizontal aplicado a la plataforma de GNL.

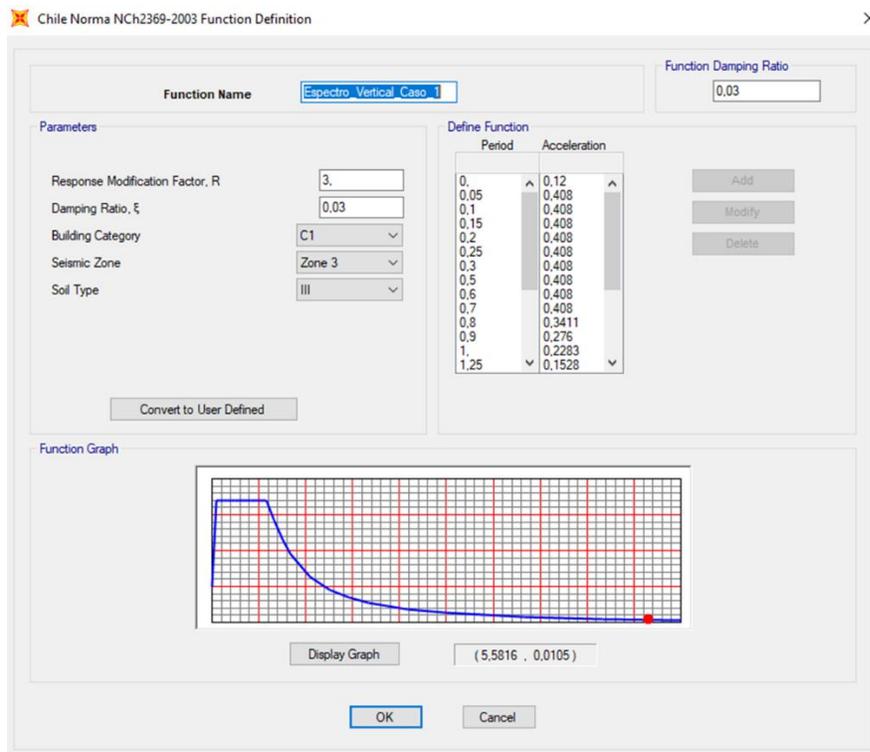


Figura 4-23: Espectro de diseño vertical aplicado a la plataforma de GNL.

### 4.3.8 TSUNAMI

La carga de tsunami se aplicará mediante el criterio de diseño que considera una socavación del fondo marino de  $\Delta_{tsunami} = 1,5 \text{ m}$ . Esto implica que la altura de oleaje varía y por tanto la carga sobre los pilotes aumenta. Además, la altura de los pilotes cambia y por consiguiente sus propiedades geométricas. Mediante la fórmula de Morison ya mencionada anteriormente se aplican las siguientes cargas:

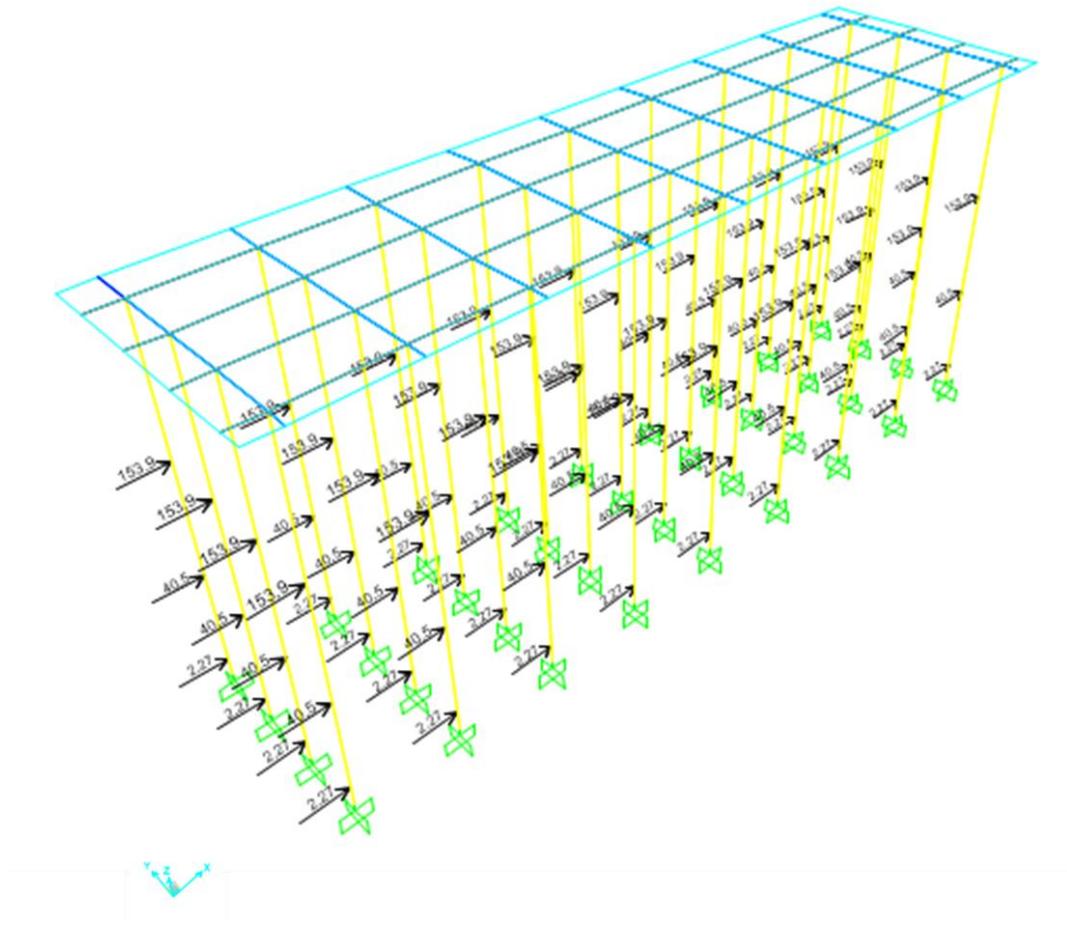


Figura 4-24: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison) producidas por TSUNAMI sobre pilotes en X. Vista 3D. (Fuente: Elaboración Propia).



Figura 4-25: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison) producidas por TSUNAMI sobre pilotes en X. Vista X-Z. (Fuente: Elaboración Propia).

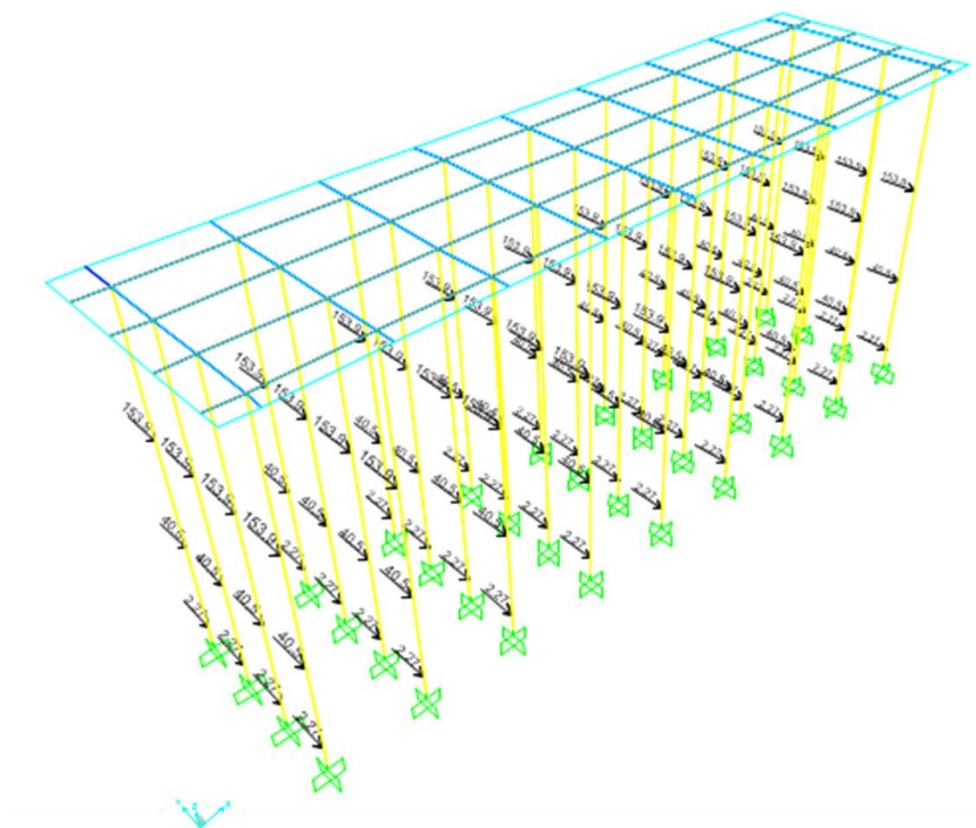


Figura 4-26: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison) producidas por TSUNAMI sobre pilotes en -Y. Vista 3D. (Fuente: Elaboración Propia).



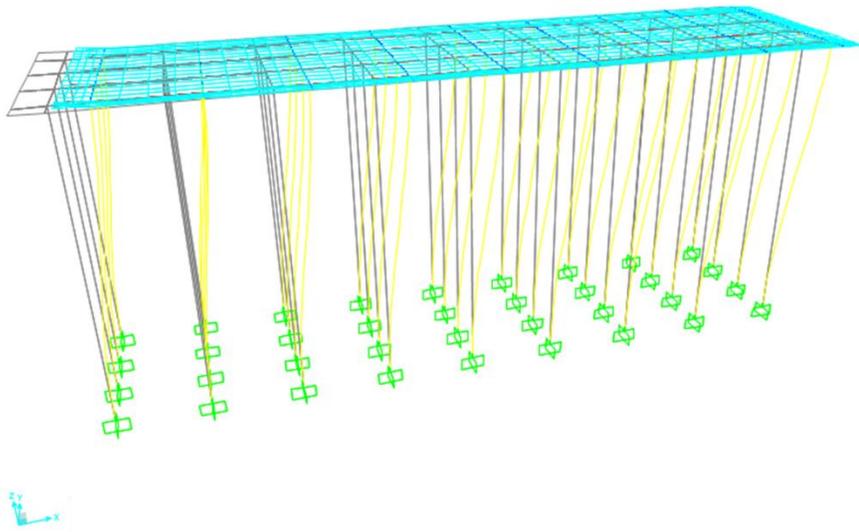
Figura 4-27: Fuerzas de Oleaje en kN (Morison) producidas por TSUNAMI sobre pilotes en -Y. Vista Y-Z. (Fuente: Elaboración Propia).

## 5 RESULTADOS

---

### 5.1 RESULTADOS GENERALES

Dentro de los resultados generales se presentan las 3 primeras formas modales. Estos representan las diferentes formas de vibración o deformación que puede experimentar una estructura frente a una excitación dinámica, como un sismo o una carga impulsiva.



*Figura 5-1: Primer modo de vibración para Plataforma de GNL (Desplazamiento en eje X).*

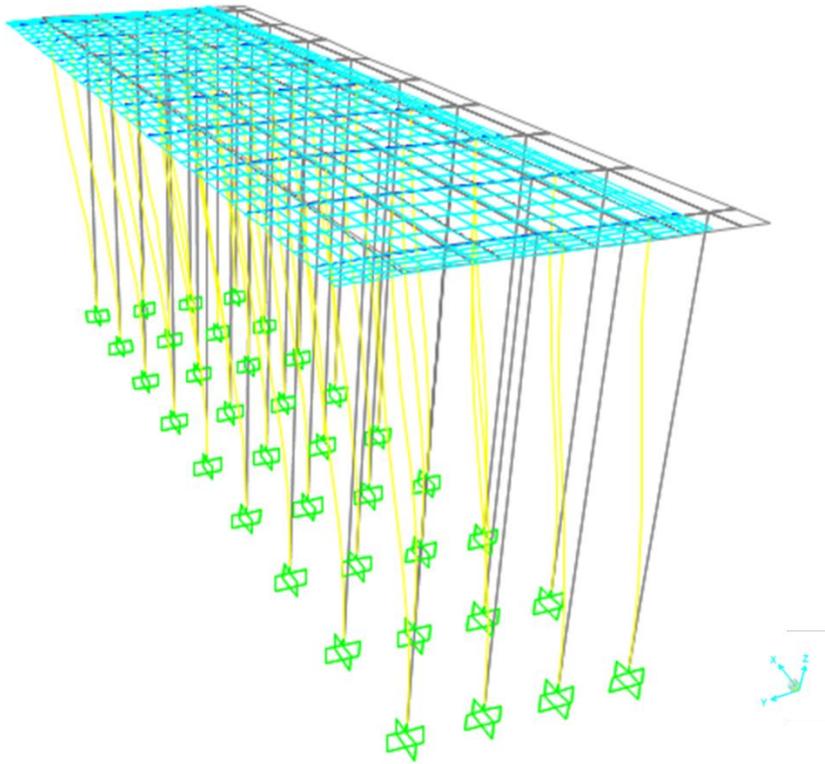


Figura 5-2: Segundo modo de vibración para Plataforma de GNL (Desplazamiento en eje Y).

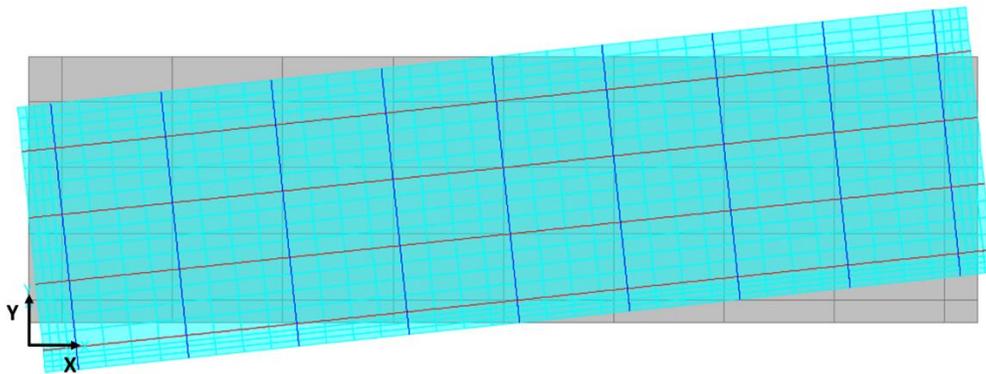


Figura 5-3: Tercer modo de vibración para Plataforma de GNL (Desplazamiento Torsional).

### 5.1.1 PARTICIPACIÓN Y MASA MODAL

Los resultados obtenidos para la participación y masa modal de la plataforma son los siguientes:

Tabla 5-1: Resultados Participación y masa modal. (Caso sin Tsunami)

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,50932	0,99200	0,00000	0,00000	0,99200	0,00000	0,00000
MODAL	Mode	2	0,50092	0,00000	1,00000	0,00000	0,99200	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	3	0,45980	0,00796	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	4	0,08655	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	5	0,04353	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	6	0,03975	0,00000	0,00014	0,29300	1,00000	1,00000	0,29300
MODAL	Mode	7	0,03926	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,29300
MODAL	Mode	8	0,03844	0,00000	0,00001	0,02700	1,00000	1,00000	0,32000
MODAL	Mode	9	0,03827	0,00000	0,00000	0,00026	1,00000	1,00000	0,32000
MODAL	Mode	10	0,03729	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,32000
MODAL	Mode	95	0,00987	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99800
MODAL	Mode	96	0,00987	0,00000	0,00000	0,00110	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	97	0,00982	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	98	0,00969	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	99	0,00968	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	100	0,00962	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900

Tabla 5-2: Resultados Participación y Masa moda, Caso Tsunami.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,58030	0,99400	0,00000	0,00000	0,99400	0,00000	0,00000
MODAL	Mode	2	0,57194	0,00000	1,00000	0,00000	0,99400	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	3	0,51940	0,00640	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	4	0,08775	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	5	0,04401	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,00000
MODAL	Mode	6	0,04155	0,00000	0,00012	0,30600	1,00000	1,00000	0,30600
MODAL	Mode	7	0,04103	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,30600
MODAL	Mode	8	0,04016	0,00000	0,00001	0,02800	1,00000	1,00000	0,33400
MODAL	Mode	9	0,03895	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,33400
MODAL	Mode	10	0,03867	0,00000	0,00000	0,00045	1,00000	1,00000	0,33500
MODAL	Mode	95	0,00993	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99800
MODAL	Mode	96	0,00993	0,00000	0,00000	0,00089	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	97	0,00988	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	98	0,00978	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	99	0,00978	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900
MODAL	Mode	100	0,00972	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	0,99900

### 5.1.2 REACCIONES BASALES

El conocimiento de las reacciones basales es fundamental como mecanismo para verificar que las cargas se hayan transmitido completamente hacia las fundaciones. A continuación, se presentan los resultados para las reacciones basales:

Tabla 5-3: Reacciones Basales.

TABLE: Base Reactions							
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Carga Muerta	LinStatic	0	0	25597	177139	-550335	0
Carga Viva	LinStatic	0	0	29670	207690	-637905	0
Viento_X	LinStatic	-376	0	0	0	-10416	2507
Viento_Y	LinStatic	0	452	0	-12708	0	9722
Wave_X	LinStatic	-6167	0	0	0	-134761	40084
Wave_Y	LinStatic	0	6167	0	-134761	0	132585
T_min	LinStatic	0	0	0	0	0	0
T_max	LinStatic	0	0	0	0	0	0

Tabla 5-4: Reacciones Basales. (Caso Tsunami).

TABLE: Base Reactions							
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Carga Muerta	LinStatic	0	0	26283	181595	-565075	0
Carga Viva	LinStatic	0	0	29670	207690	-637905	0
Viento_X	LinStatic	-398	0	0	0	-10911	2649
Viento_Y	LinStatic	0	6619	0	-143036	0	142307
Wave_X	LinStatic	-7080	0	0	0	-153601	46021
Wave_Y	LinStatic	0	7080	0	-153601	0	152222
T_min	LinStatic	0	0	0	0	0	0
T_max	LinStatic	0	0	0	0	0	0

## 5.2 RESULTADOS ESPECIFICOS

### 5.2.1 DEFORMACIONES MAXIMAS

Para las condiciones de carga LRFD, se entrena las deformaciones máximas en cada dirección, con el objetivo de comparar si se cumple la deformación admisible en cada caso.

Considerando que la deformación máxima para cada elemento estará dada por la siguiente ecuación, obtenida de la norma NCh2369:

$$d_{m\acute{a}x} = 0,015 * H \quad (5-1)$$

Con esto los resultados son los siguientes:

Tabla 5-5: Deformaciones máximos y comparación con deformación admisible.

TABLE: Joint Displacements					
OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	¿Def. admisible?
Text	Text	mm	mm	mm	
LRFD(U0):1,4D	Combination	0,001	0,235	0,848	OK
LRFD(U1):1,2D+1,6L	Combination	0,005	0,774	3,375	OK
LRFD(U2x):1,2D+1,6Be+1,2Cx	Combination	18,955	29,448	1,300	OK
LRFD(U2y):1,2D+1,6Be+1,2Cy	Combination	6,372	42,784	1,491	OK
LRFD(U3y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmin	Combination	1,591	13,235	2,933	OK
LRFD(U3x):1,2D+1,6L+1,2Cx+1,2Tmin	Combination	15,171	1,358	3,526	OK
LRFD(U4x):1,2D+1,2Cx+Wx	Combination	14,807	0,221	0,952	OK
LRFD(U4y):1,2D+1,2Cy+Wy	Combination	0,095	14,594	0,668	OK
LRFD(U5x):1,2D+1,6L+1,2Cx+1,6Be	Combination	18,959	28,879	3,551	OK
LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be	Combination	6,370	42,215	3,239	OK
LRFD(U6x):1D+0,1L+1,6Ex	Combination	22,750	3,223	1,556	OK
LRFD(U6y):1D+0,1L+1,6Ey	Combination	0,096	21,774	1,816	OK
LRFD(U6z):1D+0,1L+1,6Ez	Combination	0,133	0,260	1,200	OK
LRFD(U7x):1D+1,6Ex	Combination	22,750	3,187	1,498	OK
LRFD(U7y):1D+1,6Ey	Combination	0,080	21,738	1,650	OK
LRFD(U7z):1D+1,6Ez	Combination	0,114	0,225	1,035	OK
LRFD(U8):1,2D+1,6L	Combination	0,386	0,774	3,375	OK
LRFD(U9x):1,2D+1L+1,2Cx+1Wx	Combination	14,808	0,576	2,395	OK
LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy	Combination	0,274	14,237	1,959	OK

Tabla 5-6: Deformaciones máximas y comparación con deformación admisible. (Caso Tsunami).

TABLE: Joint Displacements					
OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	¿Def. admisible?
Text	Text	mm	mm	mm	
LRFD(U0):1,4D	Combination	0,127	0,276	0,916	OK
LRFD(U1):1,2D+1,6L	Combination	0,442	0,894	3,547	OK
LRFD(U2x):1,2D+1,6Be+1,2Cx	Combination	28,190	36,906	1,472	OK
LRFD(U2y):1,2D+1,6Be+1,2Cy	Combination	7,851	58,118	1,764	OK
LRFD(U3y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmin	Combination	1,593	20,994	3,177	OK
LRFD(U3x):1,2D+1,6L+1,2Cx+1,2Tmin	Combination	23,154	1,480	3,958	OK
LRFD(U4x):1,2D+1,2Cx+Wx	Combination	23,210	0,259	1,185	OK
LRFD(U4y):1,2D+1,2Cy+Wy	Combination	0,107	37,110	1,069	OK
LRFD(U5x):1,2D+1,6L+1,2Cx+1,6Be	Combination	28,193	36,251	3,718	OK
LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be	Combination	7,849	57,463	3,256	OK
LRFD(U6x):1D+0,1L+1,6Ex	Combination	29,516	3,865	1,764	OK
LRFD(U6y):1D+0,1L+1,6Ey	Combination	0,111	28,351	2,046	OK
LRFD(U6z):1D+0,1L+1,6Ez	Combination	0,163	0,303	1,324	OK
LRFD(U7x):1D+1,6Ex	Combination	29,516	3,825	1,707	OK
LRFD(U7y):1D+1,6Ey	Combination	0,091	28,310	1,874	OK
LRFD(U7z):1D+1,6Ez	Combination	0,142	0,262	1,152	OK
LRFD(U8):1,2D+1,6L	Combination	0,442	0,894	3,547	OK
LRFD(U9x):1,2D+1L+1,2Cx+1Wx	Combination	23,211	0,668	2,539	OK
LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy	Combination	0,311	36,699	1,724	OK

## 5.2.2 ESFUERZOS MAXIMOS Y FACTORES DE UTILIDAD (FU)

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos para los esfuerzos máximos experimentados por los diferentes componentes de la estructura, como pilotes y vigas, bajo diversas combinaciones de cargas estáticas y dinámicas.

Con todo lo anterior se calculan los Factores de Utilización (FU) para cada elemento, Valores de FU menores o iguales a 1 indican que el elemento tiene la capacidad suficiente, ya que la tensión de trabajo se encuentra por debajo de la tensión admisible.

### 5.2.2.1 PILOTES DE ACERO

En el caso de los pilotes de acero se denominarán como muestra la figura siguiente:

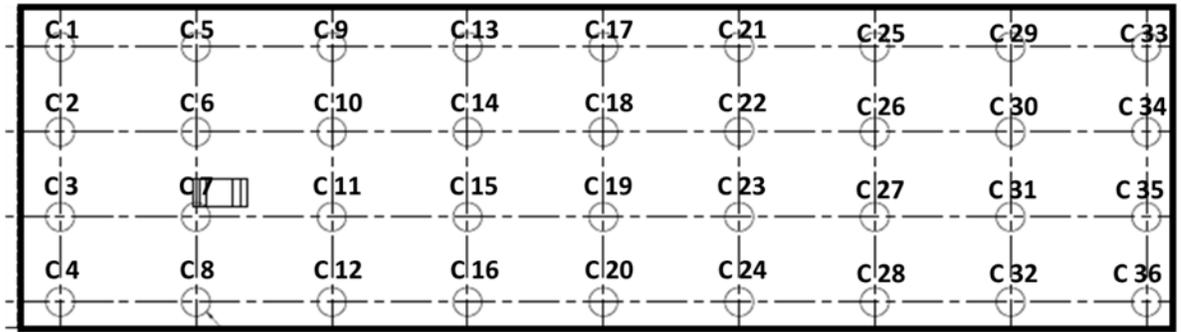


Figura 5-4: Denominación de pilotes de acero. (Vista en Planta).

En base a lo anterior los resultados obtenidos para los elementos de acero son los siguientes:

Tabla 5-7: Esfuerzos máximos y Factor de Utilización para cada elemento.

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-10					
Frame	DesignSect	DesignType	FU_Max	RatioType	Combo
Text	Text	Text	Unitless	Text	Text
C1	Pilote_Acero	Column	0,205	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C2	Pilote_Acero	Column	0,215	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C3	Pilote_Acero	Column	0,215	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C4	Pilote_Acero	Column	0,215	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C5	Pilote_Acero	Column	0,191	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C6	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C7	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C8	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C9	Pilote_Acero	Column	0,174	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C10	Pilote_Acero	Column	0,178	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C11	Pilote_Acero	Column	0,178	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C12	Pilote_Acero	Column	0,178	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C13	Pilote_Acero	Column	0,156	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C14	Pilote_Acero	Column	0,158	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C15	Pilote_Acero	Column	0,158	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C16	Pilote_Acero	Column	0,158	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C17	Pilote_Acero	Column	0,140	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C18	Pilote_Acero	Column	0,139	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C19	Pilote_Acero	Column	0,139	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C20	Pilote_Acero	Column	0,138	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C21	Pilote_Acero	Column	0,124	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C22	Pilote_Acero	Column	0,121	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C23	Pilote_Acero	Column	0,120	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C24	Pilote_Acero	Column	0,120	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C25	Pilote_Acero	Column	0,120	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C26	Pilote_Acero	Column	0,115	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C27	Pilote_Acero	Column	0,112	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C28	Pilote_Acero	Column	0,116	PMM	LRFD(U5x):1,2D+1,6L+1,2Cx+1,6Be
C29	Pilote_Acero	Column	0,126	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C30	Pilote_Acero	Column	0,120	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C31	Pilote_Acero	Column	0,117	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C32	Pilote_Acero	Column	0,116	PMM	LRFD(U5x):1,2D+1,6L+1,2Cx+1,6Be
C33	Pilote_Acero	Column	0,128	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C34	Pilote_Acero	Column	0,122	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C35	Pilote_Acero	Column	0,119	PMM	LRFD(U3x_max):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,2Tmax
C36	Pilote_Acero	Column	0,117	PMM	LRFD(U5x):1,2D+1,6L+1,2Cx+1,6Be

Tabla 5-8: Esfuerzos máximos y Factor de Utilización para cada elemento. (Caso Tsunami).

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-10					
Frame	DesignSect	DesignType	FU_Max	RatioType	Combo
Text	Text	Text	Unitless	Text	Text
C1	Pilote_Acero	Column	0,234	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C2	Pilote_Acero	Column	0,247	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C3	Pilote_Acero	Column	0,247	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C4	Pilote_Acero	Column	0,248	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C5	Pilote_Acero	Column	0,220	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C6	Pilote_Acero	Column	0,229	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C7	Pilote_Acero	Column	0,230	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C8	Pilote_Acero	Column	0,231	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C9	Pilote_Acero	Column	0,201	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C10	Pilote_Acero	Column	0,208	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C11	Pilote_Acero	Column	0,208	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C12	Pilote_Acero	Column	0,209	PMM	LRFD(U5y):1,2D+1,6L+1,2Cy+1,6Be
C13	Pilote_Acero	Column	0,195	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C14	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C15	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C16	Pilote_Acero	Column	0,198	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C17	Pilote_Acero	Column	0,195	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C18	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C19	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C20	Pilote_Acero	Column	0,198	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C21	Pilote_Acero	Column	0,195	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C22	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C23	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C24	Pilote_Acero	Column	0,198	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C25	Pilote_Acero	Column	0,195	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C26	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C27	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C28	Pilote_Acero	Column	0,198	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C29	Pilote_Acero	Column	0,195	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C30	Pilote_Acero	Column	0,200	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C31	Pilote_Acero	Column	0,200	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C32	Pilote_Acero	Column	0,199	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C33	Pilote_Acero	Column	0,191	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C34	Pilote_Acero	Column	0,196	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C35	Pilote_Acero	Column	0,196	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy
C36	Pilote_Acero	Column	0,195	PMM	LRFD(U9y):1,2D+1L+1,2Cy+1Wy

El diseño de los pilotes en este trabajo tiene un enfoque conservador, ya que los factores de utilización resultantes son cercanos o inferiores a 0.3.(Ver Tabla 5-7, Tabla 5-8) Esta elección refleja la intención de establecer un amplio margen de seguridad, buscando minimizar los riesgos de fallos o deformaciones inesperadas durante el servicio estructural. En este contexto, la estrategia se centra en garantizar la estabilidad y confiabilidad estructural de los pilotes, destacando su resistencia y capacidad para enfrentar diversas condiciones operativas.

#### 5.2.2.2 VIGAS HORMIGÓN

En el caso de las vigas de hormigón se tienen los siguientes resultados

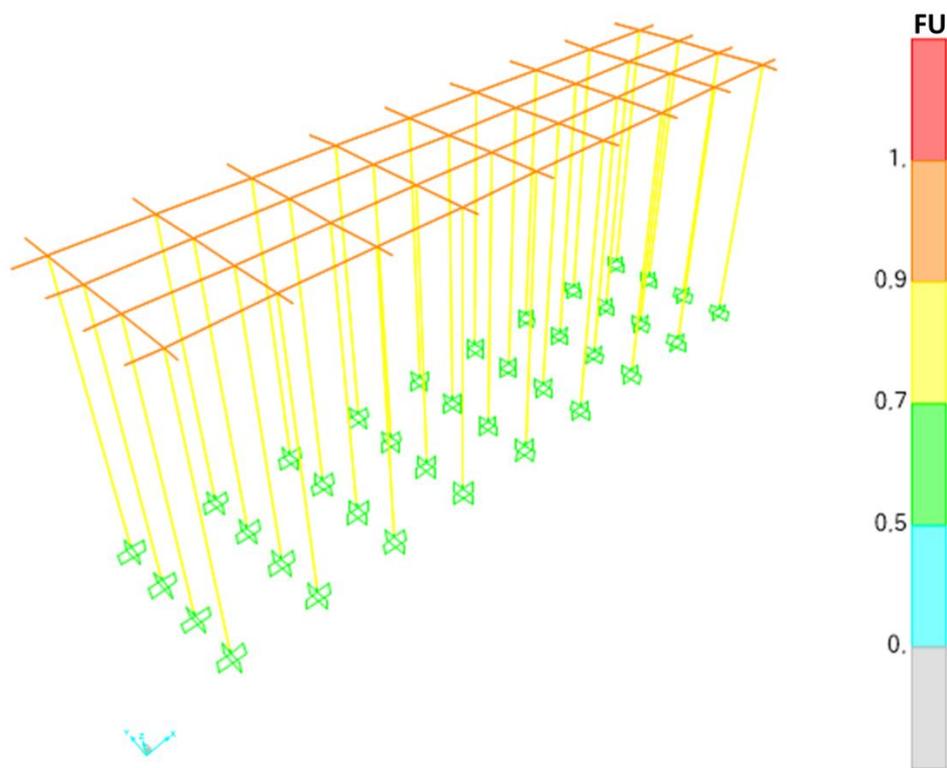
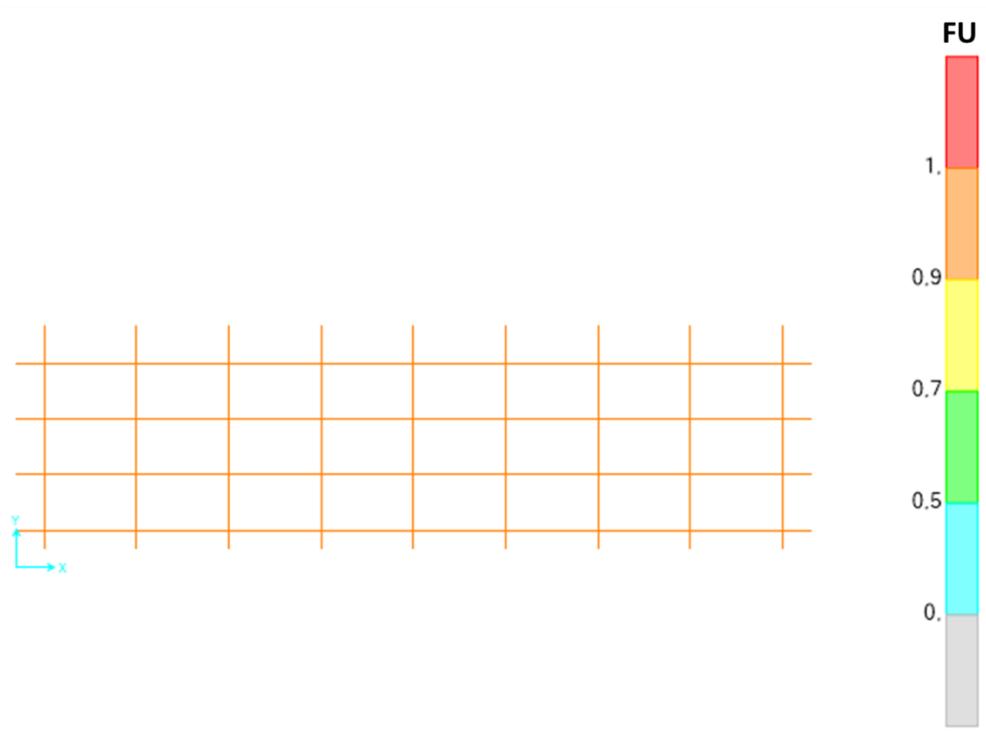


Figura 5-5: Factor de Utilización para vigas de hormigón. Vista 3D.



*Figura 5-6: Factor de Utilización para vigas de hormigón. Vista en planta.*

Los factores de utilización de las vigas de hormigón, que varían entre 0.9 y 1 (Ver Figura 5-5, Figura 5-6), reflejan la relación entre la capacidad máxima de carga y las tensiones reales durante el servicio. Un factor de utilización de 1 indica que la viga está operando al límite de su capacidad nominal, mientras que un valor de 0.9 denota un enfoque más conservador, utilizando solo el 90% de dicha capacidad. Los resultados muestran que los FU de las vigas de hormigón están más cercanos a 0.9 y por tanto cumplen con un criterio de diseño conservador.

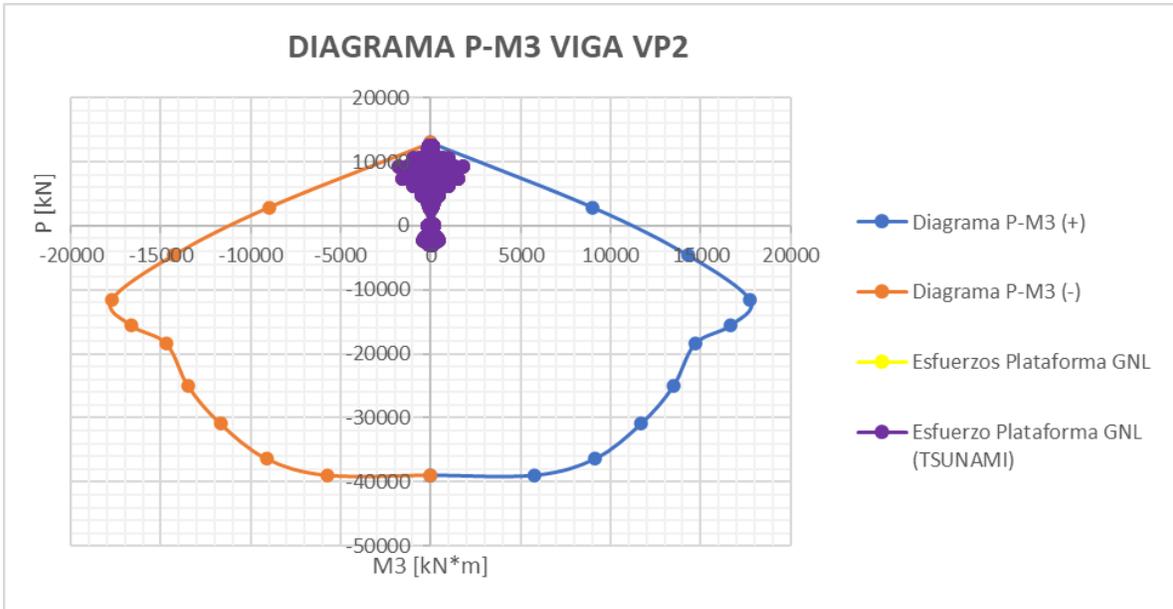


Figura 5-7: Diagrama P-M3 para vigas de hormigón VP2, además de los esfuerzos obtenidos.

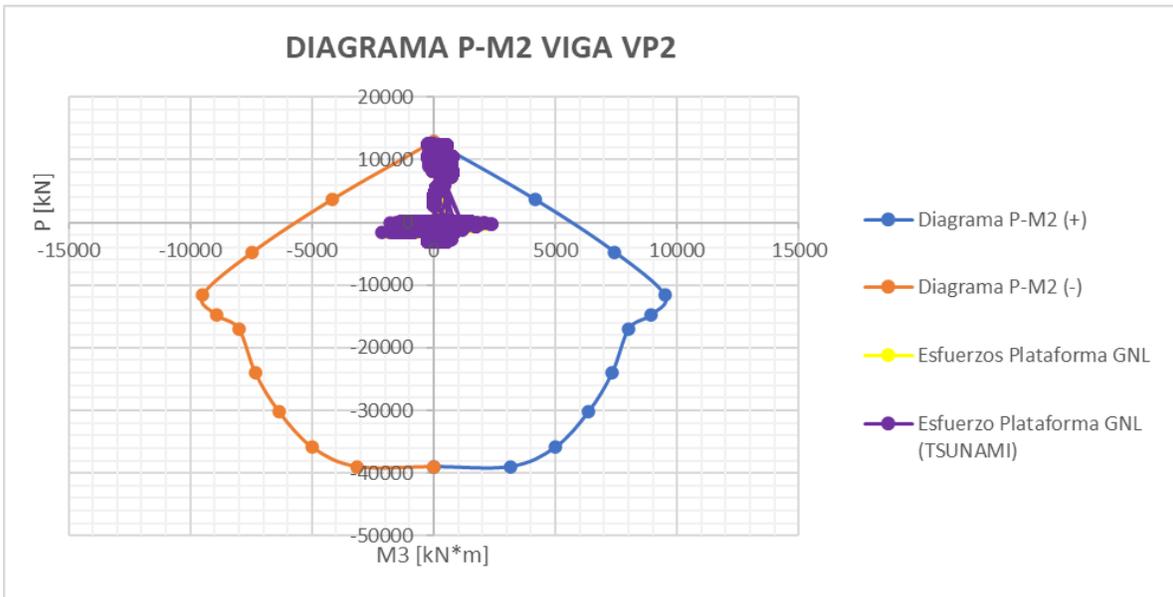


Figura 5-8: Diagrama P-M2 para vigas de hormigón VP2, además de los esfuerzos obtenidos.

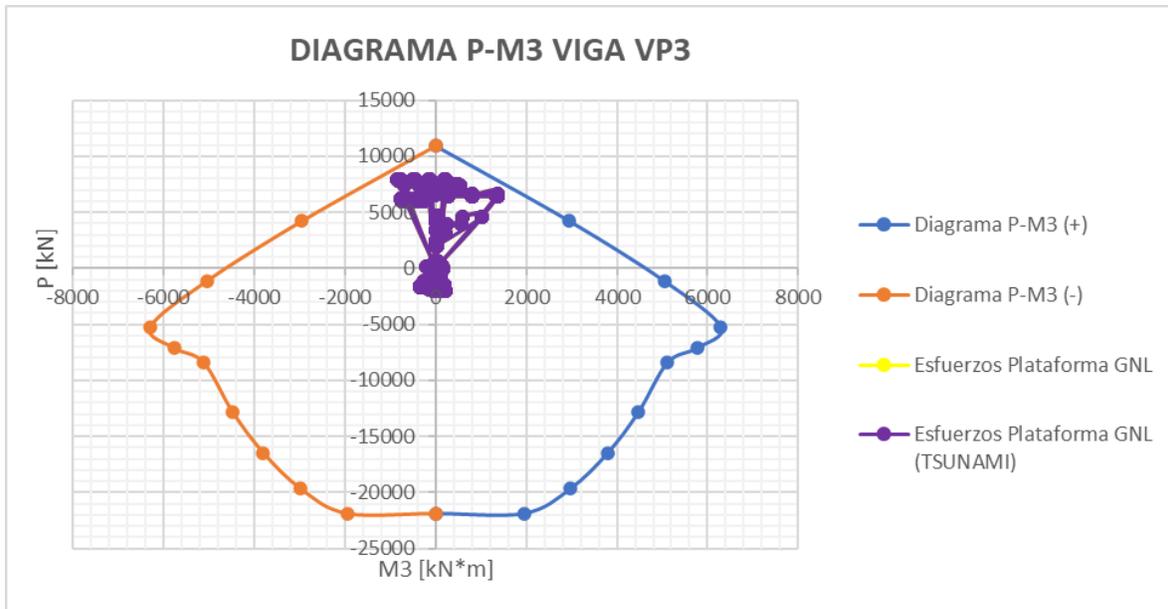


Figura 5-9: Diagrama P-M3 para vigas de hormigón VP3, además de los esfuerzos obtenidos.

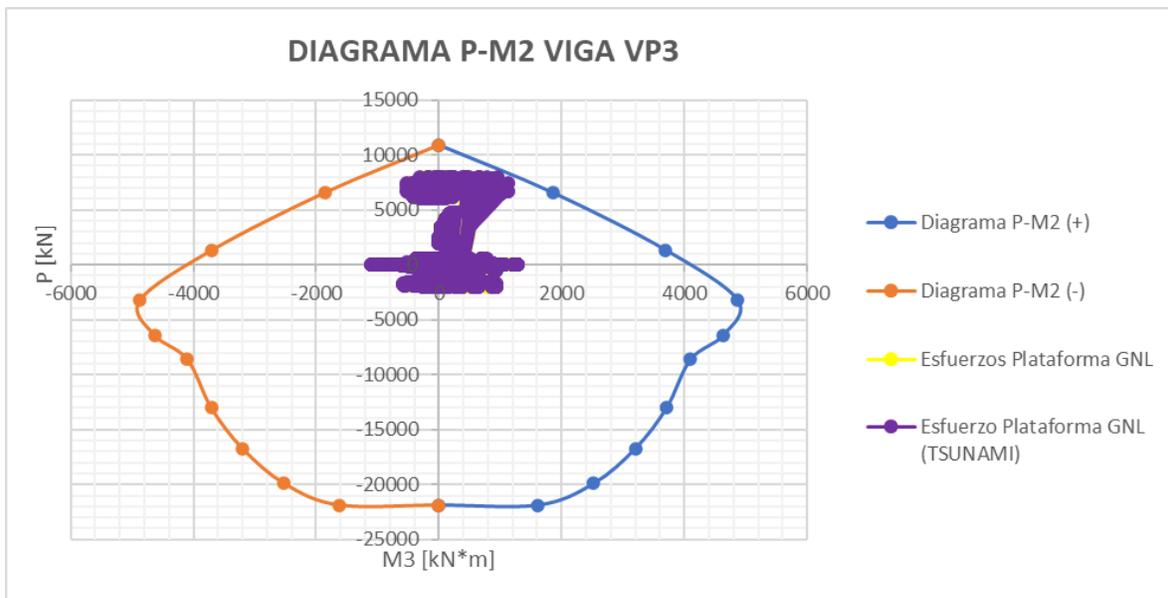


Figura 5-10: Diagrama P-M2 para vigas de hormigón VP2, además de los esfuerzos obtenidos.

El diagrama de interacción es una herramienta gráfica que representa las relaciones entre las fuerzas y momentos que actúan sobre un elemento estructural, esta herramienta es importante para visualizar cómo las cargas se distribuyen y cómo los momentos afectan la integridad estructural. Al asegurar que todos los esfuerzos estén dentro de este diagrama, se evitan posibles fallos o deformaciones indeseadas, manteniendo la estabilidad de la estructura.

En este contexto se puede ver que los esfuerzos calculados para cada viga (VP2 y VP3), están dentro del diagrama de interacción en todos los casos (Ver Figura 5-7, Figura 5-8, Figura 5-9, Figura 5-10). Es decir que los esfuerzos para los casos que consideran el efecto del tsunami y los casos que no consideran el efecto del tsunami, cumplen con los límites aceptables determinados por las propiedades materiales de la viga y los requisitos de diseño.

## 6 COMPARACIÓN DE COSTOS

---

En este capítulo, se llevará a cabo un análisis de costos con el fin de proporcionar una evaluación detallada de los costos asociados a la implementación de dos tipos de plataformas: la de hormigón armado premezclado y la de hormigón prefabricado, en el contexto específico de un terminal de Gas Natural Licuado (GNL). El objetivo será determinar cuál de estas opciones presentará una ventaja económica evidente en términos de inversión inicial y costos operativos a largo plazo para el proyecto en cuestión. En este análisis, se buscará brindar una base cuantitativa para respaldar las recomendaciones finales y decisiones de implementación del sistema de tableros prefabricados en el terminal de GNL.

### 6.1 PRECIOS DE MATERIALES

En este análisis, se entregará un énfasis particular a la determinación de los precios de materiales. Para ello, se empleará una combinación de herramientas, incluyendo el generador de precios de CYPECAD, el cual considera datos actualizados hasta 2008. Posteriormente, se llevará a cabo un reajuste de estos precios tomando como referencia el Índice de Precios al Consumidor (IPC) para el año 2023.

El proceso comenzará con la consulta de la base de datos de precios de CYPECAD, la cual proporciona una estructura de costos detallada y específica para distintos tipos de elementos constructivos que son almacenados en la base de datos del software. Esta herramienta se utilizará como punto de partida para estimar los costos de materiales en función de los precios de 2008.

Una vez obtenidos los precios iniciales, se procederá a aplicar un reajuste para reflejar la inflación desde 2008 hasta el año actual, 2023. Esto se logrará utilizando el Índice de Precios al Consumidor (IPC), el cual es una medida comúnmente utilizada para calcular la variación del nivel general de precios en una economía.

El cálculo del reajuste de precios se llevará a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$P_{2023} = P_{2008} \times \left(1 + \frac{IPC_{2023}}{IPC_{2008}}\right)$$

Donde:

$P_{2023}$ : Precio ajustado al año 2023.

$P_{2008}$ : Precio original de 2008.

$IPC_{2023}$ : Índice de Precios al Consumidor para el año 2023.

$IPC_{2008}$ : Índice de Precios al Consumidor para el año 2008.

En esta memoria el porcentaje de reajuste, considerando los precios del 2023 es de 83,6%

## 6.2 ANÁLISIS DE COSTOS

### 6.2.1 COSTOS FUNDACIONES PROFUNDAS

En esta sección se aborda el análisis de costos relacionados con las fundaciones profundas, específicamente el uso de pilotes de acero hincados. Para estimar los costos, se aplica la siguiente metodología.

En primer lugar, se determina el número total de pilotes de acero necesarios, basándose en los requerimientos estructurales y geotécnicos del proyecto ya mencionados en los capítulos anteriores. Luego, se calcula el costo de suministro, incluyendo la adquisición y transporte de los pilotes al lugar de construcción. Posteriormente, se estima el costo de preparación y fabricación de los pilotes, considerando procesos como cortado, soldadura y tratamiento anticorrosivo, etc.

La hincada de los pilotes en el suelo también se considera, teniendo en cuenta la profundidad de hincada y las condiciones del suelo. Adicionalmente, se incluyen los costos de inspección y verificación de los pilotes para asegurar su correcta instalación y cumplimiento de estándares de calidad. Finalmente, la suma de estos costos proporciona una estimación del costo total de las fundaciones profundas utilizando pilotes de acero hincados.

Es importante tener en cuenta que estos costos pueden variar según la ubicación geográfica, características del suelo y estándares de construcción locales. De esta forma es importante contar con la supervisión de un ingeniero geotécnico para validar los cálculos y

asegurar la seguridad estructural. Además, se debe tener en cuenta la posibilidad de contingencias presupuestarias para imprevistos durante la construcción de las fundaciones profundas, tales como: cambios en el tipo suelo y altura de socavación, la cual genere mayor longitud de hinca, entre otros.

## 6.2.2 PLATAFORMA DE HORMIGÓN ARMADO PREMEZCLADO (H.A)

Para esta sección del análisis de costos, se abordará un desglose que considere todos los ítems de las estructuras principales relacionados con la construcción in situ de la plataforma de hormigón armado. En primer lugar, se considerará el costo de los materiales, que incluirá la adquisición de cemento, arena, grava, refuerzo de acero y otros insumos necesarios para la construcción del hormigón armado. Los precios de estos materiales se calcularán conforme al generador de precios de CYPECAD, ajustados al año 2023 mediante el Índice de Precios al Consumidor (IPC) el cual corresponde a un 83,6%.

En segundo lugar, se contemplará el costo de la mano de obra, que abarcará los gastos laborales relacionados con diversas tareas como la preparación del terreno, traslado de moldaje, colocación de andamios y retiro, el montaje de armaduras y otras actividades asociadas con la construcción premezclado.

Luego de esto se considerarán los equipos y herramientas necesarios para la construcción. Esto incluirá el alquiler o adquisición de maquinaria y herramientas específicas como mezcladoras de concreto, grúas, encofrados, entre otros.

El proceso de hormigonado constituirá otro aspecto a evaluar. Esto englobará los costos asociados con el vertido, colocación, vibración y curado del hormigón, desde la preparación del terreno hasta la finalización de la losa de hormigón armado.

Además, se contemplarán los gastos de descimbre, que implicarán la remoción del encofrado una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia requerida.

Finalmente, se incluirán los costos indirectos y gastos generales. Esto abarcará otros gastos asociados con la construcción premezclado, como permisos para ejecutar obras sobre el mar, seguros, gestión de residuos y cualquier otro gasto no directamente atribuible a los materiales o la mano de obra.

La suma de estos elementos proporcionará el costo total estimado de la construcción premezclado de la plataforma de hormigón armado. Este desglose permitirá obtener una evaluación de los gastos asociados con esta opción de construcción, lo cual será crucial para la comparación y conclusiones.

### 6.2.3 PLATAFORMA DE HORMIGÓN PREFABRICADO (H.P)

Dentro del análisis de costos, se examina la construcción de la plataforma mediante elementos prefabricados. Este enfoque implica la adquisición y montaje de elementos prefabricados que conformarán la estructura de la plataforma de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL). Los costos asociados a esta modalidad incluyen diversas partidas específicas.

En primer lugar, se considera el costo de los materiales prefabricados, esto engloba los gastos relacionados con la adquisición de componentes prefabricados como vigas, losas y otros elementos estructurales.

En segundo lugar, se contemplan los gastos asociados con el montaje y unión de los elementos prefabricados en el sitio de construcción. Esto implica el uso de equipos especializados y la mano de obra necesaria para llevar a cabo esta operación de manera precisa y segura.

#### 6.2.3.1 *SPLICE SLEEVES*

Para el diseño de la Plataforma de Hormigón Prefabricado (H.P), se aborda de manera detallada el crucial aspecto de las conexiones Splice Sleeves. Estos conectores jugarán un papel fundamental en la integridad estructural de la plataforma, asegurando una unión robusta y confiable entre los elementos prefabricados.

Es importante resaltar que estos elementos están diseñados cumpliendo rigurosamente con los estándares de la norma ACI 318 como conexiones tipo II. Esta certificación no solo asegura su capacidad para aplicaciones de alta exigencia, sino que también permite considerar los elementos conectados como un conjunto monolítico en el diseño. Este enfoque proporciona una mayor cohesión y resistencia estructural, contribuyendo significativamente a la seguridad y estabilidad de la plataforma.

En cuanto al mortero utilizado en la instalación de los Splice Sleeves, se optará por el mortero de alta resistencia S22. Esta fórmula específica ha sido seleccionada por su alta durabilidad y capacidad de proporcionar una unión firme y duradera entre los elementos prefabricados. El mortero S22 se caracteriza por su excelente adherencia y resistencia a condiciones ambientales adversas, lo que lo convierte en una elección óptima para garantizar la solidez de las conexiones a lo largo del tiempo. Este enfoque meticuloso en la selección del mortero contribuirá significativamente a la longevidad y seguridad de la plataforma de carga y descarga de Gas Natural Licuado (GNL).



Figura 6-1: Esquema Conectores Splice Sleeves Con Mortero S22.

Continuando con el análisis de costos, se considerará el tiempo estimado requerido para completar el montaje de la plataforma prefabricada. Este factor será clave para la planificación y programación del proyecto en su totalidad.

Por último, se incluyen los costos indirectos y gastos generales. Esto abarca otros gastos asociados con la construcción de la plataforma prefabricada, como permisos para traslados, seguros y gestión de residuos. Además, se contemplan los gastos generales relacionados con la administración y supervisión del proyecto.

Al sumar estos elementos, se obtiene el costo total estimado de la construcción de la plataforma prefabricada. Este análisis proporciona una visión completa de los gastos asociados con esta modalidad de construcción y permite una comparación con la construcción premezclado de la plataforma de hormigón armado.

#### 6.2.4 COMPARACIÓN DE COSTOS FINALES

La comparación de costos finales entre el uso de hormigón prefabricado y hormigón armado premezclado para la plataforma de carga y descarga de GNL, resulta importante realizar una evaluación que trascienda la mera secuencia del cumplimiento de etapas.

Se debe considerar la complejidad añadida en la mano de obra, una variable significativa en un entorno marino, comparada con un ambiente terrestre más controlado. Esto se traduce en un potencial incremento de los costos. Además, la disponibilidad de trabajar sobre el mar es notablemente menor que en un área terrestre, como indican los datos recabados de la Capitanía de Puertos de Quinteros para los años 2020, 2021 y 2022. Estos datos revelan cuántos días estuvo la bahía abierta para operaciones y cuántos días estuvo cerrada, lo cual es crucial para la planificación y ejecución del proyecto.

Tabla 6-1: Registro Puerto Abierto y Cerrado Bahía Quinteros 2020.

BAHÍA QUINTERO 2020					
	NORMAL		RESTRINGIDO		DÍAS
ENERO	20, 09:45	20,40625	10, 14:15	10,59375	31
FEBRERO	22, 15:45	22,65625	06,08:15	6,34375	29
MARZO	28, 15:10	28,63194444	02, 08:50	2,368055556	31
ABRIL	18, 16:09	18,67291667	11, 07:51	11,32708333	30
MAYO	19, 16:10	19,67361111	11, 07:50	11,32638889	31
JUNIO	06, 10:00	6,416666667	23, 14:00	23,58333333	30
JULIO	22, 13:45	22,57291667	08, 10:15	8,427083333	31
AGOSTO	15, 19:25	15,80902778	15, 04:35	15,19097222	31
SEPTIEMBRE	13, 02:30	13,10416667	16, 21:30	16,89583333	30
OCTUBRE	22, 04:15	22,17708333	08,19:45	8,822916667	31
NOVIEMBRE	25, 04:55	25,20486111	04, 19:05	4,795138889	30
DICIEMBRE	21, 21:35	21,89930556	09, 02:25	9,100694444	31
<b>TOTAL</b>	<b>237 días, 05:24</b>		<b>128 días, 18:36</b>		<b>366</b>
<b>%</b>	<b>PUERTO ABIERTO (65%)</b>		<b>PUERTO CERRADO (35%)</b>		<b>100%</b>

Tabla 6-2: Registro Puerto Abierto y Cerrado Bahía Quinteros 2021.

BAHÍA QUINTERO 2021					
	NORMAL		RESTRINGIDO		DÍAS
ENERO	18, 11:15	18,46875	12,12:45	12,53125	31
FEBRERO	27, 20:20	27,84722222	00, 03:40	0,152777778	28
MARZO	27, 14:00	27,58333333	03, 10:00	3,416666667	31
ABRIL	19, 13:30	19,5625	10, 10:30	10,4375	30
MAYO	15, 04:05	15,17013889	15, 19:55	15,82986111	31
JUNIO	15, 16:10	15,67361111	14, 07:50	14,32638889	30
JULIO	14, 20:25	14,85069444	16, 03:35	16,14930556	31
AGOSTO	22, 07:04	22,29444444	08, 16:56	8,705555556	31
SEPTIEMBRE	14, 13:32	14,56388889	15, 10:28	15,43611111	30
OCTUBRE	15, 16:49	15,70069444	15, 07:11	15,29930556	31
NOVIEMBRE	17, 08:54	17,37083333	12, 15:06	12,62916667	30
DICIEMBRE	28, 07:37	28,31736111	02, 16:23	2,682638889	31
TOTAL	237 días, 09:41		127 días, 14:19		365

% **PUERTO ABIERTO (65%)** **PUERTO CERRADO (35%)** **100%**

Tabla 6-3: Registro Puerto Abierto y Cerrado Bahía Quinteros 2022.

BAHÍA QUINTERO 2022					
	NORMAL		RESTRINGIDO		DÍAS
ENERO	25, 16:39	25,69375	05,07:21	5,30625	31
FEBRERO	25, 17:43	25,73819444	02, 06:17	2,261805556	28
MARZO	17, 16:06	17,67083333	13, 07:54	13,32916667	31
ABRIL	17, 18:15	17,76041667	12, 05:45	12,23958333	30
MAYO	23, 07:18	23,30416667	07, 16:42	7,695833333	31
JUNIO	16, 19:52	16,82777778	13, 04:08	13,17222222	30
JULIO	10, 02:17	10,09513889	20, 21:43	20,90486111	31
AGOSTO	18, 09:04	18,37777778	12, 14:56	12,62222222	31
SEPTIEMBRE	17, 13:54	17,57916667	12, 10:06	12,42083333	30
OCTUBRE	21, 00:50	21,03472222	09, 23:10	9,965277778	31
NOVIEMBRE	21, 03:54	21,1625	08, 20:06	8,8375	30
DICIEMBRE	24, 14:22	24,59861111	06, 09:38	6,401388889	31
TOTAL	239 días, 20:14		125 días, 03:46		365

% **PUERTO ABIERTO (66%)** **PUERTO CERRADO (34%)** **100%**

Este análisis se complementa con el gráfico en el que se comparan los resultados entre ambas metodologías constructivas.

Todos los aumentos en los costos en la construcción de la plataforma debido a las consecuencias directas o indirectas del trabajo en ambiente marino se denominan "amplificación marítima porcentual". En el caso de esta memoria la amplificación marítima porcentual considera los siguientes factores:

#### **6.2.4.1 REGISTRO PUERTO ABIERTO Y PUERTO CERRADO**

En base a los registros entregados por la Capitanía de Quinteros (Tabla 6-1, Tabla 6-2, Tabla 6-3), se considera un aumento en los costos de construcción de un 35%, además de un 15% adicional por posibles variaciones climáticas que aumenten los días en que el puerto está cerrado.

#### **6.2.4.2 DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS**

En entornos terrestres, la disponibilidad de equipos de construcción suele ser más amplia y accesible. La variedad de maquinaria, como grúas, excavadoras y transportadores, se adapta fácilmente a las necesidades del proyecto. La infraestructura terrestre bien establecida permite un despliegue eficiente de equipos, y las condiciones previsibles facilitan la planificación logística.

Por otro lado, en entornos marinos, la disponibilidad de equipos se ve restringida por las particularidades que conlleva trabajar sobre el agua. La selección de maquinaria está limitada por la necesidad de equipos especializados capaces de funcionar en plataformas flotantes o embarcaciones.

En base en lo mencionado previamente y considerando que la construcción con elementos prefabricados implica una ejecución más rápida y, por ende, costos inferiores que la alternativa de hormigón premezclado, se propone un incremento en los costos asociados a la plataforma de hormigón premezclado en un rango del 20 al 45%.

#### **6.2.4.3 LOGISTICA Y DIFICULTADES DE ACCESO**

El transporte de materiales y equipos hasta una ubicación marina es más costoso que en áreas terrestres, ya que implican desafíos logísticos, de transporte y almacenamiento de materiales, así como en la movilización de personal y maquinaria especializada. En consecuencia, se aplica un aumento en los costos de la plataforma de hormigón premezclado del orden de 20-35% en comparación a la plataforma de hormigón prefabricado.

#### **6.2.4.4 RENDIMIENTO EN TIERRA**

El rendimiento de las construcciones en tierra y las construcciones marítimas difiere significativamente debido a las condiciones únicas que cada entorno impone.

Las ventajas de utilizar elementos prefabricados sobre elementos de hormigón premezclado radican en la reducción de costos asociados la mano de obra especializada requerida para trabajos dentro en obra. La fabricación de elementos prefabricados en entornos controlados permite una mayor precisión y eficiencia en la producción, minimizando así los riesgos asociados con las condiciones marítimas impredecibles. Por este motivo se considera un aumento en los costos de la plataforma hormigón premezclado del 50%, en comparación a la plataforma de hormigón prefabricado.

A modo de resumen se presentan algunas tablas comparativas (Ver Tabla 6-4, Tabla 6-5, Tabla 6-6, Tabla 6-7) entre costos relacionados a la plataforma de Hormigón Premezclado y la plataforma de Hormigón Prefabricado. Es importante notar que la amplificación marítima porcentual está dada por aspectos tales como la disponibilidad de la bahía para realizar los trabajos de construcción, la complejidad de la mano de obra en este tipo de ambientes, los posibles retrasos en la maquinaria que incluyen un aumento de costos en la construcción de las plataformas. Particularmente estos efectos se ven reflejado en los costos de la plataforma de hormigón premezclado. (Ver Figura 6-2). Figura 6-2: Diferencias Porcentuales en Costos de la Plataforma de GNL de Hormigón Premezclado v/s Hormigón Prefabricado, considerando amplificación porcentual en costos relacionados al ambiente marítimo.

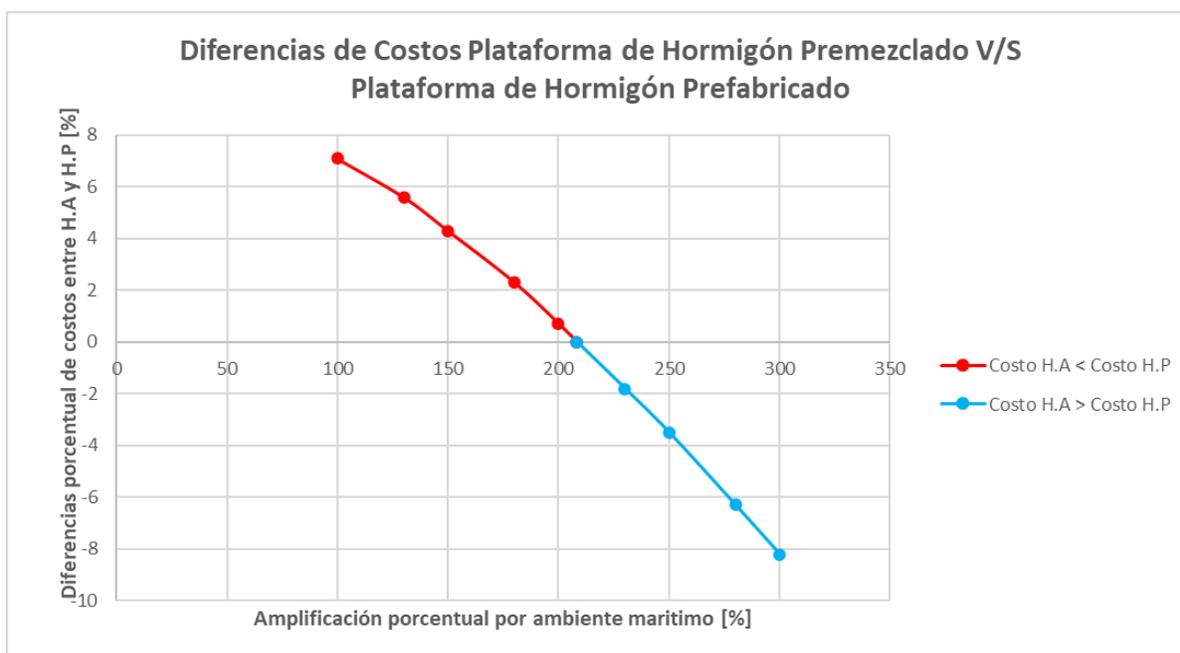


Figura 6-2: Diferencias Porcentuales en Costos de la Plataforma de GNL de Hormigón Premezclado v/s Hormigón Prefabricado, considerando ampliificación porcentual en costos relacionados al ambiente marítimo.

Tabla 6-4: Resumen Comparación de costos entre plataforma de Hormigón premezclado y Hormigón Prefabricado, considerando una ampliificación marítima del 100%.

<b>100%</b>		
<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO (H.A) \$ USD</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO (H.P) \$ USD</b>
PILOTES	USD 6.000.557	USD 6.000.557
VIGAS	USD 290.185	USD 713.550
LOSAS	USD 79.565	USD 82.751
<b>TOTAL</b>	<b>USD 6.370.307</b>	<b>USD 6.796.858</b>

Tabla 6-5: Resumen Comparación de costos entre plataforma de Hormigón premezclado y Hormigón Prefabricado, considerando una ampliificación marítima del 150%.

<b>150%</b>		
<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO (H.A) \$ USD</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO (H.P) \$ USD</b>
PILOTES	USD 6.000.557	USD 6.000.557
VIGAS	USD 429.241	USD 731.591
LOSAS	USD 128.242	USD 94.092
<b>TOTAL</b>	<b>USD 6.558.040</b>	<b>USD 6.826.240</b>

Tabla 6-6: Resumen Comparación de costos entre plataforma de Hormigón premezclado y Hormigón Prefabricado, considerando una ampliación marítima del 200%.

<b>200%</b>		
<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO (H.A) \$ USD</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO (H.P) \$ USD</b>
PILOTES	USD 6.000.557	USD 6.000.557
VIGAS	USD 623.919	USD 756.848
LOSAS	USD 196.389	USD 109.968
<b>TOTAL</b>	<b>USD 6.820.865</b>	<b>USD 6.867.374</b>

Tabla 6-7: Resumen Comparación de costos entre plataforma de Hormigón premezclado y Hormigón Prefabricado, considerando una ampliación marítima del 300%.

<b>300%</b>		
<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO (H.A) \$ USD</b>	<b>COSTO PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO (H.P) \$ USD</b>
PILOTES	USD 6.000.557	USD 6.000.557
VIGAS	USD 1.180.141	USD 829.012
LOSAS	USD 391.097	USD 155.330
<b>TOTAL</b>	<b>USD 7.571.796</b>	<b>USD 6.984.899</b>

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### 7.1 CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo desarrollado en esta tesis se presentan las siguientes conclusiones:

#### 7.1.1 ESTRUCTURACIÓN Y MODELO

- La presencia de tsunamis tiene un impacto significativo en las deformaciones máximas de la plataforma, subrayando la importancia de considerar este factor en el diseño estructural. Se observa un aumento en las deformaciones debido a la presencia del tsunami de entre un 20-33% para las direcciones X e Y, a diferencia del aumento en Z, el cual es aproximadamente un 10%. La omisión del efecto de tsunami en el diseño es un factor de riesgo que conduce a subestimar las deformaciones y comprometer la integridad de la estructura durante eventos sísmicos.
- Para las combinaciones específicas de cargas mostradas en este trabajo, se observa en los casos donde se combinan las cargas de atraque con las cargas de oleaje extremo, actuando simultáneamente con las cargas muertas y vivas, resultan en deformaciones notables. A pesar de que estas deformaciones son importantes, los pilotes cumplen con las deformaciones admisibles. Sin embargo, en caso de que las deformaciones fuesen aún mayores y no cumplieren con las deformaciones admisibles, se recomienda el uso de pilotes inclinados que reduzcan las deformaciones de la plataforma.
- Las direcciones U1 (dirección en X) y U2 (dirección en Y), experimentan las deformaciones máximas más significativas, lo que indica una sensibilidad especial en estas direcciones. Se observa que las deformaciones, en general, son mayores en la dirección Y que en X. Esto se debe a que las dimensiones de la plataforma propuesta permiten mayor desplazamiento en la dirección Y que en X. (Ver Figura 2-11, Figura 2-12)
- La estructura mantiene su estabilidad y seguridad en ambas condiciones (con y sin tsunami), demostrando la robustez del diseño.

- En la evaluación de los pilotes, se observa que los pilotes C1 y C2 son sometidos a los esfuerzos máximos más elevados en ambos escenarios. Por otro lado, los pilotes C17 a C36 exhiben esfuerzos máximos y factores de utilización relativamente bajos, indicando que están menos afectados por la carga y poseen un margen de muy por debajo de lo normal. Asimismo, los pilotes C25 a C28 muestran un comportamiento consistente en ambas condiciones, lo que sugiere una resistencia adecuada a la socavación del suelo por el tsunami, fortaleciendo la confianza en su capacidad de respuesta ante una eventual socavación producto del tren de olas generadas por un tsunami.
- Los pilotes están diseñados de manera conservadora, con factores de utilización cercanos o por debajo de 0.3, proporcionando un amplio margen de seguridad.

#### 7.1.2 PRESUPUESTO

- El hormigón armado premezclado es más económico que el prefabricado en ambientes marinos siempre y cuando se tuviese una disponibilidad constructiva muy parecida a la disponibilidad de realizar trabajos en un ambiente terrestre.
- En condiciones marítimas, donde la disponibilidad constructiva se ve afectada por las restricciones de puerto cerrado (como en el caso de La Bahía de Quinteros), además de las complicaciones propias de trabajar en el mar ya sea inexperiencia, utilización de embarcaciones o plataformas, equipos especializados, así como el transporte de materiales y herramientas. En este escenario, la plataforma de hormigón prefabricado resulta ser la opción más económica y eficaz en mitigar estos desafíos constructivos.
- La elección de construir la plataforma usando hormigón prefabricado se basa en su mayor disponibilidad, eficiencia constructiva y menor necesidad de equipos especializados en condiciones marítimas complicadas.

#### 7.1.3 CONSTRUCTIBILIDAD

- La realización de ensayos geotécnicos es esencial para obtener información detallada sobre las condiciones del suelo y garantizar un diseño adecuado y que no sufra cambios durante la construcción.
- La implementación de splice sleeves en las uniones de elementos estructurales, permite un comportamiento monolítico en la estructura. Esto se traduce en una mayor

eficiencia en el traspaso de cargas entre barras y, en última instancia, en una mejora significativa en la capacidad de carga y resistencia de la plataforma. Esto se debe a que no se tiene un enjambre de barras para traslapeo.

- La utilización de splice sleeves ofrece ventajas constructivas notables al facilitar la instalación de las uniones y reducir la complejidad de los procesos de montaje. Esta eficiencia en la ejecución se traduce en una optimización del tiempo y recursos destinados a la construcción, lo que resulta en una ventaja competitiva y económica para el proyecto.
- La presencia de splice sleeves en las uniones de elementos estructurales contribuye de manera sustancial a mitigar la pérdida de resistencia que tradicionalmente puede experimentarse en las zonas de unión. Esta solución innovadora fortalece la continuidad y estabilidad estructural, asegurando que la plataforma mantenga su integridad y desempeño incluso en condiciones de carga extremas o situaciones sísmicas.

#### 7.1.4 SÍSMICAS

- En esta memoria no se consideró licuefacción del suelo de fundación, sin embargo, es importante mencionar que el cálculo del potencial de licuefacción es crucial para evaluar la susceptibilidad del suelo ante eventos sísmicos y tomar medidas de mitigación adecuadas.
- La consideración de espectros de diseño específicos garantiza que la estructura esté diseñada para resistir cargas sísmicas de acuerdo a las características del suelo y al entorno del proyecto. Ya que el suelo tipo IV de la Nch2369, el cual podría ser licuable no es considerado en el diseño de la plataforma de carga.
- El diseño de la plataforma de hormigón prefabricado y armado es adecuado y seguro para suelos de tipo I, II y III, según la clasificación de la NCh 2369, lo que asegura una solución estructural robusta y confiable para terminales de Gas Natural Licuado (GNL).
- Para suelos de tipo IV con mayor potencial de licuefacción, no se puede garantizar un rendimiento óptimo del diseño. Por tanto, se recomienda realizar ensayos geotécnicos como el Sondeo de Penetración Estándar (SPT) para determinar la

estratificación del suelo y calcular el potencial de licuefacción, lo que será esencial para la evaluación sísmica y el diseño adecuado de la estructura.

## 7.2 RECOMENDACIONES

De esta manera, si se quisiera implementar este tipo de plataforma se recomienda lo siguiente:

### 7.2.1 ESTRUCTURACIÓN Y MODELO

#### 7.2.1.1 *CONSIDERAR TSUNAMIS EN EL DISEÑO*

- Asegurarse de incluir la presencia de tsunamis en el diseño estructural para evitar subestimar deformaciones durante eventos sísmicos.
- Evaluar el uso de pilotes inclinados en caso de deformaciones mayores, especialmente en combinaciones específicas de cargas.

#### 7.2.1.2 *SENSIBILIDAD EN DIRECCIONES U1 Y U2*

- Dado que las direcciones U1 (X) y U2 (Y) muestran deformaciones máximas significativas, prestar especial atención a la resistencia en estas direcciones durante el diseño y la construcción.

#### 7.2.1.3 *ROBUSTEZ DEL DISEÑO*

- Confirmar que la estructura mantiene su estabilidad y seguridad en ambas condiciones (con y sin tsunami) para garantizar la robustez del diseño estructural.

### 7.2.2 PRESUPUESTO

#### 7.2.2.1 *ELECCIÓN DE MATERIALES*

- Evaluar la disponibilidad constructiva y las restricciones del entorno marino al decidir entre hormigón armado premezclado y prefabricado.
- Considerar la plataforma de hormigón prefabricado como la opción más económica, especialmente en entornos marítimos desafiantes.

### 7.2.2.2 *MITIGACIÓN DE DESAFÍOS CONSTRUCTIVOS*

- Planificar estrategias para superar las complicaciones de trabajar en el mar, como la inexperiencia, la utilización de embarcaciones y la disponibilidad de equipos especializados.

### 7.2.3 *CONSTRUCTIBILIDAD*

#### 7.2.3.1 *ENSAYOS GEOTÉCNICOS*

- Realizar ensayos geotécnicos detallados para comprender las condiciones del suelo y garantizar un diseño apropiado y resistente.

#### 7.2.3.2 *USO DE SPLICE SLEEVES*

- Considerar el uso de Splice Sleeves en las uniones de elementos estructurales para mejorar la eficiencia en el traspaso de cargas, facilitar la instalación y reducir la complejidad del montaje.

#### 7.2.3.3 *VENTAJAS CONSTRUCTIVAS*

- Destacar las ventajas constructivas de las Splice Sleeves en términos de optimización del tiempo y los recursos destinados a la construcción.

### 7.2.4 *SÍSMICAS*

#### 7.2.4.1 *CONSIDERAR LICUEFACCIÓN DE SUELOS*

- Incluir el cálculo del potencial de licuefacción en el diseño para evaluar la susceptibilidad del suelo ante eventos sísmicos.

#### 7.2.4.2 *DISEÑO ADECUADO PARA TIPOS DE SUELO*

- Confirmar que el diseño de la plataforma es adecuado y seguro para suelos de tipo I, II y III, según la clasificación de la NCh 2369.

#### 7.2.4.3 *ENSAYOS GEOTÉCNICOS ADICIONALES*

- Recomendar ensayos geotécnicos, como el Sondeo de Penetración Estándar (SPT), para suelos de tipo IV con mayor potencial de licuefacción, con el objeto de evitar los efectos negativos de la licuefacción, tales como los asentamientos diferenciales.

## 8 GLOSARIO

---

Para entender algunos términos de la presente memoria se entrega el siguiente glosario:

1. **Agua de lastre:** El agua que se utiliza para equilibrar el peso del buque cuando no está cargado.
2. **Altura:** la altura de un buque metanero está relacionada con su capacidad para transportar GNL a presiones y temperaturas criogénicas. La altura de un buque metanero suele estar entre 35 y 40 metros.
3. **Arqueo:** Es la medida del volumen total de un buque. El arqueo bruto (GT) es la medida del espacio interior del buque, mientras que el arqueo neto (NT) es el espacio disponible para carga.
4. **Bombas de transferencia:** Las bombas que se utilizan para transferir el GNL desde los tanques de almacenamiento a los barcos o camiones cisterna.
5. **Bulbo de proa:** Una estructura en forma de bulbo que se encuentra en la parte delantera del casco de un buque y que ayuda a reducir la resistencia y aumentar la eficiencia del combustible.
6. **Calado:** el calado del buque metanero es la profundidad del buque debajo de la línea de flotación. El calado varía en función de la carga del buque, y generalmente oscila entre 12 y 15 metros.
7. **Casco:** Es la estructura principal del buque que flota sobre el agua y soporta su peso y carga.
8. **Criogenia:** La rama de la física que se ocupa del comportamiento de los materiales a temperaturas muy bajas.
9. **Eslora en la línea de flotación:** la eslora en la línea de flotación es la longitud del buque en la superficie del agua. Esta dimensión está relacionada con la velocidad de crucero del buque y suele oscilar entre 240 y 320 metros.
10. **Eslora:** Es la longitud total de un buque medida desde su proa hasta su popa.
11. **Estabilidad:** La capacidad de un buque para mantenerse equilibrado en el agua. La estabilidad puede verse afectada por varios factores, como la carga, el viento y las olas.

12. **Estudio de riesgos:** El análisis que se realiza para identificar y evaluar los posibles riesgos asociados con la carga y descarga de GNL y para desarrollar estrategias de mitigación.
13. **Gas Natural Licuado (GNL):** El gas natural que se ha enfriado y condensado a  $-162^{\circ}\text{C}$ , convirtiéndolo en líquido para su transporte y almacenamiento.
14. **Manga:** la manga de un buque metanero suele estar entre 40 y 50 metros. La manga es la anchura máxima del buque y está relacionada con su estabilidad en el agua.
15. **Plataforma de carga y descarga:** Una estructura que permite la carga y descarga de GNL en barcos o camiones cisterna.
16. **Plataforma offshore:** Una estructura fija o flotante que se utiliza para exploración y extracción de petróleo y gas en el mar.
17. **Propulsión:** El sistema de energía que mueve el buque a través del agua. Puede ser por motores diésel, motores eléctricos, hélices, turbinas, etc.
18. **Separadores:** Los dispositivos que se utilizan para separar el GNL de otros gases y líquidos durante la carga y descarga.
19. **Sistema de monitoreo:** El sistema utilizado para monitorear y controlar el flujo y la presión del GNL durante la carga y descarga.
20. **Sistema de recuperación de vapor:** El sistema que se utiliza para recuperar el gas evaporado durante la carga o descarga de GNL y reducir las emisiones a la atmósfera.
21. **Tanques de almacenamiento:** Los tanques que se utilizan para almacenar GNL antes de su carga o después de su descarga en la plataforma.
22. **Tonnage:** El peso total de un buque, incluyendo su carga y suministros.
23. **Válvulas de seguridad:** Las válvulas que se utilizan para controlar la presión en los tanques de almacenamiento y evitar sobrepresiones o bajo presiones peligrosas.
24. **Velocidad de buque:** La velocidad sostenible a la que un buque puede navegar durante largos períodos de tiempo sin dañar el motor.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] American Institute of Steel Construction (AISC 360). (2016). *Specification for Structural Steel Buildings*.
- [2] 2A-WSD, A. R. (2019). *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms*.
- [3] Agencia Energética del Gobierno Vasco. (2023).
- [4] Agency, C. I. (2009). *The World Fact Book. Country comparison - Merchant marine*.
- [5] American Concrete Institute (ACI 318). (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.
- [6] American Society of Civil Engineers (ASCE 7). (2016). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*.
- [7] American Society of Civil Engineers (ASCE). (2020). *Guidance for design and operation of LNG bunkering facilities*.
- [8] ASCE-7. (2020). *Guidance for design and operation of LNG bunkering facilities*.
- [9] Asociación de Gas Natural Licuado (LNG Industry). (2023). Obtenido de [www.lngindustry.com](http://www.lngindustry.com)
- [10] Asociación Gas Natural Chile (AGN). (2023). Obtenido de [www.agnchile.cl](http://www.agnchile.cl)
- [11] CONSTRUMÁTICA, M. d. (2021). *Ventajas y Desventajas de la Construcción Prefabricada*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Ventajas\\_y\\_Desventajas\\_de\\_la\\_Construcci%C3%B3n\\_Prefabricada](https://www.construmatica.com/construpedia/Ventajas_y_Desventajas_de_la_Construcci%C3%B3n_Prefabricada)
- [12] Díaz, G. G. (2021). *Propuesta De Diseño Para Un Muelle De Servicio Y Atraque Para El Terminal De Quintero*.
- [13] Dirección de Obras Portuarias (DOP)/ Ministerio de Obras Públicas Chile (MOP). (2013). *Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras*.
- [14] Empresa de Distribución de Gas Natural Licuado (ENESTAS). (2023). Obtenido de <https://www.enestas.com/terminales-en-puerto-para-gnl/>
- [15] Empresa Nacional del Petróleo (ENAP). (2023). Obtenido de <https://www.enap.cl/>

- [16] Galiana, J. M. (2015). *La gestión del transporte. Introducción a la cadena de transporte. Barcelona (España).*
- [17] GasAtacama Chile S.A. (2023).
- [18] GL, S. d. (2018). *Guidance on LNG Marine Fuel & Bunkering Infrastructure.*
- [19] Gobierno De España, Ministerio De Fomento. (2011). *Recomendaciones para Obras Marítimas de España (ROM).*
- [20] International Gas Union (IGU). (2023). Obtenido de [www.igu.org](http://www.igu.org)
- [21] JAPAN, T. O. (2020). *ECHNICAL STANDARDS AND COMMENTARIES FOR PORT AND HARBOUR FACILITIES IN JAPAN.*
- [22] Marino, I. (2023). *Tipos de Tanques en Buques Gaseros.* Obtenido de <https://ingenieromarino.com/tipos-de-tanques-en-buques-gaseros-sistemas-de-contencion/>
- [23] Miyashita, K. (2015). *THE LARGER LNG CARRIER (145,000 m3 TYPE),AIMING AT LOW OPERATION COST.*
- [24] Quesada, F. B. (2008). *"Evaluación del Potencial de Licuefacción de Suelos". Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción. Instituto Tecnológico De Costa Rica Escuela De Ingeniería En Construcción.*
- [25] Salazar, Y. S. (2006). *Estacionamiento Subterráneo con elementos prefabricados de Tensocret. Tesis para optar al título de Constructor Civil. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile.* Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcis127e/doc/bmfcis127e.pdf>
- [26] SCRIBD. (2015). *Descripción Y Tipología De Muelles.* Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/217128008/DESCRIPCION-Y-TIPOLOGIA-DE-MUELLES>
- [27] Sociedad de Clasificación DNV GL. (2018). *Guidance on LNG Marine Fuel & Bunkering Infrastructure.*
- [28] TRELLEBORG MARINE AND INFRASTRUCTURE. (2014). *Fender System\_R1.*
- [29] UFC 4-152-01. (2017). *DESIGN: PIERS AND WHARVES.*
- [30] Vicenzot, J. H. (2019). *Diseño De Un Terminal Marítimo Multiboya Para Transferencia De Petróleo En Coronel, Región Bio-Bio, Chile.*

## ANEXOS

---

A. PRESUPUESTO TOTAL OBRA COMPARATIVA HORMIGÓN PREMEZCLADO  
V/S HORMIGÓN PREFABRICADO

PRESUPUESTO TOTAL OBRA COMPARATIVA PREFABRICADA  
(SUBTERRÁNEOS)



# TENSOCRET

OFERTA ECONOMICA

MELLADO y

LTDA.,

OBRA	SUPERMERCADO BIGGER		Fecha	junio 22, 2004	
<b>Plazo ejecución de obra (días)</b>		180	<b>Superficie construida (m2)</b>		
No se considera : Movimiento de tierra, socalzados, entibaciones, cierros divisorios, estructura metálica, rellenos detrás de muros		2º sub	2.990	2º piso	378
		1º sub	3.310	3º piso	378
		1º piso	3.265	4º piso	-
		<b>TOTAL</b>			
<b>Ubicación</b>	OSORNO				
ITEM	DESIGNACION	UN	CANT	Precio UNIT (UF)	Subtotal (UF)
<b>I</b>	<b>PUESTA EN MARCHA</b>				
1	Instalaciones provisionarias	GL	1	278,89	278,89
2	Construcciones provisionarias	GL	1	568,3	568,3
3	Cierres provisionarios c/OSB H=2,40 mts. (perimetro de la obra)	ml	161	0,73	117,53
	<b>Subtotal</b>				<b>964,72</b>
<b>II</b>	<b>TRABAJOS PROVISORIOS</b>				
1	Replanteo y trazado durante la obra	GL	1	481,9	481,9
	<b>Subtotal</b>				<b>481,9</b>
<b>A</b>	<b>FUNDACIONES</b>				
1	Excavación a máquina de fundaciones y extracción	m³	1200	0,2120	254,4
2	Excavación a máquina de fundaciones y extr acopio	m³	0	0,1189	0
3	Excavación a máquina de fundaciones y extr acopio	m³	481	0,5723	275,28
4	Extracción de excedentes de fundaciones	m³	370	0,3000	111
5	Rellenos compensados de fundaciones	m³	202	0,3389	68,46
6	Relleno con material granular	m³	304	0,6401	194,59
7	Emplantillados y rellenos con hormigón pobre	m³	65	3,2826	213,37
8	Moldaje	m²	443	0,6060	268,46
9	Fierro A63-42H	kg	67658	0,0476	3220,52
10	Hormigón de cemento continuo	m³	0	3,7657	0
11	Hormigón de cemento aislados H-25	m³	464	4,36773	2026,63
12	Hormigón de cemento de muro H-25	m³	321	4,4861	1440,04
13	Hormigón de sobrecimiento continuo H-25	m³	15	4,6577	69,87
	<b>Subtotal</b>				<b>8142,60</b>
<b>B</b>	<b>PAVIMENTOS DE 2º SUBTERRANEO</b>				
1	Perfilado y compactación sub-base	m²	2953	0,0265	78,25
2	Base estabilizada de 10 cm, Tmax 2"	m²	2953	0,1475	435,57
3	Capa de arena de 2 cm	m²	2953	0,0371	109,56
4	Radier hormigón H-30 de 12 cm, pulido	m²	2953	0,6673	1970,54
	<b>Subtotal</b>				<b>2593,92</b>
<b>C</b>	<b>MUROS DE ARRIOSTR.Hº Aº Y COSTURAS ENTRE PREFABRICADOS</b>				
1	Moldaje	m²	3988	0,698	2783,624
2	Fierro A63-42H	kg	32779	0,0476	1560,2804
3	Hormigón H-30	m³	407	6,852	2788,764
4	Impermeabilización de muros de hormigón Igol denso 2 manos	m²	2392	0,1248	298,5216
	<b>Subtotal</b>				<b>7431,19</b>
<b>D</b>	<b>SOBRELOSA ESTRUCTURAL+LOSA INSITU+ RAMPA</b>				
1	Moldaje de ajuste y de losa insitu	m²	653	0,698	455,794
2	suples, Fierro A63-42H	kg	78556	0,0476	3739,27
3	Malla ACMA C-92	kg	14984	0,0559	837,61
4	Sello de losetas con Bekron	ml	5680	0,0477	270,936
5	Hormigón H-30, Bombeado	m³	727	6,852	4981,40
	<b>Subtotal</b>				<b>10285,052</b>
<b>PRECIO DE OBRA GRUESA ESTRUCTURAL PREMEZCLADO</b>					<b>29899,33</b>
UF					
Precio unitario				uf/m2	2,90
<b>PRECIO ELEMENTOS PREFABRICADOS MONTADOS UF+IVA</b>					<b>35282,10</b>
<b>PRECIO TOTAL OBRA GRUESA</b>					<b>65181,43</b>
Precio unitario				uf/m2	6,32

---

Valor UF (\$/u)	16940,38
-----------------	----------

PRESUPUESTO TOTAL OBRA COMPARATIVA PREMEZCLADO  
(SUBTERRÁNEOS)

OFERTA ECONOMICA						
OBRA	SUPERMERCADO BIGGER		Fecha	junio 22, 2004		
Plazo ejecución de obra (días)	210		Superficie construida (m2)			
No se considera : Movimiento de tierra, socialzados, entibaciones, cierros divisorios, estructura metálica, rellenos detrás de muros			2º sub	2.990	2º piso	378
			1º sub	3.310	3º piso	378
			1º piso	3.265	4º piso	-
Ubicación	OSORNO		TOTAL	10.321		
ITEM	DESIGNACION	UN	CANT	Precio UNIT (UF)	Subtotal (UF)	
<b>I</b>	<b>PUESTA EN MARCHA</b>					
1	Instalaciones provisionarias	GL	1	278,89	278,89	
2	Construcciones provisionarias	GL	1	568,3	568,3	
3	Cierros provisionarios c/OSB H=2,40 mts. (perimetro de la obra)	ml	161	0,73	117,53	
	<b>Subtotal</b>				<b>964,72</b>	
<b>II</b>	<b>TRABAJOS PROVISORIOS</b>					
1	Replanteo y trazado durante la obra	GL	1	563,823	563,823	
	<b>Subtotal</b>				<b>563,823</b>	
<b>A</b>	<b>FUNDACIONES</b>					
1	Excavación a máquina de fundaciones y extracción	m³	1320	0,2480	327,4128	
2	Excavación a máquina de fundaciones y extracción acopio	m³	235	0,139113	32,691555	
3	Excavación a máquina de fundaciones y extracción acopio	m³	491	0,669591	328,77	
4	Extracción de excedentes de fundaciones	m³	410	0,3510	144	
5	Rellenos compensados de fundaciones	m³	247	0,396513	97,94	
6	Relleno con material granular	m³	304	0,748917	227,67	
7	Emplantillados y rellenos con hormigón pobre	m³	68	3,840642	261,16	
8	Moldaje	m²	407	0,7090	288,57	
9	Fierro A63-42H	kg	61345	0,055692	3416,43	
10	Hormigón de cimiento continuo	m³	0	4,405869	0	
11	Hormigón de cimiento aislados H-25	m³	485	5,1102441	2478,47	
12	Hormigón de cimiento de muro H-25	m³	321	5,248737	1684,84	
13	Hormigón de sobrecimiento continuo H-25	m³	47	5,449509	256,13	
	<b>Subtotal</b>				<b>9543,99</b>	
<b>B</b>	<b>PAVIMENTOS DE 2º SUBTERRANEO</b>					
1	Perfilado y compactación sub-base	m²	2953	0,031005	91,56	
2	Base estabilizada de 10 cm, Tmax 2"	m²	2953	0,172575	509,61	
3	Capa de arena de 2 cm	m²	2953	0,043407	128,18	
4	Radier hormigón H-30 de 12 cm, pulido	m²	2953	0,780741	2305,53	
	<b>Subtotal</b>				<b>3034,88</b>	
<b>C</b>	<b>PILARES</b>					
1	Moldaje	m²	308	1,3338	410,8104	
2	Fierro A63-42H	kg	13680	0,055692	761,86656	
3	Hormigón H-30	m³	171	8,01684	1370,87964	
	<b>Subtotal</b>				<b>2543,5566</b>	
<b>D</b>	<b>MUROS</b>					
1	Moldaje	m²	7497	1,3338	9999,4986	
2	Fierro A63-42H	kg	74960	0,055692	4174,67	
3	Hormigón H-30	m³	937	8,01684	7511,78	
	<b>Subtotal</b>				<b>21685,95</b>	
<b>E</b>	<b>VIGAS</b>					
1	Moldaje	m²	2165	1,3338	2887,677	
2	Fierro A63-42H	kg	20702	0,055692	1152,93578	
3	Hormigón H-30	m³	207	8,01684	1659,48588	
	<b>Subtotal</b>				<b>5700,10</b>	
<b>F</b>	<b>LOSAS + RAMPA</b>					
1	Moldaje	m²	6530	1,66725	10887,1425	
2	Fierro A63-42H	kg	117540	0,055692	6546,04	
3	Hormigón H-30	m³	980	8,01684	7856,5032	
	<b>Subtotal</b>				<b>25289,68</b>	
<b>PRECIO DE OBRA GRUESA ESTRUCTURAL PREMEZCLADO UF</b>					<b>69326,71</b>	
				Precio unitario uf/m2	<b>6,72</b>	
				Valor UF (\$/u)	<b>16940,38</b>	

## **B. CÁLCULO ESPECTROS DE DISEÑO**

### **ESPECTRO DE DISEÑO**

Para obtener el espectro de diseño de esta memoria se utilizaron las siguientes tablas obtenidas de la norma sísmica NCh2369.

### **CLASIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS SEGÚN SU IMPORTANCIA**

Para los efectos de la aplicación de esta norma, las estructuras y equipos se clasifican en categorías según su importancia, como sigue:

#### **CATEGORÍA C1**

Obras críticas, por cualquiera de las razones siguientes:

- a) Vitales, que se deben mantener en funcionamiento para controlar incendios o explosiones y daño al medio ambiente, y atender las necesidades de salud y primeros auxilios a los afectados.
- b) Peligrosas, cuya falla involucra riesgo de incendio, explosión o envenenamiento del aire o aguas.
- c) Esenciales, cuya falla puede causar detenciones prolongadas y pérdidas serias de producción.

#### **CATEGORÍA C2**

Obras normales, que pueden tener fallas menores susceptibles de reparación rápida que no causan detenciones prolongadas ni pérdidas importantes de producción y que tampoco pueden poner en peligro otras obras de la categoría C1.

#### **CATEGORÍA C3**

Obras y equipos menores, o provisionales, cuya falla sísmica no ocasiona detenciones prolongadas, ni tampoco puede poner en peligro otras obras de categorías C1 y C2.

### **COEFICIENTES DE IMPORTANCIA**

A cada categoría le corresponde un coeficiente de importancia I, cuyo valor es el siguiente:

- C1 I = 1,20
- C2 I = 1,00
- C3 I = 0,80

Tabla B. 1: Valor de la aceleración efectiva máxima  $A_o$ . (Fuente: NCh2369).

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

Tabla B. 2: Definición de los tipos de suelos de fundación (Sólo para ser usada con Tabla 5.4). (Fuente: NCh2369).

Tipo de suelo	Descripción
I	<b>Roca:</b> Material natural, con velocidad de propagación de ondas de corte premezclado $v_s$ igual o mayor que 900 m/s, o bien, resistencia de la compresión uniaxial de probetas intactas (sin fisuras) igual o mayor que 10 MPa y RQD igual o mayor que 50%.
II	<p>a) Suelo con <math>v_s</math> igual o mayor que 400 m/s en los 10 m superiores, y creciente con la profundidad; o bien,</p> <p>b) Grava densa, con peso unitario seco <math>\gamma_d</math> igual o mayor que 20 kN/m<sup>3</sup>, o índice de densidad ID(DR) (densidad relativa) igual o mayor que 75%, o grado de compactación mayor que 95% del valor Proctor Modificado; o bien,</p> <p>c) Arena densa, con ID(DR) mayor que 75%, o Índice de Penetración Estándar N mayor que 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa), o grado de compactación superior al 95% del valor Proctor Modificado; o bien,</p> <p>d) Suelo cohesivo duro, con resistencia al corte drenado <math>S_u</math> igual o mayor que 0,10 Pa (resistencia a la compresión simple <math>q_u</math> igual o mayor que 0,20 MPa) en probetas sin fisuras.</p> <p>En todos los casos, las condiciones indicadas deberán cumplirse independientemente de la posición del nivel freático y el espesor mínimo del estrato debe ser 20 m. Si el espesor sobre la roca es menor que 20 m, el suelo se clasificará como tipo I.</p>
III	<p>a) Arena permanentemente no saturada, con ID(DR) entre 55 y 75%, o N mayor que 20 (sin normalizar a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa); o bien,</p> <p>b) Grava o arena no saturada, con grado de compactación menor que el 95% del valor Proctor Modificado; o bien,</p> <p>c) Suelo cohesivo con <math>S_u</math> comprendido entre 0,025 y 0,10 MPa (<math>q_u</math> entre 0,05 y 0,20 MPa) independientemente del nivel freático; o bien,</p> <p>d) Arena saturada con N comprendido entre 20 y 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa).</p> <p>Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre la roca o sobre suelo correspondiente al tipo II es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo II.</p>

<b>IV</b>	<p>Suelo cohesivo saturado con <math>S_u</math> igual o menor que 0,025 MPa (<math>q_u</math> igual o menor que 0,050 MPa).</p> <p>Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre suelo correspondiente a algunos de los tipos I, II o III es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo III.</p>
-----------	---

Tabla B. 3: Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo. (Fuente: NCh2369).

Tipo de suelo	T' [s]	n
<b>I</b>	0,20	1,00
<b>II</b>	0,35	1,33
<b>III</b>	0,62	1,80
<b>IV</b>	1,35	1,80

Tabla B. 4: Razones de amortiguamiento. (Fuente: NCh2369).

Sistema resistente	$\xi$
Manto de acero soldado; chimeneas, silos, tolvas, tanques a presión, torres de proceso, cañerías, etc.	0,02
Manto de acero apernado o remachado	0,03
Marcos de acero soldados con o sin arriostramiento	0,02
Marcos de acero con uniones de terreno apernadas, con o sin arriostramiento	0,03
Estructuras de hormigón armado y albañilería	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado puramente gravitacionales	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones húmedas, no dilatadas de los elementos no estructurales e incorporados en el modelo estructural	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones húmedas dilatadas de los elementos no estructurales	0,03
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones secas, dilatadas y no dilatadas:	
Con conexiones apernadas y conexiones mediante barras embebidas en mortero de relleno	0,03
Con conexiones soldadas	0,02
Otras estructuras no incluidas o asimilables a las de esta lista	0,02
<p>NOTAS:</p> <p>1) En caso que se use un análisis con interacción suelo-estructura en que resulten valores de la razón de amortiguamiento del primer modo mayores que los indicados en estas tablas, el incremento de esta razón no podrá ser superior al 50% de los valores indicados. Los valores para los restantes modos deben ser los indicados en esta tabla.</p> <p>2) En caso de duda sobre la clasificación de un sistema resistente, debe aplicarse la disposición 4.7.</p>	

Tabla B. 5: Valores máximos del factor de modificación de la respuesta. (Fuente: NCh2369).

Sistema resistente	R
1. Estructuras diseñadas para permanecer elásticas	1
2. Otras estructuras no incluidas o asimilables a las de esta lista <sup>1)</sup>	2
<b>3. Estructuras de acero</b>	
3.1 Edificios y estructuras de marcos dúctiles de acero con elementos no estructurales dilatados	5

3.2	Edificios y estructuras de marcos dúctiles de acero con elementos no estructurales no dilatados e incorporados en el modelo estructural	3
3.3	Edificios y estructuras de marcos arriostrados, con anclajes dúctiles	5
3.4	Edificios industriales de un piso, con o sin puente grúa, y con arriostramiento continuo de techo	5
3.5	Edificios industriales de un piso, sin puente grúa, sin arriostramiento continuo de techo, que satisfacen 11.1.2	3
3.6	Naves de acero livianas que satisfacen las condiciones de 11.2.1	4
3.7	Estructuras de péndulo invertido <sup>2)</sup>	3
3.8	Estructuras sísmicas isostáticas	3
3.9	Estructuras de plaNCha o manto de acero, cuyo comportamiento sísmico está controlado por el fenómeno de pandeo local	3
4.	<b>Estructuras de hormigón armado</b>	
4.1	Edificio de estructuras de marcos dúctiles de hormigón armado con elementos no estructurales dilatados	5
4.2	Edificios y estructuras de marcos dúctiles de hormigón armado con elementos no estructurales no dilatados e incorporados en el modelo estructural	3
4.3	Edificios y estructuras de hormigón armado, con muros de corte	5
4.4	Edificios industriales de un piso, con o sin puente grúa, y con arriostramiento continuo de techo	5
4.5	Edificios industriales de un piso, sin puente grúa, sin arriostramiento continuo de techo, que satisfacen 11.1.2	3
4.6	Estructuras de péndulo invertido <sup>2)</sup>	3
4.7	Estructuras sísmicas isostáticas	3
5.	<b>Estructuras de hormigón armado prefabricado</b>	
5.1	Estructuras prefabricadas puramente gravitacionales	5
5.2	Estructuras prefabricadas con uniones húmedas, no dilatadas de los elementos no estructurales e incorporadas en el modelo estructural	3
5.3	Estructuras prefabricadas con uniones húmedas, dilatadas de los elementos no estructurales	5
5.4	Estructuras prefabricadas con uniones secas, dilatadas y no dilatadas, con:	
	Conexiones apernadas y conexiones mediante barras embebidas en mortero de relleno <sup>3)</sup>	4
	Conexiones soldadas <sup>3)</sup>	4
5.5	Estructuras prefabricadas de péndulo invertido <sup>2)</sup> o con pilares en voladizo	3
5.6	Estructuras sísmicas isostáticas	3
6.	<b>Estructuras y edificios de albañilería</b>	
6.1	Albañilería armada de bloques con llenado total de huecos	4
6.2	Albañilería armada de bloques sin llenado total de huecos, y albañilería armada de unidades cerámicas tipo rejilla	3
6.3	Albañilería confinada	4

Tabla B. 6: Valores máximos del factor de modificación de la respuesta. (conclusión). (Fuente: NCh2369).

Sistema resistente		R
7.	<b>Estanque, recipientes, chimeneas, silos y tolvas</b>	
7.1	Chimeneas, silos y tolvas con mantos continuos hasta el suelo	3
7.2	Silos, tolvas, estanques apoyados sobre columnas, con o sin arriostamiento entre columnas	4
7.3	Estanques de acero de eje vertical con manto continuo hasta el suelo	4
7.4	Estanques de hormigón armado de eje vertical con manto continuo hasta el suelo	3
7.5	Estanques y ductos de materiales sintéticos compuestos (FRP, GFRP y similares)	3
7.6	Recipientes horizontales apoyados sobre cunas con anclajes dúctiles	4
8.	<b>Torres, tuberías y equipos</b>	
8.1	Torres de proceso	3
8.2	Torres de enfriamiento de madera o plástico	4
8.3	Gabinetes de control eléctrico apoyados en el suelo	3
8.4	Tuberías de acero, excepto sus conexiones	5
9.	Estanterías de almacenamiento	4
NOTAS:		
1) Salvo que un estudio demuestre que se puede usar un valor R distinto de 2. No son asimilables a esta clasificación estructuras cuyo sistema resistente está explícitamente citado en esta tabla.		
2) Más del 50% de la masa sobre el nivel superior. Un solo elemento resistente.		
3) El valor R=4 es un límite superior. Si el valor de R es menor para el sistema estructural equivalente de hormigón armado, se debe usar dicho valor menor.		
4) En caso de duda sobre la clasificación de un sistema resistente, debe aplicarse la cláusula 4.7.		

## FORMULAS ESPECTRO DE DISEÑO

### COEFICIENTE SÍSMICO

El coeficiente sísmico se determina de la siguiente forma:

$$C = \frac{2,75 \cdot A_o}{g \cdot R} \cdot \left(\frac{T'}{T}\right)^n \cdot \left(\frac{0,05}{\xi}\right)^{0,4} \quad (B-1)$$

### COEFICIENTE SISMICO MÁXIMO

El valor del coeficiente sísmico, C, no necesita ser mayor que el siguiente valor:

$$C_{m\acute{a}x} = \frac{2,75 \cdot A_o}{(1 + R) \cdot g} \cdot \left(\frac{0,05}{\xi}\right)^{0,4} \quad (9-2)$$

### COEFICIENTE SISMICO MÍNIMO

El coeficiente sísmico, C, no debe ser menor que:

$$C_{min} = \frac{0,25 \cdot A_o}{g} \quad (B-3)$$

### ESPECTRO DE DISEÑO SISMICO

El análisis modal espectral se debe hacer para el espectro de diseño siguiente:

$$S_a = \frac{2,75 \cdot A_o \cdot I}{R} \cdot \left(\frac{T'}{T}\right)^n \cdot \left(\frac{0,05}{\xi}\right)^{0,4} \quad (B-4)$$

en que:

$T$ : Período de vibración del modo considerado

El valor de  $S_a$  no debe ser mayor que  $I \cdot C_{m\acute{a}x} \cdot g$ .

#### ANÁLISIS DINÁMICO VERTICAL

Alternativamente, se puede desarrollar un análisis dinámico vertical con el siguiente espectro elástico de aceleraciones, para  $R=3$  y  $\xi=0,03$ . Razones de amortiguamiento mayores que 0,03 se deben justificar especialmente.

$$S_{av} = \frac{1,925 \cdot A_o \cdot I}{R} \cdot \left(\frac{T'}{1,7 \cdot T}\right)^n \cdot \left(\frac{0,05}{\xi}\right)^{0,4} \quad (B-5)$$

No obstante, el valor de  $S_{av}$  no debe ser mayor que  $S_{m\acute{a}x}$

$$S_{av} = \frac{1,925 \cdot A_o \cdot I}{R} \cdot \left(\frac{0,05}{\xi}\right)^{0,4} \quad (9-6)$$

## RESULTADOS ESPECTRO DE DISEÑO

### ESPECTRO HORIZONTAL SUELO TIPO I

Tabla B. 7: Parámetros Espectro de Diseño Horizontal, Suelo Tipo I.

<b>Ao/g</b>	0,40
<b>Ao</b>	3,924
<b>I</b>	1,2
<b>R</b>	3
<b>T'</b>	0,2
<b>n</b>	1
$\xi$	0,03
<b>g</b>	9,81
<b>Cmax</b>	0,34
<b>Sa.max</b>	3,971
<b>Cmin</b>	0,1

Tabla B. 8: Cálculo Espectro de Diseño Horizontal, Suelo Tipo I.

<b>SUELO TIPO I</b>			
<b>T (s)</b>	<b>Sa (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>Sa/g</b>	<b>C</b>
0,00	3,97	0,40	0
0,05	3,97	0,40	0,34
0,10	3,97	0,40	0,34
0,15	3,97	0,40	0,34
0,20	3,97	0,40	0,34
0,25	3,97	0,40	0,34
0,30	3,53	0,36	0,34
0,35	3,03	0,31	0,31
0,40	2,65	0,27	0,27
0,45	2,35	0,24	0,24

0,50	2,12	0,22	0,22
0,55	1,93	0,20	0,20
0,60	1,76	0,18	0,18
0,65	1,63	0,17	0,17
0,70	1,51	0,15	0,15
0,75	1,41	0,14	0,14
0,80	1,32	0,13	0,13
0,85	1,25	0,13	0,13
0,90	1,18	0,12	0,12
0,95	1,11	0,11	0,11
1,00	1,06	0,11	0,11
1,05	1,01	0,10	0,10
1,10	0,96	0,10	0,10
1,15	0,92	0,09	0,10
1,20	0,88	0,09	0,10
1,25	0,85	0,09	0,10
1,30	0,81	0,08	0,10
1,35	0,78	0,08	0,10
1,40	0,76	0,08	0,10
1,45	0,73	0,07	0,10
1,50	0,71	0,07	0,10
1,55	0,68	0,07	0,10
1,60	0,66	0,07	0,10
1,65	0,64	0,07	0,10
1,70	0,62	0,06	0,10
1,75	0,61	0,06	0,10
1,80	0,59	0,06	0,10
1,85	0,57	0,06	0,10

1,90	0,56	0,06	0,10
1,95	0,54	0,06	0,10
2,00	0,53	0,05	0,10
2,05	0,52	0,05	0,10
2,10	0,50	0,05	0,10
2,15	0,49	0,05	0,10
2,20	0,48	0,05	0,10
2,25	0,47	0,05	0,10
2,30	0,46	0,05	0,10
2,35	0,45	0,05	0,10
2,40	0,44	0,04	0,10
2,45	0,43	0,04	0,10
2,50	0,42	0,04	0,10
2,55	0,42	0,04	0,10
2,60	0,41	0,04	0,10
2,65	0,40	0,04	0,10
2,70	0,39	0,04	0,10
2,75	0,39	0,04	0,10
2,80	0,38	0,04	0,10
2,85	0,37	0,04	0,10
2,90	0,37	0,04	0,10
2,95	0,36	0,04	0,10
3,00	0,35	0,04	0,10
3,05	0,35	0,04	0,10
3,10	0,34	0,03	0,10
3,15	0,34	0,03	0,10
3,20	0,33	0,03	0,10
3,25	0,33	0,03	0,10
3,30	0,32	0,03	0,10
3,35	0,32	0,03	0,10

3,40	0,31	0,03	0,10
3,45	0,31	0,03	0,10
3,50	0,30	0,03	0,10
3,55	0,30	0,03	0,10
3,60	0,29	0,03	0,10
3,65	0,29	0,03	0,10
3,70	0,29	0,03	0,10
3,75	0,28	0,03	0,10
3,80	0,28	0,03	0,10
3,85	0,28	0,03	0,10
3,90	0,27	0,03	0,10
3,95	0,27	0,03	0,10
4,00	0,26	0,03	0,10
4,05	0,26	0,03	0,10
4,10	0,26	0,03	0,10
4,15	0,26	0,03	0,10
4,20	0,25	0,03	0,10
4,25	0,25	0,03	0,10
4,30	0,25	0,03	0,10
4,35	0,24	0,02	0,10
4,40	0,24	0,02	0,10
4,45	0,24	0,02	0,10
4,50	0,24	0,02	0,10
4,55	0,23	0,02	0,10
4,60	0,23	0,02	0,10
4,65	0,23	0,02	0,10
4,70	0,23	0,02	0,10
4,75	0,22	0,02	0,10
4,80	0,22	0,02	0,10
4,85	0,22	0,02	0,10

4,90	0,22	0,02	0,10
4,95	0,21	0,02	0,10
5,00	0,21	0,02	0,10

ESPECTRO HORIZONTAL SUELO  
TIPO II

Tabla B. 9: Parámetros Espectro de Diseño Horizontal,  
Suelo Tipo II

<b>Ao/g</b>	0,40
<b>Ao</b>	3,924
<b>I</b>	1,2
<b>R</b>	3
<b>T'</b>	0,35
<b>n</b>	1,33
$\xi$	0,03
<b>g</b>	9,81
<b>Cmax</b>	0,34
<b>Sa.max</b>	3,971
<b>Cmin</b>	0,1

Tabla B. 10: Cálculo Espectro de Diseño Horizontal,  
Suelo Tipo II.

<b>SUELO TIPO II</b>			
<b>T (s)</b>	<b>Sa (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>Sa/g</b>	<b>C</b>
0,00	3,97	0,40	0
0,05	3,97	0,40	0,34
0,10	3,97	0,40	0,34
0,15	3,97	0,40	0,34
0,20	3,97	0,40	0,34
0,25	3,97	0,40	0,34
0,30	3,97	0,40	0,34
0,35	3,97	0,40	0,34
0,40	3,97	0,40	0,34
0,45	3,79	0,39	0,34
0,50	3,29	0,34	0,34

0,55	2,90	0,30	0,30
0,60	2,59	0,26	0,26
0,65	2,32	0,24	0,24
0,70	2,11	0,21	0,21
0,75	1,92	0,20	0,20
0,80	1,76	0,18	0,18
0,85	1,63	0,17	0,17
0,90	1,51	0,15	0,15
0,95	1,40	0,14	0,14
1,00	1,31	0,13	0,13
1,05	1,23	0,13	0,13
1,10	1,15	0,12	0,12
1,15	1,09	0,11	0,11
1,20	1,03	0,10	0,10
1,25	0,97	0,10	0,10
1,30	0,92	0,09	0,10
1,35	0,88	0,09	0,10
1,40	0,84	0,09	0,10
1,45	0,80	0,08	0,10
1,50	0,76	0,08	0,10
1,55	0,73	0,07	0,10
1,60	0,70	0,07	0,10
1,65	0,67	0,07	0,10
1,70	0,65	0,07	0,10
1,75	0,62	0,06	0,10
1,80	0,60	0,06	0,10
1,85	0,58	0,06	0,10
1,90	0,56	0,06	0,10
1,95	0,54	0,05	0,10
2,00	0,52	0,05	0,10

2,05	0,50	0,05	0,10
2,10	0,49	0,05	0,10
2,15	0,47	0,05	0,10
2,20	0,46	0,05	0,10
2,25	0,45	0,05	0,10
2,30	0,43	0,04	0,10
2,35	0,42	0,04	0,10
2,40	0,41	0,04	0,10
2,45	0,40	0,04	0,10
2,50	0,39	0,04	0,10
2,55	0,38	0,04	0,10
2,60	0,37	0,04	0,10
2,65	0,36	0,04	0,10
2,70	0,35	0,04	0,10
2,75	0,34	0,03	0,10
2,80	0,33	0,03	0,10
2,85	0,33	0,03	0,10
2,90	0,32	0,03	0,10
2,95	0,31	0,03	0,10
3,00	0,30	0,03	0,10
3,05	0,30	0,03	0,10
3,10	0,29	0,03	0,10
3,15	0,28	0,03	0,10
3,20	0,28	0,03	0,10
3,25	0,27	0,03	0,10
3,30	0,27	0,03	0,10
3,35	0,26	0,03	0,10
3,40	0,26	0,03	0,10
3,45	0,25	0,03	0,10
3,50	0,25	0,03	0,10

3,55	0,24	0,02	0,10
3,60	0,24	0,02	0,10
3,65	0,23	0,02	0,10
3,70	0,23	0,02	0,10
3,75	0,23	0,02	0,10
3,80	0,22	0,02	0,10
3,85	0,22	0,02	0,10
3,90	0,21	0,02	0,10
3,95	0,21	0,02	0,10
4,00	0,21	0,02	0,10
4,05	0,20	0,02	0,10
4,10	0,20	0,02	0,10
4,15	0,20	0,02	0,10
4,20	0,19	0,02	0,10
4,25	0,19	0,02	0,10
4,30	0,19	0,02	0,10
4,35	0,19	0,02	0,10
4,40	0,18	0,02	0,10
4,45	0,18	0,02	0,10
4,50	0,18	0,02	0,10
4,55	0,17	0,02	0,10
4,60	0,17	0,02	0,10
4,65	0,17	0,02	0,10
4,70	0,17	0,02	0,10
4,75	0,16	0,02	0,10
4,80	0,16	0,02	0,10
4,85	0,16	0,02	0,10
4,90	0,16	0,02	0,10
4,95	0,16	0,02	0,10
5,00	0,15	0,02	0,10

ESPECTRO HORIZONTAL SUELO  
TIPO III

Tabla B. 11: Parámetros Espectro de Diseño Horizontal, Suelo Tipo III.

<b>Ao/g</b>	0,40
<b>Ao</b>	3,924
<b>I</b>	1,2
<b>R</b>	3
<b>T'</b>	0,62
<b>n</b>	1,8
$\xi$	0,03
<b>g</b>	9,81
<b>Cmax</b>	0,34
<b>Sa.max</b>	3,971
<b>Cmin</b>	0,1

Tabla B. 12: Cálculo Espectro de Diseño Horizontal, Suelo Tipo III.

<b>SUELO TIPO III</b>			
<b>T (s)</b>	<b>Sa (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>Sa/g</b>	<b>C</b>
0,00	3,97	0,40	0
0,05	3,97	0,40	0,34
0,10	3,97	0,40	0,34
0,15	3,97	0,40	0,34
0,20	3,97	0,40	0,34
0,25	3,97	0,40	0,34
0,30	3,97	0,40	0,34
0,35	3,97	0,40	0,34
0,40	3,97	0,40	0,34
0,45	3,97	0,40	0,34
0,50	3,97	0,40	0,34

0,55	3,97	0,40	0,34
0,60	3,97	0,40	0,34
0,65	3,97	0,40	0,34
0,70	3,97	0,40	0,34
0,75	3,76	0,38	0,34
0,80	3,35	0,34	0,34
0,85	3,00	0,31	0,31
0,90	2,71	0,28	0,28
0,95	2,46	0,25	0,25
1,00	2,24	0,23	0,23
1,05	2,05	0,21	0,21
1,10	1,89	0,19	0,19
1,15	1,74	0,18	0,18
1,20	1,61	0,16	0,16
1,25	1,50	0,15	0,15
1,30	1,40	0,14	0,14
1,35	1,30	0,13	0,13
1,40	1,22	0,12	0,12
1,45	1,15	0,12	0,12
1,50	1,08	0,11	0,11
1,55	1,02	0,10	0,10
1,60	0,96	0,10	0,10
1,65	0,91	0,09	0,10
1,70	0,86	0,09	0,10
1,75	0,82	0,08	0,10
1,80	0,78	0,08	0,10
1,85	0,74	0,08	0,10
1,90	0,71	0,07	0,10
1,95	0,67	0,07	0,10
2,00	0,64	0,07	0,10

2,05	0,62	0,06	0,10
2,10	0,59	0,06	0,10
2,15	0,56	0,06	0,10
2,20	0,54	0,06	0,10
2,25	0,52	0,05	0,10
2,30	0,50	0,05	0,10
2,35	0,48	0,05	0,10
2,40	0,46	0,05	0,10
2,45	0,45	0,05	0,10
2,50	0,43	0,04	0,10
2,55	0,42	0,04	0,10
2,60	0,40	0,04	0,10
2,65	0,39	0,04	0,10
2,70	0,37	0,04	0,10
2,75	0,36	0,04	0,10
2,80	0,35	0,04	0,10
2,85	0,34	0,03	0,10
2,90	0,33	0,03	0,10
2,95	0,32	0,03	0,10
3,00	0,31	0,03	0,10
3,05	0,30	0,03	0,10
3,10	0,29	0,03	0,10
3,15	0,28	0,03	0,10
3,20	0,28	0,03	0,10
3,25	0,27	0,03	0,10
3,30	0,26	0,03	0,10
3,35	0,25	0,03	0,10
3,40	0,25	0,03	0,10
3,45	0,24	0,02	0,10
3,50	0,23	0,02	0,10

3,55	0,23	0,02	0,10
3,60	0,22	0,02	0,10
3,65	0,22	0,02	0,10
3,70	0,21	0,02	0,10
3,75	0,21	0,02	0,10
3,80	0,20	0,02	0,10
3,85	0,20	0,02	0,10
3,90	0,19	0,02	0,10
3,95	0,19	0,02	0,10
4,00	0,18	0,02	0,10
4,05	0,18	0,02	0,10
4,10	0,18	0,02	0,10
4,15	0,17	0,02	0,10
4,20	0,17	0,02	0,10
4,25	0,17	0,02	0,10
4,30	0,16	0,02	0,10
4,35	0,16	0,02	0,10
4,40	0,16	0,02	0,10
4,45	0,15	0,02	0,10
4,50	0,15	0,02	0,10
4,55	0,15	0,01	0,10
4,60	0,14	0,01	0,10
4,65	0,14	0,01	0,10
4,70	0,14	0,01	0,10
4,75	0,14	0,01	0,10
4,80	0,13	0,01	0,10
4,85	0,13	0,01	0,10
4,90	0,13	0,01	0,10
4,95	0,13	0,01	0,10
5,00	0,12	0,01	0,10

## ESPECTRO VERTICAL SUELO TIPO I.

Tabla B. 13: Parámetros Espectro de Diseño Vertical Suelo Tipo I.

<b>Ao/g</b>	0,40
<b>Ao</b>	3,924
<b>I</b>	1,2
<b>R</b>	3
<b>T'</b>	0,2
<b>n</b>	1
<b>ξ</b>	0,03
<b>g</b>	9,81
<b>Cmáx</b>	0,34
<b>Sa.max</b>	4,709
<b>Cmin</b>	0,1

Tabla B. 14: Cálculo Espectro de Diseño Vertical Suelo Tipo I.

<b>SUELO TIPO I</b>			
<b>T (s)</b>	<b>Sa (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>Sa/g</b>	<b>C</b>
0,00	4,71	0,48	0
0,05	4,71	0,48	0,34
0,10	4,71	0,48	0,34
0,15	4,71	0,48	0,34
0,20	4,71	0,48	0,34
0,25	4,24	0,43	0,34
0,30	3,53	0,36	0,34
0,35	3,03	0,31	0,31
0,40	2,65	0,27	0,27
0,45	2,35	0,24	0,24
0,50	2,12	0,22	0,22
0,55	1,93	0,20	0,20

0,60	1,76	0,18	0,18
0,65	1,63	0,17	0,17
0,70	1,51	0,15	0,15
0,75	1,41	0,14	0,14
0,80	1,32	0,13	0,13
0,85	1,25	0,13	0,13
0,90	1,18	0,12	0,12
0,95	1,11	0,11	0,11
1,00	1,06	0,11	0,11
1,05	1,01	0,10	0,10
1,10	0,96	0,10	0,10
1,15	0,92	0,09	0,10
1,20	0,88	0,09	0,10
1,25	0,85	0,09	0,10
1,30	0,81	0,08	0,10
1,35	0,78	0,08	0,10
1,40	0,76	0,08	0,10
1,45	0,73	0,07	0,10
1,50	0,71	0,07	0,10
1,55	0,68	0,07	0,10
1,60	0,66	0,07	0,10
1,65	0,64	0,07	0,10
1,70	0,62	0,06	0,10
1,75	0,61	0,06	0,10
1,80	0,59	0,06	0,10
1,85	0,57	0,06	0,10
1,90	0,56	0,06	0,10
1,95	0,54	0,06	0,10
2,00	0,53	0,05	0,10
2,05	0,52	0,05	0,10

2,10	0,50	0,05	0,10
2,15	0,49	0,05	0,10
2,20	0,48	0,05	0,10
2,25	0,47	0,05	0,10
2,30	0,46	0,05	0,10
2,35	0,45	0,05	0,10
2,40	0,44	0,04	0,10
2,45	0,43	0,04	0,10
2,50	0,42	0,04	0,10
2,55	0,42	0,04	0,10
2,60	0,41	0,04	0,10
2,65	0,40	0,04	0,10
2,70	0,39	0,04	0,10
2,75	0,39	0,04	0,10
2,80	0,38	0,04	0,10
2,85	0,37	0,04	0,10
2,90	0,37	0,04	0,10
2,95	0,36	0,04	0,10
3,00	0,35	0,04	0,10
3,05	0,35	0,04	0,10
3,10	0,34	0,03	0,10
3,15	0,34	0,03	0,10
3,20	0,33	0,03	0,10
3,25	0,33	0,03	0,10
3,30	0,32	0,03	0,10
3,35	0,32	0,03	0,10
3,40	0,31	0,03	0,10
3,45	0,31	0,03	0,10
3,50	0,30	0,03	0,10
3,55	0,30	0,03	0,10

3,60	0,29	0,03	0,10
3,65	0,29	0,03	0,10
3,70	0,29	0,03	0,10
3,75	0,28	0,03	0,10
3,80	0,28	0,03	0,10
3,85	0,28	0,03	0,10
3,90	0,27	0,03	0,10
3,95	0,27	0,03	0,10
4,00	0,26	0,03	0,10
4,05	0,26	0,03	0,10
4,10	0,26	0,03	0,10
4,15	0,26	0,03	0,10
4,20	0,25	0,03	0,10
4,25	0,25	0,03	0,10
4,30	0,25	0,03	0,10
4,35	0,24	0,02	0,10
4,40	0,24	0,02	0,10
4,45	0,24	0,02	0,10
4,50	0,24	0,02	0,10
4,55	0,23	0,02	0,10
4,60	0,23	0,02	0,10
4,65	0,23	0,02	0,10
4,70	0,23	0,02	0,10
4,75	0,22	0,02	0,10
4,80	0,22	0,02	0,10
4,85	0,22	0,02	0,10
4,90	0,22	0,02	0,10
4,95	0,21	0,02	0,10
5,00	0,21	0,02	0,10

## ESPECTRO VERTICAL SUELO TIPO

II.

Tabla B. 15: *Parámetros Espectro de Diseño Vertical Suelo Tipo II.*

<b>Ao/g</b>	0,40
<b>Ao</b>	3,924
<b>I</b>	1,2
<b>R</b>	3
<b>T'</b>	0,35
<b>n</b>	1,33
<b>ξ</b>	0,03
<b>g</b>	9,81
<b>Cmax</b>	0,34
<b>Sa.max</b>	4,709
<b>Cmin</b>	0,1

Tabla B. 16: *Cálculo Espectro de Diseño Vertical Suelo Tipo II.*

<b>SUELO TIPO II</b>			
<b>T (s)</b>	<b>Sa (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>Sa/g</b>	<b>C</b>
0,00	4,71	0,48	0
0,05	4,71	0,48	0,34
0,10	4,71	0,48	0,34
0,15	4,71	0,48	0,34
0,20	4,71	0,48	0,34
0,25	4,71	0,48	0,34
0,30	4,71	0,48	0,34
0,35	4,71	0,48	0,34
0,40	4,43	0,45	0,34
0,45	3,79	0,39	0,34
0,50	3,29	0,34	0,34

0,55	2,90	0,30	0,30
0,60	2,59	0,26	0,26
0,65	2,32	0,24	0,24
0,70	2,11	0,21	0,21
0,75	1,92	0,20	0,20
0,80	1,76	0,18	0,18
0,85	1,63	0,17	0,17
0,90	1,51	0,15	0,15
0,95	1,40	0,14	0,14
1,00	1,31	0,13	0,13
1,05	1,23	0,13	0,13
1,10	1,15	0,12	0,12
1,15	1,09	0,11	0,11
1,20	1,03	0,10	0,10
1,25	0,97	0,10	0,10
1,30	0,92	0,09	0,10
1,35	0,88	0,09	0,10
1,40	0,84	0,09	0,10
1,45	0,80	0,08	0,10
1,50	0,76	0,08	0,10
1,55	0,73	0,07	0,10
1,60	0,70	0,07	0,10
1,65	0,67	0,07	0,10
1,70	0,65	0,07	0,10
1,75	0,62	0,06	0,10
1,80	0,60	0,06	0,10
1,85	0,58	0,06	0,10
1,90	0,56	0,06	0,10
1,95	0,54	0,05	0,10
2,00	0,52	0,05	0,10

2,05	0,50	0,05	0,10
2,10	0,49	0,05	0,10
2,15	0,47	0,05	0,10
2,20	0,46	0,05	0,10
2,25	0,45	0,05	0,10
2,30	0,43	0,04	0,10
2,35	0,42	0,04	0,10
2,40	0,41	0,04	0,10
2,45	0,40	0,04	0,10
2,50	0,39	0,04	0,10
2,55	0,38	0,04	0,10
2,60	0,37	0,04	0,10
2,65	0,36	0,04	0,10
2,70	0,35	0,04	0,10
2,75	0,34	0,03	0,10
2,80	0,33	0,03	0,10
2,85	0,33	0,03	0,10
2,90	0,32	0,03	0,10
2,95	0,31	0,03	0,10
3,00	0,30	0,03	0,10
3,05	0,30	0,03	0,10
3,10	0,29	0,03	0,10
3,15	0,28	0,03	0,10
3,20	0,28	0,03	0,10
3,25	0,27	0,03	0,10
3,30	0,27	0,03	0,10
3,35	0,26	0,03	0,10
3,40	0,26	0,03	0,10
3,45	0,25	0,03	0,10
3,50	0,25	0,03	0,10

3,55	0,24	0,02	0,10
3,60	0,24	0,02	0,10
3,65	0,23	0,02	0,10
3,70	0,23	0,02	0,10
3,75	0,23	0,02	0,10
3,80	0,22	0,02	0,10
3,85	0,22	0,02	0,10
3,90	0,21	0,02	0,10
3,95	0,21	0,02	0,10
4,00	0,21	0,02	0,10
4,05	0,20	0,02	0,10
4,10	0,20	0,02	0,10
4,15	0,20	0,02	0,10
4,20	0,19	0,02	0,10
4,25	0,19	0,02	0,10
4,30	0,19	0,02	0,10
4,35	0,19	0,02	0,10
4,40	0,18	0,02	0,10
4,45	0,18	0,02	0,10
4,50	0,18	0,02	0,10
4,55	0,17	0,02	0,10
4,60	0,17	0,02	0,10
4,65	0,17	0,02	0,10
4,70	0,17	0,02	0,10
4,75	0,16	0,02	0,10
4,80	0,16	0,02	0,10
4,85	0,16	0,02	0,10
4,90	0,16	0,02	0,10
4,95	0,16	0,02	0,10
5,00	0,15	0,02	0,10

## ESPECTRO VERTICAL SUELO TIPO

### III.

Tabla B. 17: Parámetros Espectro de Diseño Vertical Suelo Tipo III.

<b>Ao/g</b>	0,40
<b>Ao</b>	3,924
<b>I</b>	1,2
<b>R</b>	3
<b>T'</b>	0,62
<b>n</b>	1,8
$\xi$	0,03
<b>g</b>	9,81
<b>Cmax</b>	0,34
<b>Sa.max</b>	4,709
<b>Cmin</b>	0,1

Tabla B. 18: Cálculo Espectro de Diseño Vertical Suelo Tipo III.

<b>SUELO TIPO III</b>			
<b>T (s)</b>	<b>Sa (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>Sa/g</b>	<b>C</b>
0,00	4,71	0,48	0
0,05	4,71	0,48	0,34
0,10	4,71	0,48	0,34
0,15	4,71	0,48	0,34
0,20	4,71	0,48	0,34
0,25	4,71	0,48	0,34
0,30	4,71	0,48	0,34
0,35	4,71	0,48	0,34
0,40	4,71	0,48	0,34
0,45	4,71	0,48	0,34
0,50	4,71	0,48	0,34

0,55	4,71	0,48	0,34
0,60	4,71	0,48	0,34
0,65	4,71	0,48	0,34
0,70	4,26	0,43	0,34
0,75	3,76	0,38	0,34
0,80	3,35	0,34	0,34
0,85	3,00	0,31	0,31
0,90	2,71	0,28	0,28
0,95	2,46	0,25	0,25
1,00	2,24	0,23	0,23
1,05	2,05	0,21	0,21
1,10	1,89	0,19	0,19
1,15	1,74	0,18	0,18
1,20	1,61	0,16	0,16
1,25	1,50	0,15	0,15
1,30	1,40	0,14	0,14
1,35	1,30	0,13	0,13
1,40	1,22	0,12	0,12
1,45	1,15	0,12	0,12
1,50	1,08	0,11	0,11
1,55	1,02	0,10	0,10
1,60	0,96	0,10	0,10
1,65	0,91	0,09	0,10
1,70	0,86	0,09	0,10
1,75	0,82	0,08	0,10
1,80	0,78	0,08	0,10
1,85	0,74	0,08	0,10
1,90	0,71	0,07	0,10
1,95	0,67	0,07	0,10
2,00	0,64	0,07	0,10

2,05	0,62	0,06	0,10
2,10	0,59	0,06	0,10
2,15	0,56	0,06	0,10
2,20	0,54	0,06	0,10
2,25	0,52	0,05	0,10
2,30	0,50	0,05	0,10
2,35	0,48	0,05	0,10
2,40	0,46	0,05	0,10
2,45	0,45	0,05	0,10
2,50	0,43	0,04	0,10
2,55	0,42	0,04	0,10
2,60	0,40	0,04	0,10
2,65	0,39	0,04	0,10
2,70	0,37	0,04	0,10
2,75	0,36	0,04	0,10
2,80	0,35	0,04	0,10
2,85	0,34	0,03	0,10
2,90	0,33	0,03	0,10
2,95	0,32	0,03	0,10
3,00	0,31	0,03	0,10
3,05	0,30	0,03	0,10
3,10	0,29	0,03	0,10
3,15	0,28	0,03	0,10
3,20	0,28	0,03	0,10
3,25	0,27	0,03	0,10
3,30	0,26	0,03	0,10
3,35	0,25	0,03	0,10
3,40	0,25	0,03	0,10
3,45	0,24	0,02	0,10
3,50	0,23	0,02	0,10

3,55	0,23	0,02	0,10
3,60	0,22	0,02	0,10
3,65	0,22	0,02	0,10
3,70	0,21	0,02	0,10
3,75	0,21	0,02	0,10
3,80	0,20	0,02	0,10
3,85	0,20	0,02	0,10
3,90	0,19	0,02	0,10
3,95	0,19	0,02	0,10
4,00	0,18	0,02	0,10
4,05	0,18	0,02	0,10
4,10	0,18	0,02	0,10
4,15	0,17	0,02	0,10
4,20	0,17	0,02	0,10
4,25	0,17	0,02	0,10
4,30	0,16	0,02	0,10
4,35	0,16	0,02	0,10
4,40	0,16	0,02	0,10
4,45	0,15	0,02	0,10
4,50	0,15	0,02	0,10
4,55	0,15	0,01	0,10
4,60	0,14	0,01	0,10
4,65	0,14	0,01	0,10
4,70	0,14	0,01	0,10
4,75	0,14	0,01	0,10
4,80	0,13	0,01	0,10
4,85	0,13	0,01	0,10
4,90	0,13	0,01	0,10
4,95	0,13	0,01	0,10
5,00	0,12	0,01	0,10

C. PRESUPUESTOS PARA PLATAFORMA DE HORMIGON PREMEZCLADO V/S  
PRESUPUESTOS PARA PLATAFORMA DE HORMIHÓN PREFABRICADO

PRESUPUESTO PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO (100%  
AMPLIFICACION PORCENTUAL POR AMBIENTE MARINO)

<b>1.PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO</b>								
<b>1.1 PILOTES</b>	Unidad	Descripción	Cantidad	P.U	Total(\$)	Reajuste IPC (\$) 2008-2023	Tota(US) (27/08/2023)	
<b>1.1.1 Suministro de pilotes</b>	Ud		<b>36</b>	<b>\$ 76.795.436</b>	<b>\$ 2.764.635.702</b>	<b>\$ 5.075.871.149</b>	<b>USD 6.000.556,98</b>	
1.1.1.1 Materiales	kg	Acero S355J2H, en perfiles huecos acabados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series redondo, cuadrado o rectangular, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	63873,291	\$ 1.101	\$ 70.294.473	\$ 129.060.652	USD 152.572,00	
					<b>Subtotal materiales:</b>	<b>\$ 70.294.473</b>	<b>\$ 129.060.652</b>	<b>USD 152.572,00</b>
1.1.1.2 Mano de Obra	h	Maestro 1º montador de estructura metálica.	6,250	\$ 7.793	\$ 48.705	\$ 89.423	USD 105,71	
	h	Ayudante montador de estructura metálica.	6,250	\$ 5.825	\$ 36.403	\$ 66.836	USD 79,01	
					<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>\$ 85.108</b>	<b>\$ 156.259</b>	<b>USD 184,72</b>
1.1.1.3 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 70.379.581	\$ 1.407.592	\$ 2.584.338	USD 3.055,13	
					<b>\$ 71.787.173</b>	<b>\$ 131.801.249</b>	<b>USD 155.811,86</b>	
<b>1.1.2 Hinca pilotes</b>	<b>Ud</b>				<b>\$ 4.888.646</b>	<b>\$ 8.975.554</b>	<b>USD 10.610,66</b>	
1.1.2.1 Maquinaria	Ud	Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para hinca de pilotes prefabricados, a una distancia de entre 100 y 200 km.	1,000	\$ 4.792.790	\$ 4.792.790	\$ 8.799.562	USD 10.402,60	
					<b>Subtotal maquinaria:</b>	<b>\$ 4.792.790</b>	<b>\$ 8.799.562</b>	<b>USD 10.402,60</b>
1.1.2.2 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 4.792.790	\$ 95.856	\$ 175.991	USD 208,05	
					<b>Costos directos (1+2):</b>	<b>\$ 4.888.646</b>	<b>\$ 8.975.554</b>	<b>USD 10.610,66</b>
<b>1.1.3 Paralización de Hinca pilotes</b>	<b>Ud</b>				<b>\$ 119.617</b>	<b>\$ 219.618</b>	<b>USD 259,63</b>	
1.1.3.1 Maquinaria	Ud	Paralización del equipo completo para hinca de pilotes prefabricados, por causas ajenas a la empresa suministradora.	1,000	\$ 117.272	\$ 117.272	\$ 215.311	USD 254,54	
					<b>Subtotal maquinaria:</b>	<b>\$ 117.272</b>	<b>\$ 215.311</b>	<b>USD 254,54</b>
1.1.3.2 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 117.272	\$ 2.345	\$ 4.306	USD 5,09	
					<b>Costos directos (1+2):</b>	<b>\$ 119.617</b>	<b>\$ 219.618</b>	<b>USD 259,63</b>
<b>Costo Total Pilotes</b>					<b>\$ 2.764.635.702</b>	<b>\$ 5.075.871.149</b>	<b>USD 6.000.556,98</b>	
<b>1.2 VIGAS</b>								
<b>1.2.1 VIGA VP2L = 3m</b>	<b>Ud</b>		<b>27</b>	<b>\$ 2.063.211</b>	<b>\$ 55.706.687</b>	<b>\$ 102.277.478</b>	<b>USD 120.909,66</b>	
1.2.1.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,660	\$ 26.919	\$ 17.767	\$ 32.619	USD 38,56	
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,108	\$ 60.346	\$ 6.517	\$ 11.966	USD 14,15	
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,378	\$ 19.228	\$ 7.268	\$ 13.345	USD 15,78	
	m³	Madera de pino.	0,042	\$ 210.323	\$ 8.834	\$ 16.218	USD 19,17	
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,570	\$ 5.177	\$ 2.951	\$ 5.418	USD 6,40	
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,426	\$ 1.067	\$ 455	\$ 835	USD 0,99	
	Ud	Separador homologado para vigas.	24,000	\$ 58	\$ 1.392	\$ 2.555	USD 3,02	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	945,000	\$ 663	\$ 626.951	\$ 1.151.082	USD 1.360,78	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	9,900	\$ 887	\$ 8.786	\$ 16.130	USD 19,07	
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	6,300	\$ 74.084	\$ 466.729	\$ 856.915	USD 1.013,02	
					<b>Subtotal materiales:</b>	<b>\$ 1.147.649</b>	<b>\$ 2.107.083</b>	<b>USD 2.490,94</b>
1.2.1.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,882	\$ 115.932	\$ 102.252	\$ 187.735	USD 221,93	
					<b>Subtotal maquinaria:</b>	<b>\$ 102.252</b>	<b>\$ 187.735</b>	<b>USD 221,93</b>
1.2.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	9,744	\$ 7.793	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	9,744	\$ 5.825	\$ 56.754	\$ 104.200	USD 123,18	
	h	Maestro 1º enfierrador.	9,822	\$ 7.793	\$ 76.541	\$ 140.529	USD 166,13	
	h	Ayudante enfierrador.	10,638	\$ 5.825	\$ 61.961	\$ 113.761	USD 134,48	
	h	Maestro 1º concretero.	0,582	\$ 7.793	\$ 4.535	\$ 8.327	USD 9,84	
	h	Ayudante concretero.	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Maestro Andamiario	9,744	\$ 7.793	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Ayudante 1º Andamiario	9,744	\$ 5.825	\$ 56.754	\$ 104.200	USD 123,18	
	h	Ayudante 2º Andamiario	9,744	\$ 5.825	\$ 56.754	\$ 104.200	USD 123,18	
	h	Estibador 1º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Estibador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Rigger	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Montador 1º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Jefe 1º	9,744	\$ 7.793	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Jornalero 1º	9,744	\$ 7.793	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Jornalero 2º	9,744	\$ 7.793	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
					<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>\$ 772.855</b>	<b>\$ 1.418.962</b>	<b>USD 1.677,46</b>
1.2.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 2.022.756	\$ 40.455	\$ 74.276	USD 87,81	
					<b>Costos directos (1+2+3+4):</b>	<b>\$ 2.063.211</b>	<b>\$ 3.788.055</b>	<b>USD 4.478,14</b>

1.2.2 VIGA VP2 L=2m		Ud	9	\$ 1.380.001	\$ 12.420.007	\$ 22.803.133	USD 26.957,24
1.2.2.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,440	\$ 26.919	\$ 11.844	\$ 21.746	USD 25,71
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,072	\$ 60.346	\$ 4.345	\$ 7.977	USD 9,43
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,252	\$ 19.228	\$ 4.846	\$ 8.896	USD 10,52
	m³	Madera de pino.	0,028	\$ 210.323	\$ 5.889	\$ 10.812	USD 12,78
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,380	\$ 5.177	\$ 1.967	\$ 3.612	USD 4,27
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,284	\$ 1.067	\$ 303	\$ 557	USD 0,66
	Ud	Separador homologado para vigas.	16,000	\$ 58	\$ 928	\$ 1.704	USD 2,01
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	630,000	\$ 663	\$ 417.967	\$ 767.388	USD 907,18
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	6,600	\$ 887	\$ 5.857	\$ 10.754	USD 12,71
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	4,200	\$ 74.084	\$ 311.153	\$ 571.277	USD 675,35
		Subtotal materiales:		\$ 765.099	\$ 1.404.722	\$ 1.404.722	USD 1.660,62
1.2.2.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,588	\$ 115.932	\$ 68.168	\$ 125.156	USD 147,96
		Subtotal maquinaria:		\$ 68.168	\$ 125.156	\$ 125.156	USD 147,96
1.2.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	6,496	\$ 7.793	\$ 50.622	\$ 92.942	USD 109,87
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	6,496	\$ 5.825	\$ 37.836	\$ 69.467	USD 82,12
	h	Maestro 1º enfierrador.	6,548	\$ 7.793	\$ 51.027	\$ 93.686	USD 110,75
	h	Ayudante enfierrador.	7,092	\$ 5.825	\$ 41.307	\$ 75.840	USD 89,66
	h	Maestro 1º concretero.	0,388	\$ 7.793	\$ 3.024	\$ 5.551	USD 6,56
	h	Ayudante concretero.	1,524	\$ 5.825	\$ 8.877	\$ 16.297	USD 19,27
	h	Maestro Andamiero	6,496	\$ 7.793	\$ 50.622	\$ 92.942	USD 109,87
	h	Ayudante 1º Andamiero	6,496	\$ 5.825	\$ 37.836	\$ 69.467	USD 82,12
	h	Ayudante 2º Andamiero	6,496	\$ 5.825	\$ 37.836	\$ 69.467	USD 82,12
	h	Estibador 1º	1,524	\$ 5.825	\$ 8.877	\$ 16.297	USD 19,27
	h	Estibador 2º	1,524	\$ 5.825	\$ 8.877	\$ 16.297	USD 19,27
	h	Rigger	1,524	\$ 5.825	\$ 8.877	\$ 16.297	USD 19,27
	h	Montador 1º	1,524	\$ 5.825	\$ 8.877	\$ 16.297	USD 19,27
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	6,496	\$ 7.793	\$ 50.622	\$ 92.942	USD 109,87
	h	Jornalero 1º	6,496	\$ 7.793	\$ 50.622	\$ 92.942	USD 109,87
	h	Jornalero 2º	6,496	\$ 7.793	\$ 50.622	\$ 92.942	USD 109,87
		Subtotal mano de obra:		\$ 519.675	\$ 954.123	\$ 954.123	USD 1.127,94
1.2.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.352.942	\$ 27.059	\$ 49.680	USD 58,73
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.380.001	\$ 2.533.681	\$ 2.533.681	USD 2.995,25
1.2.3 VIGA VP2 L=1m		Ud	9	\$ 696.791	\$ 6.271.119	\$ 11.513.774	USD 13.611,27
1.2.3.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,220	\$ 26.919	\$ 5.922	\$ 10.873	USD 12,85
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,036	\$ 60.346	\$ 2.172	\$ 3.989	USD 4,72
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,126	\$ 19.228	\$ 2.423	\$ 4.448	USD 5,26
	m³	Madera de pino.	0,014	\$ 210.323	\$ 2.945	\$ 5.406	USD 6,39
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,190	\$ 5.177	\$ 984	\$ 1.806	USD 2,13
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,142	\$ 1.067	\$ 152	\$ 278	USD 0,33
	Ud	Separador homologado para vigas.	8,000	\$ 58	\$ 464	\$ 852	USD 1,01
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	315,000	\$ 663	\$ 208.984	\$ 383.694	USD 453,59
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	3,300	\$ 887	\$ 2.929	\$ 5.377	USD 6,36
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	2,100	\$ 74.084	\$ 155.576	\$ 285.638	USD 337,67
		Subtotal materiales:		\$ 382.550	\$ 702.361	\$ 702.361	USD 830,31
1.2.3.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,294	\$ 115.932	\$ 34.084	\$ 62.578	USD 73,98
		Subtotal maquinaria:		\$ 34.084	\$ 62.578	\$ 62.578	USD 73,98
1.2.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	3,248	\$ 7.793	\$ 25.311	\$ 46.471	USD 54,94
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	3,248	\$ 5.825	\$ 18.918	\$ 34.733	USD 41,06
	h	Maestro 1º enfierrador.	3,274	\$ 7.793	\$ 25.514	\$ 46.843	USD 55,38
	h	Ayudante enfierrador.	3,546	\$ 5.825	\$ 20.654	\$ 37.920	USD 44,83
	h	Maestro 1º concretero.	0,194	\$ 7.793	\$ 1.512	\$ 2.776	USD 3,28
	h	Ayudante concretero.	0,762	\$ 5.825	\$ 4.438	\$ 8.149	USD 9,63
	h	Maestro Andamiero	3,248	\$ 7.793	\$ 25.311	\$ 46.471	USD 54,94
	h	Ayudante 1º Andamiero	3,248	\$ 5.825	\$ 18.918	\$ 34.733	USD 41,06
	h	Ayudante 2º Andamiero	3,248	\$ 5.825	\$ 18.918	\$ 34.733	USD 41,06
	h	Estibador 1º	0,762	\$ 5.825	\$ 4.438	\$ 8.149	USD 9,63
	h	Estibador 2º	0,762	\$ 5.825	\$ 4.438	\$ 8.149	USD 9,63
	h	Rigger	0,762	\$ 5.825	\$ 4.438	\$ 8.149	USD 9,63
	h	Montador 1º	0,762	\$ 5.825	\$ 4.438	\$ 8.149	USD 9,63
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	3,248	\$ 7.793	\$ 25.311	\$ 46.471	USD 54,94
	h	Jornalero 1º	3,248	\$ 7.793	\$ 25.311	\$ 46.471	USD 54,94
	h	Jornalero 2º	3,248	\$ 7.793	\$ 25.311	\$ 46.471	USD 54,94
		Subtotal mano de obra:		\$ 266.495	\$ 489.285	\$ 489.285	USD 578,42
1.2.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 683.128	\$ 13.663	\$ 25.084	USD 29,65
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 696.791	\$ 1.279.308	\$ 1.279.308	USD 1.512,36

1.2.4 VIGA VP3 L= 5 m		Ud	32	\$ 1.721.606	\$ 55.091.383	\$ 101.147.780	USD 119.574.16
1.2.4.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,550	\$ 26.919	\$ 14.805	\$ 27.183	USD 32,13
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,090	\$ 60.346	\$ 5.431	\$ 9.972	USD 11,79
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,315	\$ 19.228	\$ 6.057	\$ 11.120	USD 13,15
	m³	Madera de pino.	0,035	\$ 210.323	\$ 7.361	\$ 13.515	USD 15,98
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,475	\$ 5.177	\$ 2.459	\$ 4.515	USD 5,34
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,355	\$ 1.067	\$ 379	\$ 696	USD 0,82
	Ud	Separador homologado para vigas.	20,000	\$ 58	\$ 1.160	\$ 2.129	USD 2,52
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	787,500	\$ 663	\$ 522.459	\$ 959.235	USD 1.133,98
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	8,250	\$ 887	\$ 7.321	\$ 13.442	USD 15,89
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	5,250	\$ 74.084	\$ 388.941	\$ 714.096	USD 844,18
		Subtotal materiales:		\$ 956.374	\$ 1.755.902	\$ USD 2.075,78	
1.2.4.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,735	\$ 115.932	\$ 85.210	\$ 156.446	USD 184,95
		Subtotal maquinaria:		\$ 85.210	\$ 156.446	\$ USD 184,95	
1.2.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	8,120	\$ 7.793	\$ 63.278	\$ 116.178	USD 137,34
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	8,120	\$ 5.825	\$ 47.295	\$ 86.834	USD 102,65
	h	Maestro 1º enfierrador.	8,185	\$ 7.793	\$ 63.784	\$ 117.108	USD 138,44
	h	Ayudante enfierrador.	8,865	\$ 5.825	\$ 51.634	\$ 94.801	USD 112,07
	h	Maestro 1º concretero.	0,485	\$ 7.793	\$ 3.780	\$ 6.939	USD 8,20
	h	Ayudante concretero.	1,905	\$ 5.825	\$ 11.096	\$ 20.372	USD 24,08
	h	Maestro Andamiero	8,120	\$ 7.793	\$ 63.278	\$ 116.178	USD 137,34
	h	Ayudante 1º Andamiero	8,120	\$ 5.825	\$ 47.295	\$ 86.834	USD 102,65
	h	Ayudante 2º Andamiero	8,120	\$ 5.825	\$ 47.295	\$ 86.834	USD 102,65
	h	Estibador 1º	1,905	\$ 5.825	\$ 11.096	\$ 20.372	USD 24,08
	h	Estibador 2º	1,905	\$ 5.825	\$ 11.096	\$ 20.372	USD 24,08
	h	Rigger	1,905	\$ 5.825	\$ 11.096	\$ 20.372	USD 24,08
	h	Montador 1º	1,905	\$ 5.825	\$ 11.096	\$ 20.372	USD 24,08
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	8,120	\$ 7.793	\$ 63.278	\$ 116.178	USD 137,34
	h	Jornalero 1º	8,120	\$ 7.793	\$ 63.278	\$ 116.178	USD 137,34
	h	Jornalero 2º	8,120	\$ 7.793	\$ 63.278	\$ 116.178	USD 137,34
		Subtotal mano de obra:		\$ 646.265	\$ 1.186.542	\$ USD 1.402,70	
1.2.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.687.849	\$ 33.757	\$ 61.978	USD 73,27
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.721.606	\$ 3.160.868	\$ USD 3.736,69	
1.2.5 VIGA VP3 L= 1,5 m		Ud	8	\$ 525.989	\$ 4.207.908	\$ 7.725.719	USD 9.133,14
1.2.5.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,165	\$ 26.919	\$ 4.442	\$ 8.155	USD 9,64
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,027	\$ 60.346	\$ 1.629	\$ 2.991	USD 3,54
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,095	\$ 19.228	\$ 1.817	\$ 3.336	USD 3,94
	m³	Madera de pino.	0,011	\$ 210.323	\$ 2.208	\$ 4.055	USD 4,79
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,143	\$ 5.177	\$ 738	\$ 1.354	USD 1,60
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,107	\$ 1.067	\$ 114	\$ 209	USD 0,25
	Ud	Separador homologado para vigas.	6,000	\$ 58	\$ 348	\$ 639	USD 0,76
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	236,250	\$ 663	\$ 156.738	\$ 287.770	USD 340,19
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	2,475	\$ 887	\$ 2.196	\$ 4.033	USD 4,77
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	1,575	\$ 74.084	\$ 116.682	\$ 214.229	USD 253,26
		Subtotal materiales:		\$ 286.912	\$ 526.771	\$ USD 622,73	
1.2.5.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,221	\$ 115.932	\$ 25.563	\$ 46.934	USD 55,48
		Subtotal maquinaria:		\$ 25.563	\$ 46.934	\$ USD 55,48	
1.2.5.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	2,436	\$ 7.793	\$ 18.983	\$ 34.853	USD 41,20
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	2,436	\$ 5.825	\$ 14.189	\$ 26.050	USD 30,80
	h	Maestro 1º enfierrador.	2,456	\$ 7.793	\$ 19.135	\$ 35.132	USD 41,53
	h	Ayudante enfierrador.	2,660	\$ 5.825	\$ 15.490	\$ 28.440	USD 33,62
	h	Maestro 1º concretero.	0,146	\$ 7.793	\$ 1.134	\$ 2.082	USD 2,46
	h	Ayudante concretero.	0,572	\$ 5.825	\$ 3.329	\$ 6.112	USD 7,22
	h	Maestro Andamiero	2,436	\$ 7.793	\$ 18.983	\$ 34.853	USD 41,20
	h	Ayudante 1º Andamiero	2,436	\$ 5.825	\$ 14.189	\$ 26.050	USD 30,80
	h	Ayudante 2º Andamiero	2,436	\$ 5.825	\$ 14.189	\$ 26.050	USD 30,80
	h	Estibador 1º	0,572	\$ 5.825	\$ 3.329	\$ 6.112	USD 7,22
	h	Estibador 2º	0,572	\$ 5.825	\$ 3.329	\$ 6.112	USD 7,22
	h	Rigger	0,572	\$ 5.825	\$ 3.329	\$ 6.112	USD 7,22
	h	Montador 1º	0,572	\$ 5.825	\$ 3.329	\$ 6.112	USD 7,22
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	2,436	\$ 7.793	\$ 18.983	\$ 34.853	USD 41,20
	h	Jornalero 1º	2,436	\$ 7.793	\$ 18.983	\$ 34.853	USD 41,20
	h	Jornalero 2º	2,436	\$ 7.793	\$ 18.983	\$ 34.853	USD 41,20
		Subtotal mano de obra:		\$ 203.200	\$ 373.075	\$ USD 441,04	
1.2.5.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 515.675	\$ 10.314	\$ 18.936	USD 22,39
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 525.989	\$ 965.715	\$ USD 1.141,64	
<b>Costo Total Vigas de H.A</b>					\$ 133.697.105	\$ 245.467.884	USD 290.185,46

1.3 LOSA H.A (e=35cm)								
1.3.1 LOSA L1	Ud		24	\$ 1.384.641	\$ 33.231.387	\$	61.012.827	USD 72.127,71
1.3.1.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,628	\$ 26.919	\$	16.898	\$ 31.024	USD 36,68
	m²	Estructura soporte para moldeaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,100	\$ 60.346	\$	6.026	\$	USD 13,08
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,385	\$ 19.228	\$	7.407	\$ 11.064	USD 13,598
	m³	Madera de pino.	0,043	\$ 210.323	\$	9.002	\$ 16.527	USD 19,54
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,571	\$ 5.177	\$	2.954	\$ 5.424	USD 6,41
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,428	\$ 1.067	\$	457	\$	USD 0,99
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	42,799	\$ 58	\$	2.482	\$ 4.557	USD 5,39
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	314,572	\$ 663	\$	208.700	\$ 383.173	USD 452,98
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	4,194	\$ 887	\$	3.722	\$ 6.834	USD 8,08
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	5,250	\$ 72.541	\$	380.842	\$	USD 826,61
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	2,140	\$ 924	\$	1.977	\$ 3.630	USD 4,29
		Subtotal materiales:		\$ 640.466	\$	1.175.895	\$	USD 1.390,11
1.3.1.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,471	\$ 115.932	\$	54.579	\$ 100.208	USD 118,46
		Subtotal maquinaria:		\$ 54.579	\$	100.208	\$	USD 118,46
1.3.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	9,730	\$ 7.793	\$	75.821	\$ 139.208	USD 164,57
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	9,730	\$ 5.825	\$	56.670	\$ 104.047	USD 123,00
	h	Maestro 1º enfierrador.	4,765	\$ 7.793	\$	37.132	\$ 68.175	USD 80,59
	h	Ayudante enfierrador.	4,423	\$ 5.825	\$	25.759	\$ 47.294	USD 55,91
	h	Maestro 1º concretero.	0,285	\$ 7.793	\$	2.223	\$ 4.082	USD 4,83
	h	Ayudante concretero.	1,198	\$ 5.825	\$	6.980	\$ 12.815	USD 15,15
	h	Maestro Andamiero	9,730	\$ 7.793	\$	75.821	\$ 139.208	USD 164,57
	h	Ayudante 1º Andamiero	9,730	\$ 5.825	\$	56.670	\$ 104.047	USD 123,00
	h	Ayudante 2º Andamiero	9,730	\$ 5.825	\$	56.670	\$ 104.047	USD 123,00
	h	Estibador 1º	1,198	\$ 5.825	\$	6.980	\$ 12.815	USD 15,15
	h	Estibador 2º	1,198	\$ 5.825	\$	6.980	\$ 12.815	USD 15,15
	h	Rigger	1,198	\$ 5.825	\$	6.980	\$ 12.815	USD 15,15
	h	Montador 1º	1,198	\$ 5.825	\$	6.980	\$ 12.815	USD 15,15
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$	13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	9,730	\$ 7.793	\$	75.821	\$ 139.208	USD 164,57
	h	Jornalero 1º	9,730	\$ 7.793	\$	75.821	\$ 139.208	USD 164,57
	h	Jornalero 2º	9,730	\$ 7.793	\$	75.821	\$ 139.208	USD 164,57
		Subtotal mano de obra:		\$ 662.446	\$	1.216.251	\$	USD 1.437,82
1.3.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.357.491	\$	27.150	\$ 49.847	USD 58,93
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.384.641	\$	2.542.201	\$	USD 3.005,32
1.3.2 LOSA L2	Ud		2	\$ 287.793	\$ 575.586	\$	1.056.776	USD 1.249,29
1.3.2.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,126	\$ 26.919	\$	3.380	\$ 6.205	USD 7,34
	m²	Estructura soporte para moldeaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,020	\$ 60.346	\$	1.205	\$	USD 2,62
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,077	\$ 19.228	\$	1.481	\$ 2.720	USD 3,22
	m³	Madera de pino.	0,009	\$ 210.323	\$	1.800	\$ 3.305	USD 3,91
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,114	\$ 5.177	\$	591	\$ 1.085	USD 1,28
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,086	\$ 1.067	\$	91	\$	USD 0,20
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	8,560	\$ 58	\$	496	\$ 911	USD 1,08
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	62,914	\$ 663	\$	41.740	\$ 76.635	USD 90,60
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,839	\$ 887	\$	744	\$ 1.367	USD 1,62
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	1,050	\$ 72.541	\$	76.168	\$	USD 165,32
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,428	\$ 924	\$	395	\$ 726	USD 0,86
		Subtotal materiales:		\$ 128.093	\$	235.179	\$	USD 278,02
1.3.2.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,094	\$ 115.932	\$	10.916	\$ 20.042	USD 23,69
		Subtotal maquinaria:		\$ 10.916	\$	20.042	\$	USD 23,69
1.3.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	1,946	\$ 7.793	\$	15.164	\$ 27.842	USD 32,91
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	1,946	\$ 5.825	\$	11.334	\$ 20.809	USD 24,60
	h	Maestro 1º enfierrador.	0,953	\$ 7.793	\$	7.426	\$ 13.635	USD 16,12
	h	Ayudante enfierrador.	0,885	\$ 5.825	\$	5.152	\$ 9.459	USD 11,18
	h	Maestro 1º concretero.	0,057	\$ 7.793	\$	445	\$ 816	USD 0,97
	h	Ayudante concretero.	0,240	\$ 5.825	\$	1.396	\$ 2.563	USD 3,03
	h	Maestro Andamiero	1,946	\$ 7.793	\$	15.164	\$ 27.842	USD 32,91
	h	Ayudante 1º Andamiero	1,946	\$ 5.825	\$	11.334	\$ 20.809	USD 24,60
	h	Ayudante 2º Andamiero	1,946	\$ 5.825	\$	11.334	\$ 20.809	USD 24,60
	h	Estibador 1º	0,240	\$ 5.825	\$	1.396	\$ 2.563	USD 3,03
	h	Estibador 2º	0,240	\$ 5.825	\$	1.396	\$ 2.563	USD 3,03
	h	Rigger	0,240	\$ 5.825	\$	1.396	\$ 2.563	USD 3,03
	h	Montador 1º	0,240	\$ 5.825	\$	1.396	\$ 2.563	USD 3,03
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$	13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	1,946	\$ 7.793	\$	15.164	\$ 27.842	USD 32,91
	h	Jornalero 1º	1,946	\$ 7.793	\$	15.164	\$ 27.842	USD 32,91
	h	Jornalero 2º	1,946	\$ 7.793	\$	15.164	\$ 27.842	USD 32,91
		Subtotal mano de obra:		\$ 143.141	\$	262.807	\$	USD 310,68
1.3.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 282.150	\$	5.643	\$ 10.361	USD 12,25
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 287.793	\$	528.388	\$	USD 624,65

1.3.3 LOSA L3		Ud	6	\$ 424.899	\$ 2.549.395	\$ 4.680.689	USD 5.533,38
1.3.3.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,188	\$ 26.919	\$ 5.069	\$ 9.307	USD 11,00
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,030	\$ 60.346	\$ 1.808	\$ 3.319	USD 3,92
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,116	\$ 19.228	\$ 2.222	\$ 4.080	USD 4,82
	m³	Madera de pino.	0,013	\$ 210.323	\$ 2.700	\$ 4.958	USD 5,86
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,171	\$ 5.177	\$ 886	\$ 1.627	USD 1,92
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,128	\$ 1.067	\$ 137	\$ 252	USD 0,30
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	12,840	\$ 58	\$ 745	\$ 1.367	USD 1,62
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.OF77.	94,372	\$ 663	\$ 62.610	\$ 114.952	USD 135,89
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,258	\$ 887	\$ 1.117	\$ 2.050	USD 2,42
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.OF85 y ACI 318-08.	1,575	\$ 72.541	\$ 114.253	\$ 209.768	USD 247,98
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,642	\$ 924	\$ 593	\$ 1.089	USD 1,29
		Subtotal materiales:		\$ 192.140	\$ 352.769	\$ 417,03	USD 417,03
1.3.3.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,141	\$ 115.932	\$ 16.374	\$ 30.062	USD 35,54
		Subtotal maquinaria:		\$ 16.374	\$ 30.062	\$ 35,54	USD 35,54
1.3.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	2,919	\$ 7.793	\$ 22.746	\$ 41.762	USD 49,37
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	2,919	\$ 5.825	\$ 17.001	\$ 31.214	USD 36,90
	h	Maestro 1º enfierrador.	1,429	\$ 7.793	\$ 11.140	\$ 20.453	USD 24,18
	h	Ayudante enfierrador.	1,327	\$ 5.825	\$ 7.728	\$ 14.188	USD 16,77
	h	Maestro 1º concretero.	0,086	\$ 7.793	\$ 667	\$ 1.225	USD 1,45
	h	Ayudante concretero.	0,360	\$ 5.825	\$ 2.094	\$ 3.845	USD 4,54
	h	Maestro Andamiero	2,919	\$ 7.793	\$ 22.746	\$ 41.762	USD 49,37
	h	Ayudante 1º Andamiero	2,919	\$ 5.825	\$ 17.001	\$ 31.214	USD 36,90
	h	Ayudante 2º Andamiero	2,919	\$ 5.825	\$ 17.001	\$ 31.214	USD 36,90
	h	Estibador 1º	0,360	\$ 5.825	\$ 2.094	\$ 3.845	USD 4,54
	h	Estibador 2º	0,360	\$ 5.825	\$ 2.094	\$ 3.845	USD 4,54
	h	Rigger	0,360	\$ 5.825	\$ 2.094	\$ 3.845	USD 4,54
	h	Montador 1º	0,360	\$ 5.825	\$ 2.094	\$ 3.845	USD 4,54
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	2,919	\$ 7.793	\$ 22.746	\$ 41.762	USD 49,37
	h	Jornalero 1º	2,919	\$ 7.793	\$ 22.746	\$ 41.762	USD 49,37
	h	Jornalero 2º	2,919	\$ 7.793	\$ 22.746	\$ 41.762	USD 49,37
		Subtotal mano de obra:		\$ 208.054	\$ 381.988	\$ 451,58	USD 451,58
1.3.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 416.568	\$ 8.331	\$ 15.296	USD 18,08
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 424.899	\$ 780.115	\$ 922,23	USD 922,23
1.3.4 LOSA L4		Ud	2	\$ 150.687	\$ 301.374	\$ 553.323	USD 654,12
1.3.4.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,063	\$ 26.919	\$ 1.690	\$ 3.102	USD 3,67
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,010	\$ 60.346	\$ 603	\$ 1.106	USD 1,31
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,039	\$ 19.228	\$ 741	\$ 1.360	USD 1,61
	m³	Madera de pino.	0,004	\$ 210.323	\$ 900	\$ 1.653	USD 1,95
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,057	\$ 5.177	\$ 295	\$ 542	USD 0,64
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,043	\$ 1.067	\$ 46	\$ 84	USD 0,10
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	4,280	\$ 58	\$ 248	\$ 456	USD 0,54
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.OF77.	31,457	\$ 663	\$ 20.870	\$ 38.317	USD 45,30
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,419	\$ 887	\$ 372	\$ 683	USD 0,81
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.OF85 y ACI 318-08.	0,525	\$ 72.541	\$ 38.084	\$ 69.923	USD 82,66
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,214	\$ 924	\$ 198	\$ 363	USD 0,43
		Subtotal materiales:		\$ 64.047	\$ 117.590	\$ 139,01	USD 139,01
1.3.4.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,047	\$ 115.932	\$ 5.458	\$ 10.021	USD 11,85
		Subtotal maquinaria:		\$ 5.458	\$ 10.021	\$ 11,85	USD 11,85
1.3.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	0,973	\$ 7.793	\$ 7.582	\$ 13.921	USD 16,46
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	0,973	\$ 5.825	\$ 5.667	\$ 10.405	USD 12,30
	h	Maestro 1º enfierrador.	0,476	\$ 7.793	\$ 3.713	\$ 6.818	USD 8,06
	h	Ayudante enfierrador.	0,442	\$ 5.825	\$ 2.576	\$ 4.729	USD 5,59
	h	Maestro 1º concretero.	0,029	\$ 7.793	\$ 222	\$ 408	USD 0,48
	h	Ayudante concretero.	0,120	\$ 5.825	\$ 698	\$ 1.282	USD 1,51
	h	Maestro Andamiero	0,973	\$ 7.793	\$ 7.582	\$ 13.921	USD 16,46
	h	Ayudante 1º Andamiero	0,973	\$ 5.825	\$ 5.667	\$ 10.405	USD 12,30
	h	Ayudante 2º Andamiero	0,973	\$ 5.825	\$ 5.667	\$ 10.405	USD 12,30
	h	Estibador 1º	0,120	\$ 5.825	\$ 698	\$ 1.282	USD 1,51
	h	Estibador 2º	0,120	\$ 5.825	\$ 698	\$ 1.282	USD 1,51
	h	Rigger	0,120	\$ 5.825	\$ 698	\$ 1.282	USD 1,51
	h	Montador 1º	0,120	\$ 5.825	\$ 698	\$ 1.282	USD 1,51
	h	Montador 2º	2,286	\$ 5.825	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90
	h	Jefe 1º	0,973	\$ 7.793	\$ 7.582	\$ 13.921	USD 16,46
	h	Jornalero 1º	0,973	\$ 7.793	\$ 7.582	\$ 13.921	USD 16,46
	h	Jornalero 2º	0,973	\$ 7.793	\$ 7.582	\$ 13.921	USD 16,46
		Subtotal mano de obra:		\$ 78.228	\$ 143.627	\$ 169,79	USD 169,79
1.3.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 147.732	\$ 2.955	\$ 5.425	USD 6,41
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 150.687	\$ 276.662	\$ 327,06	USD 327,06
Costo Total Losas de H.A				\$ 36.657.743	\$ 67.303.616	\$ 79.564,51	USD 79.564,51
Costo Total Plataforma de H.A				\$ 2.934.990.550	\$ 5.388.642.649	\$ 6.370.306,95	USD 6.370.306,95

PRESUPUESTO PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO (100%  
AMPLIFICAION PORCENTUAL POR AMBIENTE MARINO)



<b>1.2.3 VIGA VP2 L = 1m</b>	<b>Ud</b>		<b>9</b>	<b>\$ 1.694.607</b>	<b>\$ 15.251.459</b>	<b>\$ 28.001.679</b>	<b>USD 33.102,82</b>
1.2.3.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN-m.	1,000	\$ 1.601.122	\$ 1.601.122	\$ 2.939.659	USD 3.475,19
			Subtotal materiales:		\$ 1.601.122	\$ 2.939.659	USD 3.475,19
1.2.3.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,050	\$ 533.062	\$ 26.653	\$ 48.935	USD 57,85
			Subtotal maquinaria:		\$ 26.653	\$ 48.935	USD 57,85
1.2.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,057	\$ 90.916	\$ 5.182	\$ 9.515	USD 11,25
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,114	\$ 67.953	\$ 7.747	\$ 14.223	USD 16,81
	h	Jefe 1ª	0,057	\$ 90.916	\$ 5.182	\$ 9.515	USD 11,25
	h	Jornalero 1ª	0,114	\$ 67.953	\$ 7.747	\$ 14.223	USD 16,81
	h	Jornalero 2ª	0,114	\$ 67.953	\$ 7.747	\$ 14.223	USD 16,81
			Subtotal mano de obra:		\$ 33.604	\$ 61.697	USD 72,94
1.2.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.661.379	\$ 33.228	\$ 61.006	USD 72,12
			<b>Costos directos (1+2+3+4):</b>		<b>\$ 1.694.607</b>	<b>\$ 3.111.298</b>	<b>USD 3.678,09</b>
<b>1.2.4 VIGA VP3 L = 5m</b>	<b>Ud</b>		<b>32</b>	<b>\$ 4.236.516</b>	<b>\$ 135.568.526</b>	<b>\$ 248.903.814</b>	<b>USD 294.247,33</b>
1.2.4.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN-m.	5,000	\$ 800.561	\$ 4.002.804	\$ 7.349.148	USD 8.687,96
			Subtotal materiales:		\$ 4.002.804	\$ 7.349.148	USD 8.687,96
1.2.4.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,250	\$ 266.531	\$ 66.633	\$ 122.338	USD 144,62
			Subtotal maquinaria:		\$ 66.633	\$ 122.338	USD 144,62
1.2.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,285	\$ 45.458	\$ 12.956	\$ 23.786	USD 28,12
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,570	\$ 33.976	\$ 19.366	\$ 35.557	USD 42,03
	h	Jefe 1ª	0,285	\$ 45.458	\$ 12.956	\$ 23.786	USD 28,12
	h	Jornalero 1ª	0,570	\$ 33.976	\$ 19.366	\$ 35.557	USD 42,03
	h	Jornalero 2ª	0,570	\$ 33.976	\$ 19.366	\$ 35.557	USD 42,03
			Subtotal mano de obra:		\$ 84.011	\$ 154.243	USD 182,34
1.2.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 4.153.447	\$ 83.069	\$ 152.515	USD 180,30
			<b>Costos directos (1+2+3+4):</b>		<b>\$ 4.236.516</b>	<b>\$ 7.778.244</b>	<b>USD 9.195,23</b>
<b>1.2.5 VIGA VP3 L = 1,5 m</b>	<b>Ud</b>		<b>8</b>	<b>\$ 1.270.955</b>	<b>\$ 10.167.639</b>	<b>\$ 18.667.786</b>	<b>USD 22.068,55</b>
1.2.5.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN-m.	1,500	\$ 800.561	\$ 1.200.841	\$ 2.204.745	USD 2.606,39
			Subtotal materiales:		\$ 1.200.841	\$ 2.204.745	USD 2.606,39
1.2.5.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,075	\$ 266.531	\$ 19.990	\$ 36.701	USD 43,39
			Subtotal maquinaria:		\$ 19.990	\$ 36.701	USD 43,39
1.2.5.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,086	\$ 45.458	\$ 3.887	\$ 7.136	USD 8,44
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,171	\$ 33.976	\$ 5.810	\$ 10.667	USD 12,61
	h	Jefe 1ª	0,086	\$ 45.458	\$ 3.887	\$ 7.136	USD 8,44
	h	Jornalero 1ª	0,171	\$ 33.976	\$ 5.810	\$ 10.667	USD 12,61
	h	Jornalero 2ª	0,171	\$ 33.976	\$ 5.810	\$ 10.667	USD 12,61
			Subtotal mano de obra:		\$ 25.203	\$ 46.273	USD 54,70
1.2.5.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.246.034	\$ 24.921	\$ 45.754	USD 54,09
			<b>Costos directos (1+2+3+4):</b>		<b>\$ 1.270.955</b>	<b>\$ 2.333.473</b>	<b>USD 2.758,57</b>
<b>Costo Total Vigas</b>				<b>\$ 328.753.676</b>	<b>\$ 603.591.748</b>	<b>USD 713.549,77</b>	

1.3 LOSA H.A (e=35cm)									
1.3.1 LOSA L1	Ud		24	\$ 1.444.190	\$ 34.660.555	\$ 63.636.778		USD 75.229,67	
1.3.1.1 Materiales	m <sup>2</sup>	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	15,000	\$ 68.120	\$ 1.021.796	\$ 1.876.017		USD 2.217,78	
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	15,000	\$ 1.181	\$ 17.716	\$ 32.526		USD 38,45	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	63,000	\$ 663	\$ 41.797	\$ 76.739		USD 90,72	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,840	\$ 887	\$ 745	\$ 1.369		USD 1,62	
	m <sup>3</sup>	Agua.	0,030	\$ 887	\$ 27	\$ 49		USD 0,06	
	m <sup>3</sup>	Arena cribada.	0,060	\$ 10.487	\$ 629	\$ 1.155		USD 1,37	
	m <sup>3</sup>	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,120	\$ 17.147	\$ 2.058	\$ 3.778		USD 4,47	
	kg	Cemento gris en sacos.	58,275	\$ 97	\$ 5.633	\$ 10.343		USD 12,23	
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,795	\$ 710	\$ 564	\$ 1.036		USD 1,23	
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,285	\$ 1.324	\$ 377	\$ 693		USD 0,82	
			Subtotal materiales:		\$ 1.091.342	\$ 2.003.705		USD 2.368,73	
1.3.1.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	3,705	\$ 45.691	\$ 169.285	\$ 310.808		USD 367,43	
			Subtotal maquinaria:		\$ 169.285	\$ 310.808		USD 367,43	
1.3.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	4,215	\$ 7.793	\$ 32.847	\$ 60.307		USD 71,29	
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	4,215	\$ 5.825	\$ 24.550	\$ 45.074		USD 53,29	
	h	Maestro 1ª enfierrador.	0,960	\$ 7.793	\$ 7.481	\$ 13.735		USD 16,24	
	h	Ayudante enfierrador.	0,885	\$ 5.825	\$ 5.155	\$ 9.464		USD 11,19	
	h	Jornal construcción.	0,180	\$ 5.395	\$ 971	\$ 1.783		USD 2,11	
	h	Jornal especializado de construcción.	0,195	\$ 5.483	\$ 1.069	\$ 1.963		USD 2,32	
	h	Maestro 1ª concreto.	0,045	\$ 7.793	\$ 351	\$ 644		USD 0,76	
	h	Ayudante concreto.	0,150	\$ 5.825	\$ 874	\$ 1.604		USD 1,90	
	h	Jefe 1ª	4,215	\$ 7.793	\$ 32.847	\$ 60.307		USD 71,29	
	h	Jornalero 1ª	4,215	\$ 5.825	\$ 24.550	\$ 45.074		USD 53,29	
	h	Jornalero 2ª	4,215	\$ 5.825	\$ 24.550	\$ 45.074		USD 53,29	
			Subtotal mano de obra:		\$ 155.245	\$ 285.030		USD 336,95	
1.3.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.415.872	\$ 28.317	\$ 51.991		USD 61,46	
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.444.190	\$ 2.651.532		USD 3.134,57	
1.3.2 LOSA L2	Ud		2	\$ 288.838	\$ 577.676	\$ 1.060.613		USD 1.253,83	
1.3.2.1 Materiales	m <sup>2</sup>	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	3,000	\$ 68.120	\$ 204.359	\$ 375.203		USD 443,56	
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	3,000	\$ 1.181	\$ 3.543	\$ 6.505		USD 7,69	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	12,600	\$ 663	\$ 8.359	\$ 15.348		USD 18,14	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,168	\$ 887	\$ 149	\$ 274		USD 0,32	
	m <sup>3</sup>	Agua.	0,006	\$ 887	\$ 5	\$ 10		USD 0,01	
	m <sup>3</sup>	Arena cribada.	0,012	\$ 10.487	\$ 126	\$ 231		USD 0,27	
	m <sup>3</sup>	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,024	\$ 17.147	\$ 412	\$ 756		USD 0,89	
	kg	Cemento gris en sacos.	11,655	\$ 97	\$ 1.127	\$ 2.069		USD 2,45	
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,159	\$ 710	\$ 113	\$ 207		USD 0,25	
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,057	\$ 1.324	\$ 75	\$ 139		USD 0,16	
			Subtotal materiales:		\$ 218.268	\$ 400.741		USD 473,75	
1.3.2.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,741	\$ 45.691	\$ 33.857	\$ 62.162		USD 73,49	
			Subtotal maquinaria:		\$ 33.857	\$ 62.162		USD 73,49	
1.3.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,843	\$ 7.793	\$ 6.569	\$ 12.061		USD 14,26	
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,843	\$ 5.825	\$ 4.910	\$ 9.015		USD 10,66	
	h	Maestro 1ª enfierrador.	0,192	\$ 7.793	\$ 1.496	\$ 2.747		USD 3,25	
	h	Ayudante enfierrador.	0,177	\$ 5.825	\$ 1.031	\$ 1.893		USD 2,24	
	h	Jornal construcción.	0,036	\$ 5.395	\$ 194	\$ 357		USD 0,42	
	h	Jornal especializado de construcción.	0,039	\$ 5.483	\$ 214	\$ 393		USD 0,46	
	h	Maestro 1ª concreto.	0,009	\$ 7.793	\$ 70	\$ 129		USD 0,15	
	h	Ayudante concreto.	0,030	\$ 5.825	\$ 175	\$ 321		USD 0,38	
	h	Jefe 1ª	0,843	\$ 7.793	\$ 6.569	\$ 12.061		USD 14,26	
	h	Jornalero 1ª	0,843	\$ 5.825	\$ 4.910	\$ 9.015		USD 10,66	
	h	Jornalero 2ª	0,843	\$ 5.825	\$ 4.910	\$ 9.015		USD 10,66	
			Subtotal mano de obra:		\$ 31.049	\$ 57.006		USD 67,39	
1.3.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 283.174	\$ 5.663	\$ 10.398		USD 12,29	
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 288.838	\$ 530.306		USD 626,91	

1.3.3 LOSA L3		Ud	6	\$ 433.168	\$ 2.599.007	\$ 4.771.777	USD 5.641,06
1.3.3.1 Materiales	m <sup>2</sup>	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	4,500	\$ 68.120	\$ 306.539	\$ 562.805	USD 665,33
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	4,500	\$ 1.181	\$ 5.315	\$ 9.758	USD 11,54
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	18,900	\$ 663	\$ 12.539	\$ 23.022	USD 27,22
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,252	\$ 887	\$ 224	\$ 411	USD 0,49
	m <sup>3</sup>	Agua.	0,009	\$ 887	\$ 8	\$ 15	USD 0,02
	m <sup>3</sup>	Arena cribada.	0,018	\$ 10.487	\$ 189	\$ 347	USD 0,41
	m <sup>3</sup>	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,036	\$ 17.147	\$ 617	\$ 1.133	USD 1,34
	kg	Cemento gris en sacos.	17,483	\$ 97	\$ 1.690	\$ 3.103	USD 3,67
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,239	\$ 710	\$ 169	\$ 311	USD 0,37
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,086	\$ 1.324	\$ 113	\$ 208	USD 0,25
			Subtotal materiales:		\$ 327.403	\$ 601.111	USD 710,62
1.3.3.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27	1,112	\$ 45.691	\$ 50.786	\$ 93.242	USD 110,23
			Subtotal maquinaria:		\$ 50.786	\$ 93.242	USD 110,23
1.3.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,265	\$ 7.793	\$ 9.854	\$ 18.092	USD 21,39
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,265	\$ 5.825	\$ 7.365	\$ 13.522	USD 15,99
	h	Maestro 1ª enfierrador.	0,288	\$ 7.793	\$ 2.244	\$ 4.121	USD 4,87
	h	Ayudante enfierrador.	0,266	\$ 5.825	\$ 1.546	\$ 2.839	USD 3,36
	h	Jornal construcción.	0,054	\$ 5.395	\$ 291	\$ 535	USD 0,63
	h	Jornal especializado de construcción.	0,059	\$ 5.483	\$ 321	\$ 589	USD 0,70
	h	Maestro 1ª concretero.	0,014	\$ 7.793	\$ 105	\$ 193	USD 0,23
	h	Ayudante concretero.	0,030	\$ 5.825	\$ 175	\$ 321	USD 0,38
	h	Jefe 1ª	1,265	\$ 7.793	\$ 9.854	\$ 18.092	USD 21,39
	h	Jornalero 1ª	1,265	\$ 5.825	\$ 7.365	\$ 13.522	USD 15,99
	h	Jornalero 2ª	1,265	\$ 5.825	\$ 7.365	\$ 13.522	USD 15,99
			Subtotal mano de obra:		\$ 46.486	\$ 85.348	USD 100,90
1.3.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 424.674	\$ 8.493	\$ 15.594	USD 18,43
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 433.168	\$ 795.296	USD 940,18
1.3.4 LOSA L4		Ud	2	\$ 144.419	\$ 288.838	\$ 530.306	USD 626,91
1.3.4.1 Materiales	m <sup>2</sup>	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	1,500	\$ 68.120	\$ 102.180	\$ 187.602	USD 221,78
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	1,500	\$ 1.181	\$ 1.772	\$ 3.253	USD 3,85
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	6,300	\$ 663	\$ 4.180	\$ 7.674	USD 9,07
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,084	\$ 887	\$ 75	\$ 137	USD 0,16
	m <sup>3</sup>	Agua.	0,003	\$ 887	\$ 3	\$ 5	USD 0,01
	m <sup>3</sup>	Arena cribada.	0,006	\$ 10.487	\$ 63	\$ 116	USD 0,14
	m <sup>3</sup>	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,012	\$ 17.147	\$ 206	\$ 378	USD 0,45
	kg	Cemento gris en sacos.	5,828	\$ 97	\$ 563	\$ 1.034	USD 1,22
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,080	\$ 710	\$ 56	\$ 104	USD 0,12
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,029	\$ 1.324	\$ 38	\$ 69	USD 0,08
			Subtotal materiales:		\$ 109.134	\$ 200.370	USD 236,87
1.3.4.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,371	\$ 45.691	\$ 16.929	\$ 31.081	USD 36,74
			Subtotal maquinaria:		\$ 16.929	\$ 31.081	USD 36,74
1.3.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,422	\$ 7.793	\$ 3.285	\$ 6.031	USD 7,13
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,422	\$ 5.825	\$ 2.455	\$ 4.507	USD 5,33
	h	Maestro 1ª enfierrador.	0,096	\$ 7.793	\$ 748	\$ 1.374	USD 1,62
	h	Ayudante enfierrador.	0,089	\$ 5.825	\$ 515	\$ 946	USD 1,12
	h	Jornal construcción.	0,018	\$ 5.395	\$ 97	\$ 178	USD 0,21
	h	Jornal especializado de construcción.	0,020	\$ 5.483	\$ 107	\$ 196	USD 0,23
	h	Maestro 1ª concretero.	0,005	\$ 7.793	\$ 35	\$ 64	USD 0,08
	h	Ayudante concretero.	0,015	\$ 5.825	\$ 87	\$ 160	USD 0,19
	h	Jefe 1ª	0,422	\$ 7.793	\$ 3.285	\$ 6.031	USD 7,13
	h	Jornalero 1ª	0,422	\$ 5.825	\$ 2.455	\$ 4.507	USD 5,33
	h	Jornalero 2ª	0,422	\$ 5.825	\$ 2.455	\$ 4.507	USD 5,33
			Subtotal mano de obra:		\$ 15.524	\$ 28.503	USD 33,70
1.3.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 141.587	\$ 2.832	\$ 5.199	USD 6,15
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 144.419	\$ 265.153	USD 313,46
<b>Costo Total Losas</b>					<b>\$ 38.126.075</b>	<b>\$ 69.999.474</b>	<b>USD 82.751,48</b>
<b>Costo Total Plataforma de H.A</b>					<b>\$ 3.131.515.453</b>	<b>\$ 5.749.462.372</b>	<b>USD 6.796.858,22</b>

PRESUPUESTO PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO (200%  
AMPLIFICAION PORCENTUAL POR AMBIENTE MARINO)



1.2.2 VIGA VP2 L = 2m		Ud	9	\$ 2.970.206	\$ 26.731.853	\$ 49.079.682	USD 58.020,67
1.2.2.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,440	\$ 26.919	\$ 11.844	\$ 21.746	USD 25,71
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,072	\$ 60.346	\$ 4.345	\$ 7.977	USD 9,43
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,252	\$ 19.228	\$ 4.846	\$ 8.896	USD 10,52
	m³	Madera de pino.	0,028	\$ 210.323	\$ 5.889	\$ 10.812	USD 12,78
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,380	\$ 5.177	\$ 1.967	\$ 3.612	USD 4,27
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,284	\$ 1.067	\$ 303	\$ 557	USD 0,66
	Ud	Separador homologado para vigas.	16,000	\$ 58	\$ 928	\$ 1.704	USD 2,01
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	630,000	\$ 663	\$ 417.967	\$ 767.388	USD 907,18
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	6,600	\$ 887	\$ 5.857	\$ 10.754	USD 12,71
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	4,200	\$ 74.084	\$ 311.153	\$ 571.277	USD 675,35
		Subtotal materiales:		\$ 765.099	\$ 1.404.722	\$ 1.660.62	USD 1.660,62
1.2.2.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,588	\$ 115.932	\$ 68.168	\$ 125.156	USD 147,96
		Subtotal maquinaria:		\$ 68.168	\$ 125.156	\$ 147,96	USD 147,96
1.2.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	12,992	\$ 15.586	\$ 202.489	\$ 371.769	USD 439,50
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	12,992	\$ 11.649	\$ 151.344	\$ 277.868	USD 328,49
	h	Maestro 1º enfierrador.	13,096	\$ 15.586	\$ 204.110	\$ 374.745	USD 443,01
	h	Ayudante enfierrador.	14,184	\$ 11.649	\$ 165.230	\$ 303.362	USD 358,63
	h	Maestro 1º concretero.	0,776	\$ 15.586	\$ 12.094	\$ 22.205	USD 26,25
	h	Ayudante concretero.	3,048	\$ 11.649	\$ 35.506	\$ 65.189	USD 77,07
	h	Maestro Andamiario	12,992	\$ 15.586	\$ 202.489	\$ 371.769	USD 439,50
	h	Ayudante 1º Andamiario	12,992	\$ 11.649	\$ 151.344	\$ 277.868	USD 328,49
	h	Ayudante 2º Andamiario	12,992	\$ 11.649	\$ 151.344	\$ 277.868	USD 328,49
	h	Estibador 1º	3,048	\$ 11.649	\$ 35.506	\$ 65.189	USD 77,07
	h	Estibador 2º	3,048	\$ 11.649	\$ 35.506	\$ 65.189	USD 77,07
	h	Rigger	3,048	\$ 11.649	\$ 35.506	\$ 65.189	USD 77,07
	h	Montador 1º	3,048	\$ 11.649	\$ 35.506	\$ 65.189	USD 77,07
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60
	h	Jefe 1º	12,992	\$ 15.586	\$ 202.489	\$ 371.769	USD 439,50
	h	Jornalero 1º	12,992	\$ 15.586	\$ 202.489	\$ 371.769	USD 439,50
	h	Jornalero 2º	12,992	\$ 15.586	\$ 202.489	\$ 371.769	USD 439,50
		Subtotal mano de obra:		\$ 2.078.699	\$ 3.816.492	\$ 4.511,75	USD 4.511,75
1.2.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 2.911.967	\$ 58.239	\$ 106.927	USD 126,41
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 2.970.206	\$ 5.453.298	\$ 6.446,74	USD 6.446,74
1.2.3 VIGA VP2 L = 1m		Ud	9	\$ 1.512.265	\$ 13.610.387	\$ 24.988.670	USD 29.540,93
1.2.3.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,220	\$ 26.919	\$ 5.922	\$ 10.873	USD 12,85
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,036	\$ 60.346	\$ 2.172	\$ 3.989	USD 4,72
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,126	\$ 19.228	\$ 2.423	\$ 4.448	USD 5,26
	m³	Madera de pino.	0,014	\$ 210.323	\$ 2.945	\$ 5.406	USD 6,39
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,190	\$ 5.177	\$ 984	\$ 1.806	USD 2,13
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,142	\$ 1.067	\$ 152	\$ 278	USD 0,33
	Ud	Separador homologado para vigas.	8,000	\$ 58	\$ 464	\$ 852	USD 1,01
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	315,000	\$ 663	\$ 208.984	\$ 383.694	USD 453,59
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	3,300	\$ 887	\$ 2.929	\$ 5.377	USD 6,36
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	2,100	\$ 74.084	\$ 155.576	\$ 285.638	USD 337,67
		Subtotal materiales:		\$ 382.550	\$ 702.361	\$ 830,31	USD 830,31
1.2.3.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,294	\$ 115.932	\$ 34.084	\$ 62.578	USD 73,98
		Subtotal maquinaria:		\$ 34.084	\$ 62.578	\$ 73,98	USD 73,98
1.2.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	6,496	\$ 15.586	\$ 101.244	\$ 185.885	USD 219,75
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	6,496	\$ 11.649	\$ 75.672	\$ 138.934	USD 164,24
	h	Maestro 1º enfierrador.	6,548	\$ 15.586	\$ 102.055	\$ 187.373	USD 221,51
	h	Ayudante enfierrador.	7,092	\$ 11.649	\$ 82.615	\$ 151.681	USD 179,31
	h	Maestro 1º concretero.	0,388	\$ 15.586	\$ 6.047	\$ 11.103	USD 13,13
	h	Ayudante concretero.	1,524	\$ 11.649	\$ 17.753	\$ 32.595	USD 38,53
	h	Maestro Andamiario	6,496	\$ 15.586	\$ 101.244	\$ 185.885	USD 219,75
	h	Ayudante 1º Andamiario	6,496	\$ 11.649	\$ 75.672	\$ 138.934	USD 164,24
	h	Ayudante 2º Andamiario	6,496	\$ 11.649	\$ 75.672	\$ 138.934	USD 164,24
	h	Estibador 1º	1,524	\$ 11.649	\$ 17.753	\$ 32.595	USD 38,53
	h	Estibador 2º	1,524	\$ 11.649	\$ 17.753	\$ 32.595	USD 38,53
	h	Rigger	1,524	\$ 11.649	\$ 17.753	\$ 32.595	USD 38,53
	h	Montador 1º	1,524	\$ 11.649	\$ 17.753	\$ 32.595	USD 38,53
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60
	h	Jefe 1º	6,496	\$ 15.586	\$ 101.244	\$ 185.885	USD 219,75
	h	Jornalero 1º	6,496	\$ 15.586	\$ 101.244	\$ 185.885	USD 219,75
	h	Jornalero 2º	6,496	\$ 15.586	\$ 101.244	\$ 185.885	USD 219,75
		Subtotal mano de obra:		\$ 1.065.979	\$ 1.957.138	\$ 2.313,68	USD 2.313,68
1.2.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.482.613	\$ 29.652	\$ 54.442	USD 64,36
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.512.265	\$ 2.776.519	\$ 3.282,33	USD 3.282,33

<b>1.2.4 VIGA VP3 L= 5 m</b>		<b>Ud</b>	<b>32</b>	<b>\$ 3.699.176</b>	<b>\$ 118.373.640</b>	<b>\$ 217.334.002</b>	<b>USD 256.926,35</b>	
1.2.4.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,550	\$ 26.919	\$ 14.805	\$ 27.183	USD 32,13	
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,090	\$ 60.346	\$ 5.431	\$ 9.972	USD 11,79	
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,315	\$ 19.228	\$ 6.057	\$ 11.120	USD 13,15	
	m³	Madera de pino.	0,035	\$ 210.323	\$ 7.361	\$ 13.515	USD 15,98	
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,475	\$ 5.177	\$ 2.459	\$ 4.515	USD 5,34	
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,355	\$ 1.067	\$ 379	\$ 696	USD 0,82	
	Ud	Separador homologado para vigas.	20,000	\$ 58	\$ 1.160	\$ 2.129	USD 2,52	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	787,500	\$ 663	\$ 522.459	\$ 959.235	USD 1.133,98	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	8,250	\$ 887	\$ 7.321	\$ 13.442	USD 15,89	
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	5,250	\$ 74.084	\$ 388.941	\$ 714.096	USD 844,18	
		Subtotal materiales:		\$ 956.374	\$ 1.755.902	\$ 1.755.902	USD 2.075,78	
1.2.4.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,735	\$ 115.932	\$ 85.210	\$ 156.446	USD 184,95	
		Subtotal maquinaria:		\$ 85.210	\$ 156.446	\$ 156.446	USD 184,95	
1.2.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	16,240	\$ 15.586	\$ 253.111	\$ 464.711	USD 549,37	
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	16,240	\$ 11.649	\$ 189.180	\$ 347.335	USD 410,61	
	h	Maestro 1º enfierrador.	16,370	\$ 15.586	\$ 255.137	\$ 468.431	USD 553,77	
	h	Ayudante enfierrador.	17,730	\$ 11.649	\$ 206.537	\$ 379.202	USD 448,28	
	h	Maestro 1º concretero.	0,970	\$ 15.586	\$ 15.118	\$ 27.757	USD 32,81	
	h	Ayudante concretero.	3,810	\$ 11.649	\$ 44.383	\$ 81.487	USD 96,33	
	h	Maestro Andamiero	16,240	\$ 15.586	\$ 253.111	\$ 464.711	USD 549,37	
	h	Ayudante 1º Andamiero	16,240	\$ 11.649	\$ 189.180	\$ 347.335	USD 410,61	
	h	Ayudante 2º Andamiero	16,240	\$ 11.649	\$ 189.180	\$ 347.335	USD 410,61	
	h	Estibador 1º	3,810	\$ 11.649	\$ 44.383	\$ 81.487	USD 96,33	
	h	Estibador 2º	3,810	\$ 11.649	\$ 44.383	\$ 81.487	USD 96,33	
	h	Rigger	3,810	\$ 11.649	\$ 44.383	\$ 81.487	USD 96,33	
	h	Montador 1º	3,810	\$ 11.649	\$ 44.383	\$ 81.487	USD 96,33	
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60	
	h	Jefe 1º	16,240	\$ 15.586	\$ 253.111	\$ 464.711	USD 549,37	
	h	Jornalero 1º	16,240	\$ 15.586	\$ 253.111	\$ 464.711	USD 549,37	
	h	Jornalero 2º	16,240	\$ 15.586	\$ 253.111	\$ 464.711	USD 549,37	
		Subtotal mano de obra:		\$ 2.585.059	\$ 4.746.169	\$ 4.746.169	USD 5.610,79	
1.2.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 3.626.643	\$ 72.533	\$ 133.170	USD 157,43	
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 3.699.176	\$ 6.791.688	\$ 6.791.688	USD 8.028,95	
<b>1.2.5 VIGA VP3 L= 1,5 m</b>	<b>Ud</b>		<b>8</b>	<b>\$ 1.147.780</b>	<b>\$ 9.182.240</b>	<b>\$ 16.858.593</b>	<b>USD 19.929,77</b>	
1.2.5.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,165	\$ 26.919	\$ 4.442	\$ 8.155	USD 9,64	
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,027	\$ 60.346	\$ 1.629	\$ 2.991	USD 3,54	
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,095	\$ 19.228	\$ 1.817	\$ 3.336	USD 3,94	
	m³	Madera de pino.	0,011	\$ 210.323	\$ 2.208	\$ 4.055	USD 4,79	
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,143	\$ 5.177	\$ 738	\$ 1.354	USD 1,60	
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,107	\$ 1.067	\$ 114	\$ 209	USD 0,25	
	Ud	Separador homologado para vigas.	6,000	\$ 58	\$ 348	\$ 639	USD 0,76	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	236,250	\$ 663	\$ 156.738	\$ 287.770	USD 340,19	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	2,475	\$ 887	\$ 2.196	\$ 4.033	USD 4,77	
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	1,575	\$ 74.084	\$ 116.682	\$ 214.229	USD 253,26	
		Subtotal materiales:		\$ 286.912	\$ 526.771	\$ 526.771	USD 622,73	
1.2.5.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,221	\$ 115.932	\$ 25.563	\$ 46.934	USD 55,48	
		Subtotal maquinaria:		\$ 25.563	\$ 46.934	\$ 46.934	USD 55,48	
1.2.5.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	4,872	\$ 15.586	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	4,872	\$ 11.649	\$ 56.754	\$ 104.200	USD 123,18	
	h	Maestro 1º enfierrador.	4,911	\$ 15.586	\$ 76.541	\$ 140.529	USD 166,13	
	h	Ayudante enfierrador.	5,319	\$ 11.649	\$ 61.961	\$ 113.761	USD 134,48	
	h	Maestro 1º concretero.	0,291	\$ 15.586	\$ 4.535	\$ 8.327	USD 9,84	
	h	Ayudante concretero.	1,143	\$ 11.649	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Maestro Andamiero	4,872	\$ 15.586	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Ayudante 1º Andamiero	4,872	\$ 11.649	\$ 56.754	\$ 104.200	USD 123,18	
	h	Ayudante 2º Andamiero	4,872	\$ 11.649	\$ 56.754	\$ 104.200	USD 123,18	
	h	Estibador 1º	1,143	\$ 11.649	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Estibador 2º	1,143	\$ 11.649	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Rigger	1,143	\$ 11.649	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Montador 1º	1,143	\$ 11.649	\$ 13.315	\$ 24.446	USD 28,90	
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60	
	h	Jefe 1º	4,872	\$ 15.586	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Jornalero 1º	4,872	\$ 15.586	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
	h	Jornalero 2º	4,872	\$ 15.586	\$ 75.933	\$ 139.413	USD 164,81	
		Subtotal mano de obra:		\$ 812.799	\$ 1.492.300	\$ 1.492.300	USD 1.764,16	
1.2.5.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.125.275	\$ 22.505	\$ 41.320	USD 48,85	
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.147.780	\$ 2.107.324	\$ 2.107.324	USD 2.491,22	
<b>Costo Total Vigas de H.A</b>				<b>\$</b>	<b>287.458.078</b>	<b>\$</b>	<b>527.773.031</b>	<b>USD 623.918,94</b>

1.3 LOSA H.A (e=35cm)									
1.3.1 LOSA L1	Ud		24	\$ 3.411.726	\$ 81.881.432	\$ 150.334.310	USD 177.721,14		
1.3.1.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,628	\$ 26.919	\$ 16.898	\$ 31.024	USD 36,68		
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,100	\$ 60.346	\$ 6.026				
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,385	\$ 19.228	\$ 7.407	\$ 11.064	USD 13,08		
	m³	Madera de pino.	0,043	\$ 210.323	\$ 9.002	\$ 16.527	USD 19,54		
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,571	\$ 5.177	\$ 2.954	\$ 5.424	USD 6,41		
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fendólicos o de madera.	0,428	\$ 1.067	\$ 457	\$ 839	USD 0,99		
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	42,799	\$ 58	\$ 2.482	\$ 4.557	USD 5,39		
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	314,572	\$ 663	\$ 208.700	\$ 383.173	USD 452,98		
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	4,194	\$ 887	\$ 3.722	\$ 6.834	USD 8,08		
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	5,250	\$ 72.541	\$ 380.842				
						\$ 699.226	USD 826,61		
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	2,140	\$ 924	\$ 1.977	\$ 3.630	USD 4,29		
				Subtotal materiales:	\$ 640.466	\$ 1.175.895	USD 1.390,11		
				0,471	\$ 115.932	\$ 54.579	\$ 100.208	USD 118,46	
1.3.1.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	Subtotal maquinaria: \$ 54.579 \$ 100.208 USD 118,46						
1.3.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	19,459	\$ 15.586	\$ 303.285	\$ 556.831	USD 658,27		
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	19,459	\$ 11.649	\$ 226.681	\$ 416.186	USD 492,00		
	h	Maestro 1º enfierrador.	9,530	\$ 15.586	\$ 148.529	\$ 272.700	USD 322,38		
	h	Ayudante enfierrador.	8,845	\$ 11.649	\$ 103.037	\$ 189.176	USD 223,64		
	h	Maestro 1º concretero.	0,571	\$ 15.586	\$ 8.894	\$ 16.329	USD 19,30		
	h	Ayudante concretero.	2,397	\$ 11.649	\$ 27.920	\$ 51.260	USD 60,60		
	h	Maestro Andamiero	19,459	\$ 15.586	\$ 303.285	\$ 556.831	USD 658,27		
	h	Ayudante 1º Andamiero	19,459	\$ 11.649	\$ 226.681	\$ 416.186	USD 492,00		
	h	Ayudante 2º Andamiero	19,459	\$ 11.649	\$ 226.681	\$ 416.186	USD 492,00		
	h	Estibador 1º	2,397	\$ 11.649	\$ 27.920	\$ 51.260	USD 60,60		
	h	Estibador 2º	2,397	\$ 11.649	\$ 27.920	\$ 51.260	USD 60,60		
	h	Rigger	2,397	\$ 11.649	\$ 27.920	\$ 51.260	USD 60,60		
	h	Montador 1º	2,397	\$ 11.649	\$ 27.920	\$ 51.260	USD 60,60		
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60		
	h	Jefe 1º	19,459	\$ 15.586	\$ 303.285	\$ 556.831	USD 658,27		
	h	Jornalero 1º	19,459	\$ 15.586	\$ 303.285	\$ 556.831	USD 658,27		
	h	Jornalero 2º	19,459	\$ 15.586	\$ 303.285	\$ 556.831	USD 658,27		
			Subtotal mano de obra:	\$ 2.649.785	\$ 4.865.005	USD 5.751,28			
1.3.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 3.344.830	\$ 66.897	\$ 122.822	USD 145,20		
			Costos directos (1+2+3+4):	\$ 3.411.726	\$ 6.263.930	USD 7.405,05			
1.3.2 LOSA L2	Ud		2	\$ 725.805	\$ 1.451.610	\$ 2.665.156	USD 3.150,67		
1.3.2.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,126	\$ 26.919	\$ 3.380	\$ 6.205	USD 7,34		
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,020	\$ 60.346	\$ 1.205				
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,077	\$ 19.228	\$ 1.481	\$ 2.213	USD 2,62		
	m³	Madera de pino.	0,009	\$ 210.323	\$ 1.800	\$ 3.305	USD 3,91		
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,114	\$ 5.177	\$ 591	\$ 1.085	USD 1,28		
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fendólicos o de madera.	0,086	\$ 1.067	\$ 91	\$ 168	USD 0,20		
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	8,560	\$ 58	\$ 496	\$ 911	USD 1,08		
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	62,914	\$ 663	\$ 41.740	\$ 76.635	USD 90,60		
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,839	\$ 887	\$ 744	\$ 1.367	USD 1,62		
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	1,050	\$ 72.541	\$ 76.168				
						\$ 139.845	USD 165,32		
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,428	\$ 924	\$ 395	\$ 726	USD 0,86		
				Subtotal materiales:	\$ 128.093	\$ 235.179	USD 278,02		
				0,094	\$ 115.932	\$ 10.916	\$ 20.042	USD 23,69	
1.3.2.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	Subtotal maquinaria: \$ 10.916 \$ 20.042 USD 23,69						
1.3.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	3,892	\$ 15.586	\$ 60.657	\$ 111.366	USD 131,65		
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	3,892	\$ 11.649	\$ 45.336	\$ 83.237	USD 98,40		
	h	Maestro 1º enfierrador.	1,906	\$ 15.586	\$ 29.706	\$ 54.540	USD 64,48		
	h	Ayudante enfierrador.	1,769	\$ 11.649	\$ 20.607	\$ 37.835	USD 44,73		
	h	Maestro 1º concretero.	0,114	\$ 15.586	\$ 1.779	\$ 3.266	USD 3,86		
	h	Ayudante concretero.	0,479	\$ 11.649	\$ 5.584	\$ 10.252	USD 12,12		
	h	Maestro Andamiero	3,892	\$ 15.586	\$ 60.657	\$ 111.366	USD 131,65		
	h	Ayudante 1º Andamiero	3,892	\$ 11.649	\$ 45.336	\$ 83.237	USD 98,40		
	h	Ayudante 2º Andamiero	3,892	\$ 11.649	\$ 45.336	\$ 83.237	USD 98,40		
	h	Estibador 1º	0,479	\$ 11.649	\$ 5.584	\$ 10.252	USD 12,12		
	h	Estibador 2º	0,479	\$ 11.649	\$ 5.584	\$ 10.252	USD 12,12		
	h	Rigger	0,479	\$ 11.649	\$ 5.584	\$ 10.252	USD 12,12		
	h	Montador 1º	0,479	\$ 11.649	\$ 5.584	\$ 10.252	USD 12,12		
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60		
	h	Jefe 1º	3,892	\$ 15.586	\$ 60.657	\$ 111.366	USD 131,65		
	h	Jornalero 1º	3,892	\$ 15.586	\$ 60.657	\$ 111.366	USD 131,65		
	h	Jornalero 2º	3,892	\$ 15.586	\$ 60.657	\$ 111.366	USD 131,65		
			Subtotal mano de obra:	\$ 572.564	\$ 1.051.228	USD 1.242,73			
1.3.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 711.573	\$ 14.231	\$ 26.129	USD 30,89		
			Costos directos (1+2+3+4):	\$ 725.805	\$ 1.332.578	USD 1.575,34			

1.3.3 LOSA L3			6	\$ 1.061.545	\$ 6.369.270	\$ 11.693.980	USD 13.824,31
1.3.3.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,188	\$ 26.919	\$	\$ 5.069	USD 11,00
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,030	\$ 60.346	\$ 1.808	\$	
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,116	\$ 19.228	\$ 2.222	\$ 3.319	USD 3,92
	m³	Madera de pino.	0,013	\$ 210.323	\$ 2.700	\$ 4.958	USD 4,82
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,171	\$ 5.177	\$ 886	\$ 1.627	USD 5,86
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,128	\$ 1.067	\$ 137	\$	USD 1,92
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	12,840	\$ 58	\$ 745	\$ 252	USD 0,30
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	94,372	\$ 663	\$ 62.610	\$ 114.952	USD 1,62
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,258	\$ 887	\$ 1.117	\$ 2.050	USD 135,89
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	1,575	\$ 72.541	\$ 114.253	\$ 209.768	USD 2,42
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,642	\$ 924	\$ 593	\$ 1.089	USD 1,29
		Subtotal materiales:		\$	\$ 192.140	\$ 352.769	USD 417,03
1.3.3.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,141	\$ 115.932	\$ 16.374	\$ 30.062	USD 35,54
		Subtotal maquinaria:		\$	\$ 16.374	\$ 30.062	USD 35,54
1.3.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	5,838	\$ 15.586	\$ 90.985	\$ 167.049	USD 197,48
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	5,838	\$ 11.649	\$ 68.004	\$ 124.856	USD 147,60
	h	Maestro 1º enfierrador.	2,859	\$ 15.586	\$ 44.559	\$ 81.810	USD 96,71
	h	Ayudante enfierrador.	2,654	\$ 11.649	\$ 30.911	\$ 56.753	USD 67,09
	h	Maestro 1º concreto.	0,171	\$ 15.586	\$ 2.668	\$ 4.899	USD 5,79
	h	Ayudante concreto.	0,719	\$ 11.649	\$ 8.376	\$ 15.378	USD 18,18
	h	Maestro Andamiere	5,838	\$ 15.586	\$ 90.985	\$ 167.049	USD 197,48
	h	Ayudante 1º Andamiere	5,838	\$ 11.649	\$ 68.004	\$ 124.856	USD 147,60
	h	Ayudante 2º Andamiere	5,838	\$ 11.649	\$ 68.004	\$ 124.856	USD 147,60
	h	Estibador 1º	0,719	\$ 11.649	\$ 8.376	\$ 15.378	USD 18,18
	h	Estibador 2º	0,719	\$ 11.649	\$ 8.376	\$ 15.378	USD 18,18
	h	Rigger	0,719	\$ 11.649	\$ 8.376	\$ 15.378	USD 18,18
	h	Montador 1º	0,719	\$ 11.649	\$ 8.376	\$ 15.378	USD 18,18
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60
	h	Jefe 1º	5,838	\$ 15.586	\$ 90.985	\$ 167.049	USD 197,48
	h	Jornalero 1º	5,838	\$ 15.586	\$ 90.985	\$ 167.049	USD 197,48
	h	Jornalero 2º	5,838	\$ 15.586	\$ 90.985	\$ 167.049	USD 197,48
		Subtotal mano de obra:		\$	\$ 832.217	\$ 1.527.950	USD 1.806,30
1.3.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.040.730	\$ 20.815	\$ 38.216	USD 45,18
		Costos directos (1+2+3+4):		\$	\$ 1.061.545	\$ 1.948.997	USD 2.304,05
1.3.4 LOSA L4			2	\$ 390.065	\$ 780.129	\$ 1.432.318	USD 1.693,25
1.3.4.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,063	\$ 26.919	\$ 1.690	\$ 3.102	USD 3,67
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,010	\$ 60.346	\$ 603	\$	
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,039	\$ 19.228	\$ 741	\$ 1.360	USD 1,31
	m³	Madera de pino.	0,004	\$ 210.323	\$ 900	\$ 1.653	USD 1,61
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,057	\$ 5.177	\$ 295	\$ 542	USD 1,95
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,043	\$ 1.067	\$ 46	\$	USD 0,64
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	4,280	\$ 58	\$ 248	\$ 84	USD 0,10
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	31,457	\$ 663	\$ 20.870	\$ 38.317	USD 0,54
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,419	\$ 887	\$ 372	\$ 683	USD 45,30
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	0,525	\$ 72.541	\$ 38.084	\$	USD 0,81
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,214	\$ 924	\$ 198	\$ 69.923	USD 82,66
		Subtotal materiales:		\$	\$ 64.047	\$ 117.590	USD 139,01
1.3.4.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,047	\$ 115.932	\$ 5.458	\$ 10.021	USD 11,85
		Subtotal maquinaria:		\$	\$ 5.458	\$ 10.021	USD 11,85
1.3.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	1,946	\$ 15.586	\$ 30.328	\$ 55.683	USD 65,83
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	1,946	\$ 11.649	\$ 22.668	\$ 41.619	USD 49,20
	h	Maestro 1º enfierrador.	0,953	\$ 15.586	\$ 14.853	\$ 27.270	USD 32,24
	h	Ayudante enfierrador.	0,885	\$ 11.649	\$ 10.304	\$ 18.918	USD 22,36
	h	Maestro 1º concreto.	0,057	\$ 15.586	\$ 889	\$ 1.633	USD 1,93
	h	Ayudante concreto.	0,240	\$ 11.649	\$ 2.792	\$ 5.126	USD 6,06
	h	Maestro Andamiere	1,946	\$ 15.586	\$ 30.328	\$ 55.683	USD 65,83
	h	Ayudante 1º Andamiere	1,946	\$ 11.649	\$ 22.668	\$ 41.619	USD 49,20
	h	Ayudante 2º Andamiere	1,946	\$ 11.649	\$ 22.668	\$ 41.619	USD 49,20
	h	Estibador 1º	0,240	\$ 11.649	\$ 2.792	\$ 5.126	USD 6,06
	h	Estibador 2º	0,240	\$ 11.649	\$ 2.792	\$ 5.126	USD 6,06
	h	Rigger	0,240	\$ 11.649	\$ 2.792	\$ 5.126	USD 6,06
	h	Montador 1º	0,240	\$ 11.649	\$ 2.792	\$ 5.126	USD 6,06
	h	Montador 2º	4,572	\$ 11.649	\$ 53.259	\$ 97.784	USD 115,60
	h	Jefe 1º	1,946	\$ 15.586	\$ 30.328	\$ 55.683	USD 65,83
	h	Jornalero 1º	1,946	\$ 15.586	\$ 30.328	\$ 55.683	USD 65,83
	h	Jornalero 2º	1,946	\$ 15.586	\$ 30.328	\$ 55.683	USD 65,83
		Subtotal mano de obra:		\$	\$ 312.912	\$ 574.506	USD 679,17
1.3.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 382.416	\$ 7.648	\$ 14.042	USD 16,60
		Costos directos (1+2+3+4):		\$	\$ 390.065	\$ 716.159	USD 846,62
<b>Costo Total Losas de H.A</b>					<b>\$ 90.482.442</b>	<b>\$ 166.125.763</b>	<b>USD 196.389,36</b>
<b>Costo Total Plataforma de H.A</b>					<b>\$ 3.142.576.222</b>	<b>\$ 5.769.769.943</b>	<b>USD 6.820.865,28</b>

PRESUPUESTO PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO (200%  
AMPLIFICAION PORCENTUAL POR AMBIENTE MARINO)

<b>1.PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO</b>	Unidad	Descripción	Cantidad	P.U	Total(\$)	Reajuste IPC (\$) 2008-2023	Tota(US) (27/08/2023)
<b>1.1 PILOTES</b>							
<b>1.1.1 Suministro de pilotes</b>	<b>Ud</b>		<b>36</b>	<b>\$ 76.795.436</b>	<b>\$ 2.764.635.702</b>	<b>\$ 5.075.871.149</b>	<b>USD 6.000.556,98</b>
1.1.1.1 Materiales	kg	Acero S355J2H, en perfiles huecos acabados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series redondo, cuadrado o rectangular, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	63873,291	\$ 1.101	\$ 70.294.473	\$ 129.060.652	USD 152.572,00
			Subtotal materiales:		\$ 70.294.473	\$ 129.060.652	USD 152.572,00
1.1.1.2 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura metálica.	6,250	\$ 7.793	\$ 48.705	\$ 89.423	USD 105,71
	h	Ayudante montador de estructura metálica.	6,250	\$ 5.825	\$ 36.403	\$ 66.836	USD 79,01
			Subtotal mano de obra:		\$ 85.108	\$ 156.259	USD 184,72
1.1.1.3 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 70.379.581	\$ 1.407.592	\$ 2.584.338	USD 3.055,13
					\$ 71.787.173	\$ 131.801.249	USD 155.811,86
<b>1.1.2 Hincia pilotes</b>	<b>Ud</b>				<b>\$ 4.888.646</b>	<b>\$ 8.975.554</b>	<b>USD 10.610,66</b>
1.1.2.1 Maquinaria	Ud	Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para hincia de pilotes prefabricados, a una distancia de entre 100 y 200 km.	1,000	\$ 4.792.790	\$ 4.792.790	\$ 8.799.562	USD 10.402,60
			Subtotal maquinaria:		\$ 4.792.790	\$ 8.799.562	USD 10.402,60
1.1.2.2 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 4.792.790	\$ 95.856	\$ 175.991	USD 208,05
			Costos directos (1+2):		\$ 4.888.646	\$ 8.975.554	USD 10.610,66
<b>1.1.3 Paralización de Hincia pilotes</b>	<b>Ud</b>				<b>\$ 119.617</b>	<b>\$ 219.618</b>	<b>USD 259,63</b>
1.1.3.1 Maquinaria	Ud	Paralización del equipo completo para hincia de pilotes prefabricados, por causas ajenas a la empresa suministradora.	1,000	\$ 117.272	\$ 117.272	\$ 215.311	USD 254,54
			Subtotal maquinaria:		\$ 117.272	\$ 215.311	USD 254,54
1.1.3.2 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 117.272	\$ 2.345	\$ 4.306	USD 5,09
			Costos directos (1+2):		\$ 119.617	\$ 219.618	USD 259,63
<b>Costo Total Pilotes</b>					<b>\$ 2.764.635.702</b>	<b>\$ 5.075.871.149</b>	<b>USD 6.000.556,98</b>
<b>1.2 VIGAS</b>							
<b>1.2.1 VIGA VP2 L= 3m</b>	<b>Ud</b>		<b>27</b>	<b>\$ 5.392.307</b>	<b>\$ 145.592.281</b>	<b>\$ 267.307.428</b>	<b>USD 316.003,58</b>
1.2.1.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN-m.	3,000	\$ 1.601.122	\$ 4.803.365	\$ 8.818.978	USD 10.425,56
			Subtotal materiales:		\$ 4.803.365	\$ 8.818.978	USD 10.425,56
1.2.1.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,150	\$ 533.062	\$ 79.959	\$ 146.805	USD 173,55
			Subtotal maquinaria:		\$ 79.959	\$ 146.805	USD 173,55
1.2.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,342	\$ 181.832	\$ 62.187	\$ 114.175	USD 134,97
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,684	\$ 135.905	\$ 92.959	\$ 170.673	USD 201,77
	h	Jefe 1ª	0,342	\$ 181.832	\$ 62.187	\$ 114.175	USD 134,97
	h	Jornalero 1ª	0,684	\$ 135.905	\$ 92.959	\$ 170.673	USD 201,77
	h	Jornalero 2ª	0,684	\$ 135.905	\$ 92.959	\$ 170.673	USD 201,77
			Subtotal mano de obra:		\$ 403.251	\$ 740.369	USD 875,24
1.2.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 5.286.575	\$ 105.732	\$ 194.123	USD 229,49
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 5.392.307	\$ 9.900.275	USD 11.703,84
<b>1.2.2 VIGA VP2 L= 2m</b>	<b>Ud</b>		<b>9</b>	<b>\$ 3.594.871</b>	<b>\$ 32.353.840</b>	<b>\$ 59.401.651</b>	<b>USD 70.223,02</b>
1.2.2.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN-m.	2,000	\$ 1.601.122	\$ 3.202.243	\$ 5.879.319	USD 6.950,37
			Subtotal materiales:		\$ 3.202.243	\$ 5.879.319	USD 6.950,37
1.2.2.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,100	\$ 533.062	\$ 53.306	\$ 97.870	USD 115,70
			Subtotal maquinaria:		\$ 53.306	\$ 97.870	USD 115,70
1.2.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,228	\$ 181.832	\$ 41.458	\$ 76.117	USD 89,98
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,456	\$ 135.905	\$ 61.973	\$ 113.782	USD 134,51
	h	Jefe 1ª	0,228	\$ 181.832	\$ 41.458	\$ 76.117	USD 89,98
	h	Jornalero 1ª	0,456	\$ 135.905	\$ 61.973	\$ 113.782	USD 134,51
	h	Jornalero 2ª	0,456	\$ 135.905	\$ 61.973	\$ 113.782	USD 134,51
			Subtotal mano de obra:		\$ 268.834	\$ 493.579	USD 583,50
1.2.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 3.524.383	\$ 70.488	\$ 129.415	USD 152,99
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 3.594.871	\$ 6.600.183	USD 7.802,56

<b>1.2.3 VIGA VP2 L = 1m</b>	<b>Ud</b>		<b>9</b>	<b>\$ 1.797.436</b>	<b>\$ 16.176.920</b>	<b>\$ 29.700.825</b>	<b>USD 35.111,51</b>
1.2.3.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN·m.	1,000	\$ 1.601.122	\$ 1.601.122	\$ 2.939.659	USD 3.475,19
			Subtotal materiales:		\$ 1.601.122	\$ 2.939.659	USD 3.475,19
1.2.3.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,050	\$ 533.062	\$ 26.653	\$ 48.935	USD 57,85
			Subtotal maquinaria:		\$ 26.653	\$ 48.935	USD 57,85
1.2.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,114	\$ 181.832	\$ 20.729	\$ 38.058	USD 44,99
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,228	\$ 135.905	\$ 30.986	\$ 56.891	USD 67,26
	h	Jefe 1ª	0,114	\$ 181.832	\$ 20.729	\$ 38.058	USD 44,99
	h	Jornalero 1ª	0,228	\$ 135.905	\$ 30.986	\$ 56.891	USD 67,26
	h	Jornalero 2ª	0,228	\$ 135.905	\$ 30.986	\$ 56.891	USD 67,26
			Subtotal mano de obra:		\$ 134.417	\$ 246.790	USD 291,75
1.2.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.762.192	\$ 35.244	\$ 64.708	USD 76,50
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.797.436	\$ 3.300.092	USD 3.901,28
<b>1.2.4 VIGA VP3 L = 5m</b>	<b>Ud</b>		<b>32</b>	<b>\$ 4.493.589</b>	<b>\$ 143.794.845</b>	<b>\$ 264.007.336</b>	<b>USD 312.102,30</b>
1.2.4.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN·m.	5,000	\$ 800.561	\$ 4.002.804	\$ 7.349.148	USD 8.687,96
			Subtotal materiales:		\$ 4.002.804	\$ 7.349.148	USD 8.687,96
1.2.4.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,250	\$ 266.531	\$ 66.633	\$ 122.338	USD 144,62
			Subtotal maquinaria:		\$ 66.633	\$ 122.338	USD 144,62
1.2.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,570	\$ 90.916	\$ 51.822	\$ 95.146	USD 112,48
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,140	\$ 67.953	\$ 77.466	\$ 142.228	USD 168,14
	h	Jefe 1ª	0,570	\$ 90.916	\$ 51.822	\$ 95.146	USD 112,48
	h	Jornalero 1ª	1,140	\$ 67.953	\$ 77.466	\$ 142.228	USD 168,14
	h	Jornalero 2ª	1,140	\$ 67.953	\$ 77.466	\$ 142.228	USD 168,14
			Subtotal mano de obra:		\$ 336.042	\$ 616.974	USD 729,37
1.2.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 4.405.479	\$ 88.110	\$ 161.769	USD 191,24
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 4.493.589	\$ 8.250.229	USD 9.753,20
<b>1.2.5 VIGA VP3 L = 1,5 m</b>	<b>Ud</b>		<b>8</b>	<b>\$ 1.348.077</b>	<b>\$ 10.784.613</b>	<b>\$ 19.800.550</b>	<b>USD 23.407,67</b>
1.2.5.1 Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN·m.	1,500	\$ 800.561	\$ 1.200.841	\$ 2.204.745	USD 2.606,39
			Subtotal materiales:		\$ 1.200.841	\$ 2.204.745	USD 2.606,39
1.2.5.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,075	\$ 266.531	\$ 19.990	\$ 36.701	USD 43,39
			Subtotal maquinaria:		\$ 19.990	\$ 36.701	USD 43,39
1.2.5.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,171	\$ 90.916	\$ 15.547	\$ 28.544	USD 33,74
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,342	\$ 67.953	\$ 23.240	\$ 42.668	USD 50,44
	h	Jefe 1ª	0,171	\$ 90.916	\$ 15.547	\$ 28.544	USD 33,74
	h	Jornalero 1ª	0,342	\$ 67.953	\$ 23.240	\$ 42.668	USD 50,44
	h	Jornalero 2ª	0,342	\$ 67.953	\$ 23.240	\$ 42.668	USD 50,44
			Subtotal mano de obra:		\$ 100.813	\$ 185.092	USD 218,81
1.2.5.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.321.644	\$ 26.433	\$ 48.531	USD 57,37
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.348.077	\$ 2.475.069	USD 2.925,96
<b>Costo Total Vigas</b>				<b>\$ 348.702.500</b>	<b>\$ 640.217.790</b>	<b>\$ 640.217.790</b>	<b>USD 756.848,08</b>

1.3 LOSA H.A (e=35cm)								
1.3.1 LOSA L1		Ud	24	\$ 1.919.239	\$ 46.061.735	\$ 84.569.345	USD 99.975,58	
1.3.1.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	15,000	\$ 68.120	\$ 1.021.796	\$ 1.876.017	USD 2.217,78	
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	15,000	\$ 1.181	\$ 17.716	\$ 32.526	USD 38,45	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	63,000	\$ 663	\$ 41.797	\$ 76.739	USD 90,72	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,840	\$ 887	\$ 745	\$ 1.369	USD 1,62	
	m³	Agua.	0,030	\$ 887	\$ 27	\$ 49	USD 0,06	
	m³	Arena cribada.	0,060	\$ 10.487	\$ 629	\$ 1.155	USD 1,37	
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,120	\$ 17.147	\$ 2.058	\$ 3.778	USD 4,47	
	kg	Cemento gris en sacos.	58,275	\$ 97	\$ 5.633	\$ 10.343	USD 12,23	
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,795	\$ 710	\$ 564	\$ 1.036	USD 1,23	
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,285	\$ 1.324	\$ 377	\$ 693	USD 0,82	
			Subtotal materiales:		\$ 1.091.342	\$ 2.003.705	USD 2.368,73	
1.3.1.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	3,705	\$ 45.691	\$ 169.285	\$ 310.808	USD 367,43	
			Subtotal maquinaria:		\$ 169.285	\$ 310.808	USD 367,43	
1.3.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	8,430	\$ 15.586	\$ 131.387	\$ 241.226	USD 285,17	
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	8,430	\$ 11.649	\$ 98.201	\$ 180.297	USD 213,14	
	h	Maestro 1ª enfierrador.	1,920	\$ 15.586	\$ 29.924	\$ 54.941	USD 64,95	
	h	Ayudante enfierrador.	1,770	\$ 11.649	\$ 20.619	\$ 37.856	USD 44,75	
	h	Jornal construcción.	0,360	\$ 10.789	\$ 3.884	\$ 7.131	USD 8,43	
	h	Jornal especializado de construcción.	0,390	\$ 10.967	\$ 4.277	\$ 7.852	USD 9,28	
	h	Maestro 1ª concretero.	0,090	\$ 15.586	\$ 1.403	\$ 2.575	USD 3,04	
	h	Ayudante concretero.	0,300	\$ 11.649	\$ 3.495	\$ 6.416	USD 7,59	
	h	Jefe 1ª	8,430	\$ 15.586	\$ 131.387	\$ 241.226	USD 285,17	
	h	Jornalero 1ª	8,430	\$ 11.649	\$ 98.201	\$ 180.297	USD 213,14	
	h	Jornalero 2ª	8,430	\$ 11.649	\$ 98.201	\$ 180.297	USD 213,14	
			Subtotal mano de obra:		\$ 620.979	\$ 1.140.118	USD 1.347,82	
1.3.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.881.607	\$ 37.632	\$ 69.093	USD 81,68	
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.919.239	\$ 3.523.723	USD 4.165,65	
1.3.2 LOSA L2		Ud	2	\$ 383.848	\$ 767.696	\$ 1.409.489	USD 1.666,26	
1.3.2.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	3,000	\$ 68.120	\$ 204.359	\$ 375.203	USD 443,56	
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	3,000	\$ 1.181	\$ 3.543	\$ 6.505	USD 7,69	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	12,600	\$ 663	\$ 8.359	\$ 15.348	USD 18,14	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,168	\$ 887	\$ 149	\$ 274	USD 0,32	
	m³	Agua.	0,006	\$ 887	\$ 5	\$ 10	USD 0,01	
	m³	Arena cribada.	0,012	\$ 10.487	\$ 126	\$ 231	USD 0,27	
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,024	\$ 17.147	\$ 412	\$ 756	USD 0,89	
	kg	Cemento gris en sacos.	11,655	\$ 97	\$ 1.127	\$ 2.069	USD 2,45	
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,159	\$ 710	\$ 113	\$ 207	USD 0,25	
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,057	\$ 1.324	\$ 75	\$ 139	USD 0,16	
			Subtotal materiales:		\$ 218.268	\$ 400.741	USD 473,75	
1.3.2.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,741	\$ 45.691	\$ 33.857	\$ 62.162	USD 73,49	
			Subtotal maquinaria:		\$ 33.857	\$ 62.162	USD 73,49	
1.3.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,686	\$ 15.586	\$ 26.277	\$ 48.245	USD 57,03	
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,686	\$ 11.649	\$ 19.640	\$ 36.059	USD 42,63	
	h	Maestro 1ª enfierrador.	0,384	\$ 15.586	\$ 5.985	\$ 10.988	USD 12,99	
	h	Ayudante enfierrador.	0,354	\$ 11.649	\$ 4.124	\$ 7.571	USD 8,95	
	h	Jornal construcción.	0,072	\$ 10.789	\$ 777	\$ 1.426	USD 1,69	
	h	Jornal especializado de construcción.	0,078	\$ 10.967	\$ 855	\$ 1.570	USD 1,86	
	h	Maestro 1ª concretero.	0,018	\$ 15.586	\$ 281	\$ 515	USD 0,61	
	h	Ayudante concretero.	0,060	\$ 11.649	\$ 699	\$ 1.283	USD 1,52	
	h	Jefe 1ª	1,686	\$ 15.586	\$ 26.277	\$ 48.245	USD 57,03	
	h	Jornalero 1ª	1,686	\$ 11.649	\$ 19.640	\$ 36.059	USD 42,63	
	h	Jornalero 2ª	1,686	\$ 11.649	\$ 19.640	\$ 36.059	USD 42,63	
			Subtotal mano de obra:		\$ 124.196	\$ 228.024	USD 269,56	
1.3.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 376.321	\$ 7.526	\$ 13.819	USD 16,34	
			Costos directos (1+2+3+4):		\$ 383.848	\$ 704.745	USD 833,13	

1.3.3 LOSA L3	Ud		6	\$ 575.415	\$ 3.452.491	\$ 6.338.774	USD 7.493,53
1.3.3.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	4,500	\$ 68.120	\$ 306.539	\$ 562.805	USD 665,33
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	4,500	\$ 1.181	\$ 5.315	\$ 9.758	USD 11,54
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	18,900	\$ 663	\$ 12.539	\$ 23.022	USD 27,22
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,252	\$ 887	\$ 224	\$ 411	USD 0,49
	m³	Agua.	0,009	\$ 887	\$ 8	\$ 15	USD 0,02
	m³	Arena cribada.	0,018	\$ 10.487	\$ 189	\$ 347	USD 0,41
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,036	\$ 17.147	\$ 617	\$ 1.133	USD 1,34
	kg	Cemento gris en sacos.	17,483	\$ 97	\$ 1.690	\$ 3.103	USD 3,67
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,239	\$ 710	\$ 169	\$ 311	USD 0,37
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,086	\$ 1.324	\$ 113	\$ 208	USD 0,25
		Subtotal materiales:		\$ 327.403	\$ 601.111		USD 710,62
1.3.3.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27	1,112	\$ 45.691	\$ 50.786	\$ 93.242	USD 110,23
		Subtotal maquinaria:		\$ 50.786	\$ 93.242		USD 110,23
1.3.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	2,529	\$ 15.586	\$ 39.416	\$ 72.368	USD 85,55
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	2,529	\$ 11.649	\$ 29.460	\$ 54.089	USD 63,94
	h	Maestro 1ª enfierrador.	0,576	\$ 15.586	\$ 8.977	\$ 16.482	USD 19,49
	h	Ayudante enfierrador.	0,531	\$ 11.649	\$ 6.186	\$ 11.357	USD 13,43
	h	Jornal construcción.	0,108	\$ 10.789	\$ 1.165	\$ 2.139	USD 2,53
	h	Jornal especializado de construcción.	0,117	\$ 10.967	\$ 1.283	\$ 2.356	USD 2,78
	h	Maestro 1ª concretero.	0,027	\$ 15.586	\$ 421	\$ 773	USD 0,91
	h	Ayudante concretero.	0,060	\$ 11.649	\$ 699	\$ 1.283	USD 1,52
	h	Jefe 1ª	2,529	\$ 15.586	\$ 39.416	\$ 72.368	USD 85,55
	h	Jornalero 1ª	2,529	\$ 11.649	\$ 29.460	\$ 54.089	USD 63,94
	h	Jornalero 2ª	2,529	\$ 11.649	\$ 29.460	\$ 54.089	USD 63,94
		Subtotal mano de obra:		\$ 185.944	\$ 341.394		USD 403,59
1.3.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 564.133	\$ 11.283	\$ 20.715	USD 24,49
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 575.415	\$ 1.056.462		USD 1.248,92
1.3.4 LOSA L4	Ud		2	\$ 191.924	\$ 383.848	\$ 704.745	USD 833,13
1.3.4.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN·m por m de ancho.	1,500	\$ 68.120	\$ 102.180	\$ 187.602	USD 221,78
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	1,500	\$ 1.181	\$ 1.772	\$ 3.253	USD 3,85
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	6,300	\$ 663	\$ 4.180	\$ 7.674	USD 9,07
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,084	\$ 887	\$ 75	\$ 137	USD 0,16
	m³	Agua.	0,003	\$ 887	\$ 3	\$ 5	USD 0,01
	m³	Arena cribada.	0,006	\$ 10.487	\$ 63	\$ 116	USD 0,14
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,012	\$ 17.147	\$ 206	\$ 378	USD 0,45
	kg	Cemento gris en sacos.	5,828	\$ 97	\$ 563	\$ 1.034	USD 1,22
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,080	\$ 710	\$ 56	\$ 104	USD 0,12
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,029	\$ 1.324	\$ 38	\$ 69	USD 0,08
		Subtotal materiales:		\$ 109.134	\$ 200.370		USD 236,87
1.3.4.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,371	\$ 45.691	\$ 16.929	\$ 31.081	USD 36,74
		Subtotal maquinaria:		\$ 16.929	\$ 31.081		USD 36,74
1.3.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,843	\$ 15.586	\$ 13.139	\$ 24.123	USD 28,52
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,843	\$ 11.649	\$ 9.820	\$ 18.030	USD 21,31
	h	Maestro 1ª enfierrador.	0,192	\$ 15.586	\$ 2.992	\$ 5.494	USD 6,50
	h	Ayudante enfierrador.	0,177	\$ 11.649	\$ 2.062	\$ 3.786	USD 4,48
	h	Jornal construcción.	0,036	\$ 10.789	\$ 388	\$ 713	USD 0,84
	h	Jornal especializado de construcción.	0,039	\$ 10.967	\$ 428	\$ 785	USD 0,93
	h	Maestro 1ª concretero.	0,009	\$ 15.586	\$ 140	\$ 258	USD 0,30
	h	Ayudante concretero.	0,030	\$ 11.649	\$ 349	\$ 642	USD 0,76
	h	Jefe 1ª	0,843	\$ 15.586	\$ 13.139	\$ 24.123	USD 28,52
	h	Jornalero 1ª	0,843	\$ 11.649	\$ 9.820	\$ 18.030	USD 21,31
	h	Jornalero 2ª	0,843	\$ 11.649	\$ 9.820	\$ 18.030	USD 21,31
		Subtotal mano de obra:		\$ 62.098	\$ 114.012		USD 134,78
1.3.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 188.161	\$ 3.763	\$ 6.909	USD 8,17
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 191.924	\$ 352.372		USD 416,56
<b>Costo Total Losas</b>					<b>\$ 50.665.770</b>	<b>\$ 93.022.353</b>	<b>USD 109.968,50</b>
<b>Costo Total Plataforma de H.A</b>					<b>\$ 3.164.003.972</b>	<b>\$ 5.809.111.292</b>	<b>USD 6.867.373,56</b>

PRESUPUESTO PLATAFORMA HORMIGON PREMEZCLADO (300%  
AMPLIFICAION PORCENTUAL POR AMBIENTE MARINO)



<b>1.2.2 VIGA VP2 L= 2m</b>		<b>Ud</b>	<b>9</b>	<b>\$ 5.620.548</b>	<b>\$ 50.584.929</b>	<b>\$ 92.873.930</b>	<b>USD 109.793,04</b>
1.2.2.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,440	\$ 26.919	\$ 11.844	\$ 21.746	USD 25,71
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,072	\$ 60.346	\$ 4.345	\$ 7.977	USD 9,43
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,252	\$ 19.228	\$ 4.846	\$ 8.896	USD 10,52
	m³	Madera de pino.	0,028	\$ 210.323	\$ 5.889	\$ 10.812	USD 12,78
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,380	\$ 5.177	\$ 1.967	\$ 3.612	USD 4,27
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,284	\$ 1.067	\$ 303	\$ 557	USD 0,66
	Ud	Separador homologado para vigas.	16,000	\$ 58	\$ 928	\$ 1.704	USD 2,01
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	630,000	\$ 663	\$ 417.967	\$ 767.388	USD 907,18
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	6,600	\$ 887	\$ 5.857	\$ 10.754	USD 12,71
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	4,200	\$ 74.084	\$ 311.153	\$ 571.277	USD 675,35
		Subtotal materiales:		\$ 765.099	\$ 1.404.722	\$ 1.660.62	USD 1.660,62
1.2.2.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,588	\$ 115.932	\$ 68.168	\$ 125.156	USD 147,96
		Subtotal maquinaria:		\$ 68.168	\$ 125.156	\$ 147.96	USD 147,96
1.2.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª carpintero de obra gruesa.	19,488	\$ 23.378	\$ 455.599	\$ 836.481	USD 988,86
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	19,488	\$ 17.474	\$ 340.524	\$ 625.202	USD 739,10
	h	Maestro 1ª enfierrador.	19,644	\$ 23.378	\$ 459.246	\$ 843.177	USD 996,78
	h	Ayudante enfierrador.	21,276	\$ 17.474	\$ 371.767	\$ 682.564	USD 806,91
	h	Maestro 1ª concretero.	1,164	\$ 23.378	\$ 27.213	\$ 49.962	USD 59,06
	h	Ayudante concretero.	4,572	\$ 17.474	\$ 79.889	\$ 146.676	USD 173,40
	h	Maestro Andamiero	19,488	\$ 23.378	\$ 455.599	\$ 836.481	USD 988,86
	h	Ayudante 1ª Andamiero	19,488	\$ 17.474	\$ 340.524	\$ 625.202	USD 739,10
	h	Ayudante 2ª Andamiero	19,488	\$ 17.474	\$ 340.524	\$ 625.202	USD 739,10
	h	Estibador 1ª	4,572	\$ 17.474	\$ 79.889	\$ 146.676	USD 173,40
	h	Estibador 2ª	4,572	\$ 17.474	\$ 79.889	\$ 146.676	USD 173,40
	h	Rigger	4,572	\$ 17.474	\$ 79.889	\$ 146.676	USD 173,40
	h	Montador 1ª	4,572	\$ 17.474	\$ 79.889	\$ 146.676	USD 173,40
	h	Montador 2ª	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09
	h	Jefe 1ª	19,488	\$ 23.378	\$ 455.599	\$ 836.481	USD 988,86
	h	Jornalero 1ª	19,488	\$ 23.378	\$ 455.599	\$ 836.481	USD 988,86
	h	Jornalero 2ª	19,488	\$ 23.378	\$ 455.599	\$ 836.481	USD 988,86
		Subtotal mano de obra:		\$ 4.677.074	\$ 8.587.107	\$ 10.151.45	USD 10.151,45
1.2.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 5.510.341	\$ 110.207	\$ 202.340	USD 239,20
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 5.620.548	\$ 10.319.326	\$ 12.199.23	USD 12.199,23
<b>1.2.3 VIGA VP2 L= 1m</b>	<b>Ud</b>		<b>9</b>	<b>\$ 2.871.389</b>	<b>\$ 25.842.500</b>	<b>\$ 47.446.831</b>	<b>USD 56.090,35</b>
1.2.3.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,220	\$ 26.919	\$ 5.922	\$ 10.873	USD 12,85
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,036	\$ 60.346	\$ 2.172	\$ 3.989	USD 4,72
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,126	\$ 19.228	\$ 2.423	\$ 4.448	USD 5,26
	m³	Madera de pino.	0,014	\$ 210.323	\$ 2.945	\$ 5.406	USD 6,39
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,190	\$ 5.177	\$ 984	\$ 1.806	USD 2,13
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,142	\$ 1.067	\$ 152	\$ 278	USD 0,33
	Ud	Separador homologado para vigas.	8,000	\$ 58	\$ 464	\$ 852	USD 1,01
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	315,000	\$ 663	\$ 208.984	\$ 383.694	USD 453,59
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	3,300	\$ 887	\$ 2.929	\$ 5.377	USD 6,36
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	2,100	\$ 74.084	\$ 155.576	\$ 285.638	USD 337,67
		Subtotal materiales:		\$ 382.550	\$ 702.361	\$ 830.31	USD 830,31
1.2.3.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,294	\$ 115.932	\$ 34.084	\$ 62.578	USD 73,98
		Subtotal maquinaria:		\$ 34.084	\$ 62.578	\$ 73.98	USD 73,98
1.2.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1ª carpintero de obra gruesa.	9,744	\$ 23.378	\$ 227.800	\$ 418.240	USD 494,43
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	9,744	\$ 17.474	\$ 170.262	\$ 312.601	USD 369,55
	h	Maestro 1ª enfierrador.	9,822	\$ 23.378	\$ 229.623	\$ 421.588	USD 498,39
	h	Ayudante enfierrador.	10,638	\$ 17.474	\$ 185.883	\$ 341.282	USD 403,45
	h	Maestro 1ª concretero.	0,582	\$ 23.378	\$ 13.606	\$ 24.981	USD 29,53
	h	Ayudante concretero.	2,286	\$ 17.474	\$ 39.944	\$ 73.338	USD 86,70
	h	Maestro Andamiero	9,744	\$ 23.378	\$ 227.800	\$ 418.240	USD 494,43
	h	Ayudante 1ª Andamiero	9,744	\$ 17.474	\$ 170.262	\$ 312.601	USD 369,55
	h	Ayudante 2ª Andamiero	9,744	\$ 17.474	\$ 170.262	\$ 312.601	USD 369,55
	h	Estibador 1ª	2,286	\$ 17.474	\$ 39.944	\$ 73.338	USD 86,70
	h	Estibador 2ª	2,286	\$ 17.474	\$ 39.944	\$ 73.338	USD 86,70
	h	Rigger	2,286	\$ 17.474	\$ 39.944	\$ 73.338	USD 86,70
	h	Montador 1ª	2,286	\$ 17.474	\$ 39.944	\$ 73.338	USD 86,70
	h	Montador 2ª	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09
	h	Jefe 1ª	9,744	\$ 23.378	\$ 227.800	\$ 418.240	USD 494,43
	h	Jornalero 1ª	9,744	\$ 23.378	\$ 227.800	\$ 418.240	USD 494,43
	h	Jornalero 2ª	9,744	\$ 23.378	\$ 227.800	\$ 418.240	USD 494,43
		Subtotal mano de obra:		\$ 2.398.454	\$ 4.403.561	\$ 5.205.77	USD 5.205,77
1.2.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 2.815.087	\$ 56.302	\$ 103.370	USD 122,20
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 2.871.389	\$ 5.271.870	\$ 6.232.26	USD 6.232,26

<b>1.2.4 VIGA VP3 L= 5 m</b>	<b>Ud</b>		<b>32</b>	<b>\$ 6.995.127</b>	<b>\$ 223.844.067</b>	<b>\$ 410.977.707</b>	<b>USD 485.846,68</b>
1.2.4.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,550	\$ 26.919	\$ 14.805	\$ 27.183	USD 32,13
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,090	\$ 60.346	\$ 5.431	\$ 9.972	USD 11,79
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,315	\$ 19.228	\$ 6.057	\$ 11.120	USD 13,15
	m³	Madera de pino.	0,035	\$ 210.323	\$ 7.361	\$ 13.515	USD 15,98
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,475	\$ 5.177	\$ 2.459	\$ 4.515	USD 5,34
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,355	\$ 1.067	\$ 379	\$ 696	USD 0,82
	Ud	Separador homologado para vigas.	20,000	\$ 58	\$ 1.160	\$ 2.129	USD 2,52
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	787,500	\$ 663	\$ 522.459	\$ 959.235	USD 1.133,98
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	8,250	\$ 887	\$ 7.321	\$ 13.442	USD 15,89
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	5,250	\$ 74.084	\$ 388.941	\$ 714.096	USD 844,18
		Subtotal materiales:		\$ 956.374	\$ 1.755.902	\$ 2.075.78	USD 2.075,78
1.2.4.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,735	\$ 115.932	\$ 85.210	\$ 156.446	USD 184,95
		Subtotal maquinaria:		\$ 85.210	\$ 156.446	\$ 184,95	USD 184,95
1.2.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	24,360	\$ 23.378	\$ 569.499	\$ 1.045.601	USD 1.236,08
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	24,360	\$ 17.474	\$ 425.655	\$ 781.503	USD 923,87
	h	Maestro 1º enfierrador.	24,555	\$ 23.378	\$ 574.058	\$ 1.053.971	USD 1.245,98
	h	Ayudante enfierrador.	26,595	\$ 17.474	\$ 464.709	\$ 853.205	USD 1.008,64
	h	Maestro 1º concretero.	1,455	\$ 23.378	\$ 34.016	\$ 62.453	USD 73,83
	h	Ayudante concretero.	5,715	\$ 17.474	\$ 99.861	\$ 183.345	USD 216,75
	h	Maestro Andamiario	24,360	\$ 23.378	\$ 569.499	\$ 1.045.601	USD 1.236,08
	h	Ayudante 1º Andamiario	24,360	\$ 17.474	\$ 425.655	\$ 781.503	USD 923,87
	h	Ayudante 2º Andamiario	24,360	\$ 17.474	\$ 425.655	\$ 781.503	USD 923,87
	h	Estibador 1º	5,715	\$ 17.474	\$ 99.861	\$ 183.345	USD 216,75
	h	Estibador 2º	5,715	\$ 17.474	\$ 99.861	\$ 183.345	USD 216,75
	h	Rigger	5,715	\$ 17.474	\$ 99.861	\$ 183.345	USD 216,75
	h	Montador 1º	5,715	\$ 17.474	\$ 99.861	\$ 183.345	USD 216,75
	h	Montador 2º	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09
	h	Jefe 1º	24,360	\$ 23.378	\$ 569.499	\$ 1.045.601	USD 1.236,08
	h	Jornalero 1º	24,360	\$ 23.378	\$ 569.499	\$ 1.045.601	USD 1.236,08
	h	Jornalero 2º	24,360	\$ 23.378	\$ 569.499	\$ 1.045.601	USD 1.236,08
		Subtotal mano de obra:		\$ 5.816.384	\$ 10.678.881	\$ 12.624,28	USD 12.624,28
1.2.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 6.857.968	\$ 137.159	\$ 251.825	USD 297,70
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 6.995.127	\$ 12.843.053	\$ 15.182,71	USD 15.182,71
<b>1.2.5 VIGA VP3 L= 1,5 m</b>	<b>Ud</b>		<b>8</b>	<b>\$ 2.184.099</b>	<b>\$ 17.472.794</b>	<b>\$ 32.080.049</b>	<b>USD 37.924,16</b>
1.2.5.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,165	\$ 26.919	\$ 4.442	\$ 8.155	USD 9,64
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,027	\$ 60.346	\$ 1.629	\$ 2.991	USD 3,54
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,095	\$ 19.228	\$ 1.817	\$ 3.336	USD 3,94
	m³	Madera de pino.	0,011	\$ 210.323	\$ 2.208	\$ 4.055	USD 4,79
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,143	\$ 5.177	\$ 738	\$ 1.354	USD 1,60
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,107	\$ 1.067	\$ 114	\$ 209	USD 0,25
	Ud	Separador homologado para vigas.	6,000	\$ 58	\$ 348	\$ 639	USD 0,76
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	236,250	\$ 663	\$ 156.738	\$ 287.770	USD 340,19
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	2,475	\$ 887	\$ 2.196	\$ 4.033	USD 4,77
	m³	Hormigón H35 (5) 12/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-14.	1,575	\$ 74.084	\$ 116.682	\$ 214.229	USD 253,26
		Subtotal materiales:		\$ 286.912	\$ 526.771	\$ 622,73	USD 622,73
1.2.5.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,221	\$ 115.932	\$ 25.563	\$ 46.934	USD 55,48
		Subtotal maquinaria:		\$ 25.563	\$ 46.934	\$ 55,48	USD 55,48
1.2.5.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	7,308	\$ 23.378	\$ 170.850	\$ 313.680	USD 370,82
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	7,308	\$ 17.474	\$ 127.697	\$ 234.451	USD 277,16
	h	Maestro 1º enfierrador.	7,367	\$ 23.378	\$ 172.217	\$ 316.191	USD 373,79
	h	Ayudante enfierrador.	7,979	\$ 17.474	\$ 139.413	\$ 255.961	USD 302,59
	h	Maestro 1º concretero.	0,437	\$ 23.378	\$ 10.205	\$ 18.736	USD 22,15
	h	Ayudante concretero.	1,715	\$ 17.474	\$ 29.958	\$ 55.004	USD 65,02
	h	Maestro Andamiario	7,308	\$ 23.378	\$ 170.850	\$ 313.680	USD 370,82
	h	Ayudante 1º Andamiario	7,308	\$ 17.474	\$ 127.697	\$ 234.451	USD 277,16
	h	Ayudante 2º Andamiario	7,308	\$ 17.474	\$ 127.697	\$ 234.451	USD 277,16
	h	Estibador 1º	1,715	\$ 17.474	\$ 29.958	\$ 55.004	USD 65,02
	h	Estibador 2º	1,715	\$ 17.474	\$ 29.958	\$ 55.004	USD 65,02
	h	Rigger	1,715	\$ 17.474	\$ 29.958	\$ 55.004	USD 65,02
	h	Montador 1º	1,715	\$ 17.474	\$ 29.958	\$ 55.004	USD 65,02
	h	Montador 2º	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09
	h	Jefe 1º	7,308	\$ 23.378	\$ 170.850	\$ 313.680	USD 370,82
	h	Jornalero 1º	7,308	\$ 23.378	\$ 170.850	\$ 313.680	USD 370,82
	h	Jornalero 2º	7,308	\$ 23.378	\$ 170.850	\$ 313.680	USD 370,82
		Subtotal mano de obra:		\$ 1.828.799	\$ 3.357.674	\$ 3.969,35	USD 3.969,35
1.2.5.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 2.141.274	\$ 42.825	\$ 78.628	USD 92,95
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 2.184.099	\$ 4.010.006	\$ 4.740,52	USD 4.740,52
<b>Costo Total Vigas de H.A</b>				<b>\$ 543.726.366</b>	<b>\$ 998.281.608</b>	<b>USD 1.180.141,40</b>	

1.3 LOSA H.A (e=35cm)			24	\$ 6.790.202	\$ 162.964.841	\$ 299.203.448	USD 353.710,19
<b>1.3.1 LOSA L1</b>			<b>Ud</b>				
1.3.1.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,628	\$ 26.919	\$ 16.898	\$ 31.024	USD 36,68
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,100	\$ 60.346	\$ 6.026	\$ 11.064	USD 13,08
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,385	\$ 19.228	\$ 7.407	\$ 13.598	USD 16,08
	m³	Madera de pino.	0,043	\$ 210.323	\$ 9.002	\$ 16.527	USD 19,54
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,571	\$ 5.177	\$ 2.954	\$ 5.424	USD 6,41
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,428	\$ 1.067	\$ 457	\$ 839	USD 0,99
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	42,799	\$ 58	\$ 2.482	\$ 4.557	USD 5,39
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	314,572	\$ 663	\$ 208.700	\$ 383.173	USD 452,98
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	4,194	\$ 887	\$ 3.722	\$ 6.834	USD 8,08
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	5,250	\$ 72.541	\$ 380.842	\$ 699.226	USD 826,61
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	2,140	\$ 924	\$ 1.977	\$ 3.630	USD 4,29
		Subtotal materiales:		\$ 640.466	\$ 1.175.895	\$ 1.175.895	USD 1.390,11
1.3.1.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,471	\$ 115.932	\$ 54.579	\$ 100.208	USD 118,46
		Subtotal maquinaria:		\$ 54.579	\$ 100.208	\$ 100.208	USD 118,46
1.3.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	29,189	\$ 23.378	\$ 682.391	\$ 1.252.869	USD 1.481,11
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	29,189	\$ 17.474	\$ 510.032	\$ 936.419	USD 1.107,01
	h	Maestro 1º enfierrador.	14,295	\$ 23.378	\$ 334.191	\$ 613.575	USD 725,35
	h	Ayudante enfierrador.	13,268	\$ 17.474	\$ 231.833	\$ 425.645	USD 503,19
	h	Maestro 1º concretero.	0,856	\$ 23.378	\$ 20.011	\$ 36.741	USD 43,43
	h	Ayudante concretero.	3,595	\$ 17.474	\$ 62.819	\$ 115.336	USD 136,35
	h	Maestro Andamiero	29,189	\$ 23.378	\$ 682.391	\$ 1.252.869	USD 1.481,11
	h	Ayudante 1º Andamiero	29,189	\$ 17.474	\$ 510.032	\$ 936.419	USD 1.107,01
	h	Ayudante 2º Andamiero	29,189	\$ 17.474	\$ 510.032	\$ 936.419	USD 1.107,01
	h	Estibador 1º	3,595	\$ 17.474	\$ 62.819	\$ 115.336	USD 136,35
	h	Estibador 2º	3,595	\$ 17.474	\$ 62.819	\$ 115.336	USD 136,35
	h	Rigger	3,595	\$ 17.474	\$ 62.819	\$ 115.336	USD 136,35
	h	Montador 1º	3,595	\$ 17.474	\$ 62.819	\$ 115.336	USD 136,35
	h	Montador 2º	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09
	h	Jefe 1º	29,189	\$ 23.378	\$ 682.391	\$ 1.252.869	USD 1.481,11
	h	Jornalero 1º	29,189	\$ 23.378	\$ 682.391	\$ 1.252.869	USD 1.481,11
	h	Jornalero 2º	29,189	\$ 23.378	\$ 682.391	\$ 1.252.869	USD 1.481,11
		Subtotal mano de obra:		\$ 5.962.015	\$ 10.946.260	\$ 10.946.260	USD 12.940,37
1.3.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 6.657.060	\$ 133.141	\$ 244.447	USD 288,98
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 6.790.202	\$ 12.466.810	\$ 12.466.810	USD 14.737,92
<b>1.3.2 LOSA L2</b>			<b>2</b>	<b>\$ 1.455.824</b>	<b>\$ 2.911.649</b>	<b>\$ 5.345.787</b>	<b>USD 6.319,64</b>
1.3.2.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,126	\$ 26.919	\$ 3.380	\$ 6.205	USD 7,34
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,020	\$ 60.346	\$ 1.205	\$ 2.213	USD 2,62
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,077	\$ 19.228	\$ 1.481	\$ 2.720	USD 3,22
	m³	Madera de pino.	0,009	\$ 210.323	\$ 1.800	\$ 3.305	USD 3,91
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,114	\$ 5.177	\$ 591	\$ 1.085	USD 1,28
	l	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,086	\$ 1.067	\$ 91	\$ 168	USD 0,20
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	8,560	\$ 58	\$ 496	\$ 911	USD 1,08
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	62,914	\$ 663	\$ 41.740	\$ 76.635	USD 90,60
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,839	\$ 887	\$ 744	\$ 1.367	USD 1,62
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, docilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.Of85 y ACI 318-08.	1,050	\$ 72.541	\$ 76.168	\$ 139.845	USD 165,32
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,428	\$ 924	\$ 395	\$ 726	USD 0,86
		Subtotal materiales:		\$ 128.093	\$ 235.179	\$ 235.179	USD 278,02
1.3.2.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,094	\$ 115.932	\$ 10.916	\$ 20.042	USD 23,69
		Subtotal maquinaria:		\$ 10.916	\$ 20.042	\$ 20.042	USD 23,69
1.3.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	5,838	\$ 23.378	\$ 136.478	\$ 250.574	USD 296,22
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	5,838	\$ 17.474	\$ 102.006	\$ 187.284	USD 221,40
	h	Maestro 1º enfierrador.	2,859	\$ 23.378	\$ 66.838	\$ 122.715	USD 145,07
	h	Ayudante enfierrador.	2,654	\$ 17.474	\$ 46.367	\$ 85.129	USD 100,64
	h	Maestro 1º concretero.	0,171	\$ 23.378	\$ 4.002	\$ 7.348	USD 8,69
	h	Ayudante concretero.	0,719	\$ 17.474	\$ 12.564	\$ 23.067	USD 27,27
	h	Maestro Andamiero	5,838	\$ 23.378	\$ 136.478	\$ 250.574	USD 296,22
	h	Ayudante 1º Andamiero	5,838	\$ 17.474	\$ 102.006	\$ 187.284	USD 221,40
	h	Ayudante 2º Andamiero	5,838	\$ 17.474	\$ 102.006	\$ 187.284	USD 221,40
	h	Estibador 1º	0,719	\$ 17.474	\$ 12.564	\$ 23.067	USD 27,27
	h	Estibador 2º	0,719	\$ 17.474	\$ 12.564	\$ 23.067	USD 27,27
	h	Rigger	0,719	\$ 17.474	\$ 12.564	\$ 23.067	USD 27,27
	h	Montador 1º	0,719	\$ 17.474	\$ 12.564	\$ 23.067	USD 27,27
	h	Montador 2º	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09
	h	Jefe 1º	5,838	\$ 23.378	\$ 136.478	\$ 250.574	USD 296,22
	h	Jornalero 1º	5,838	\$ 23.378	\$ 136.478	\$ 250.574	USD 296,22
	h	Jornalero 2º	5,838	\$ 23.378	\$ 136.478	\$ 250.574	USD 296,22
		Subtotal mano de obra:		\$ 1.288.270	\$ 2.365.263	\$ 2.365.263	USD 2.796,15
1.3.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 1.427.279	\$ 28.546	\$ 52.410	USD 61,96
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 1.455.824	\$ 2.672.894	\$ 2.672.894	USD 3.159,82

1.3.3 LOSA L3		Ud	6	\$ 2.122.622	\$ 12.735.730	\$ 23.382.800	USD 27.642,51	
1.3.3.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,188	\$ 26.919	\$ 5.069	\$ 9.307	USD 11,00	
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,030	\$ 60.346	\$ 1.808			
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,116	\$ 19.228	\$ 2.222	\$ 3.319	USD 3,92	
	m³	Madera de pino.	0,013	\$ 210.323	\$ 2.700	\$ 4.080	USD 4,82	
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,171	\$ 5.177	\$ 886	\$ 1.627	USD 1,92	
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,128	\$ 1.067	\$ 137	\$ 252	USD 0,30	
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	12,840	\$ 58	\$ 745	\$ 1.367	USD 1,62	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.0f77.	94,372	\$ 663	\$ 62.610	\$ 114.952	USD 135,89	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,258	\$ 887	\$ 1.117	\$ 2.050	USD 2,42	
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.0f85 y ACI 318-08.	1,575	\$ 72.541	\$ 114.253	\$ 209.768	USD 247,98	
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,642	\$ 924	\$ 593	\$ 1.089	USD 1,29	
			Subtotal materiales:		\$ 192.140	\$ 352.769	\$ 30.062	USD 417,03
	1.3.3.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,141	\$ 115.932	\$ 16.374	\$ 30.062	USD 35,54
			Subtotal maquinaria:		\$ 16.374	\$ 30.062	\$ 30.062	USD 35,54
1.3.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	8,757	\$ 23.378	\$ 204.717	\$ 375.861	USD 444,33	
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	8,757	\$ 17.474	\$ 153.010	\$ 280.926	USD 332,10	
	h	Maestro 1º enfierrador.	4,288	\$ 23.378	\$ 100.257	\$ 184.073	USD 217,61	
	h	Ayudante enfierrador.	3,980	\$ 17.474	\$ 69.550	\$ 127.694	USD 150,96	
	h	Maestro 1º concretero.	0,257	\$ 23.378	\$ 6.003	\$ 11.022	USD 13,03	
	h	Ayudante concretero.	1,079	\$ 17.474	\$ 18.846	\$ 34.601	USD 40,90	
	h	Maestro Andamiere	8,757	\$ 23.378	\$ 204.717	\$ 375.861	USD 444,33	
	h	Ayudante 1º Andamiere	8,757	\$ 17.474	\$ 153.010	\$ 280.926	USD 332,10	
	h	Ayudante 2º Andamiere	8,757	\$ 17.474	\$ 153.010	\$ 280.926	USD 332,10	
	h	Estibador 1º	1,079	\$ 17.474	\$ 18.846	\$ 34.601	USD 40,90	
	h	Estibador 2º	1,079	\$ 17.474	\$ 18.846	\$ 34.601	USD 40,90	
	h	Rigger	1,079	\$ 17.474	\$ 18.846	\$ 34.601	USD 40,90	
	h	Montador 1º	1,079	\$ 17.474	\$ 18.846	\$ 34.601	USD 40,90	
	h	Montador 2º	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09	
h	Jefe 1º	8,757	\$ 23.378	\$ 204.717	\$ 375.861	USD 444,33		
h	Jornalero 1º	8,757	\$ 23.378	\$ 204.717	\$ 375.861	USD 444,33		
h	Jornalero 2º	8,757	\$ 23.378	\$ 204.717	\$ 375.861	USD 444,33		
		Subtotal mano de obra:		\$ 1.872.488	\$ 3.437.888	\$ 41.620	USD 4.064,18	
1.3.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 2.081.002	\$ 41.620	\$ 76.414	USD 90,34	
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 2.122.622	\$ 3.897.133	\$ 76.414	USD 4.607,09	
1.3.4 LOSA L4		Ud	2	\$ 789.027	\$ 1.578.055	\$ 2.897.308	USD 3.425,12	
1.3.4.1 Materiales	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,063	\$ 26.919	\$ 1.690	\$ 3.102	USD 3,67	
	m²	Estructura soporte para moldaje recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,010	\$ 60.346	\$ 603			
	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	0,039	\$ 19.228	\$ 741	\$ 1.106	USD 1,31	
	m³	Madera de pino.	0,004	\$ 210.323	\$ 900	\$ 1.653	USD 1,95	
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,057	\$ 5.177	\$ 295	\$ 542	USD 0,64	
	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para moldajes metálicos, fenólicos o de madera.	0,043	\$ 1.067	\$ 46	\$ 84	USD 0,10	
	Ud	Separador homologado para losas continuas.	4,280	\$ 58	\$ 248	\$ 456	USD 0,54	
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.0f77.	31,457	\$ 663	\$ 20.870	\$ 38.317	USD 45,30	
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,419	\$ 887	\$ 372	\$ 683	USD 0,81	
	m³	Hormigón H35 (5) 20/8, expuesto a ciclos hielo-deshielo, exposición a sulfatos severa, con baja permeabilidad, expuesto a ambientes salinos, ductilidad blanda, preparado en central, con cemento grado normal, según NCh 170.0f85 y ACI 318-08.	0,525	\$ 72.541	\$ 38.084			
	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	0,214	\$ 924	\$ 198	\$ 69.923	USD 82,66	
			Subtotal materiales:		\$ 64.047	\$ 117.590	\$ 363	USD 0,43
	1.3.4.2 Maquinaria	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,047	\$ 115.932	\$ 5.458	\$ 10.021	USD 11,85
			Subtotal maquinaria:		\$ 5.458	\$ 10.021	\$ 10.021	USD 11,85
1.3.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º carpintero de obra gruesa.	2,919	\$ 23.378	\$ 68.239	\$ 125.287	USD 148,11	
	h	Ayudante carpintero de obra gruesa.	2,919	\$ 17.474	\$ 51.003	\$ 93.642	USD 110,70	
	h	Maestro 1º enfierrador.	1,429	\$ 23.378	\$ 33.419	\$ 61.358	USD 72,54	
	h	Ayudante enfierrador.	1,327	\$ 17.474	\$ 23.183	\$ 42.565	USD 50,32	
	h	Maestro 1º concretero.	0,086	\$ 23.378	\$ 2.001	\$ 3.674	USD 4,24	
	h	Ayudante concretero.	0,360	\$ 17.474	\$ 6.282	\$ 11.534	USD 13,63	
	h	Maestro Andamiere	2,919	\$ 23.378	\$ 68.239	\$ 125.287	USD 148,11	
	h	Ayudante 1º Andamiere	2,919	\$ 17.474	\$ 51.003	\$ 93.642	USD 110,70	
	h	Ayudante 2º Andamiere	2,919	\$ 17.474	\$ 51.003	\$ 93.642	USD 110,70	
	h	Estibador 1º	0,360	\$ 17.474	\$ 6.282	\$ 11.534	USD 13,63	
	h	Estibador 2º	0,360	\$ 17.474	\$ 6.282	\$ 11.534	USD 13,63	
	h	Rigger	0,360	\$ 17.474	\$ 6.282	\$ 11.534	USD 13,63	
	h	Montador 1º	0,360	\$ 17.474	\$ 6.282	\$ 11.534	USD 13,63	
	h	Montador 2º	6,858	\$ 17.474	\$ 119.833	\$ 220.014	USD 260,09	
h	Jefe 1º	2,919	\$ 23.378	\$ 68.239	\$ 125.287	USD 148,11		
h	Jornalero 1º	2,919	\$ 23.378	\$ 68.239	\$ 125.287	USD 148,11		
h	Jornalero 2º	2,919	\$ 23.378	\$ 68.239	\$ 125.287	USD 148,11		
		Subtotal mano de obra:		\$ 704.052	\$ 1.292.639	\$ 28.405	USD 33,58	
1.3.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 773.556	\$ 15.471	\$ 28.405	USD 33,58	
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 789.027	\$ 1.448.654	\$ 28.405	USD 1.712,56	
Costo Total Losas de H.A				\$ 180.190.274	\$ 330.829.343	\$ 30.062	USD 391.097,46	
Costo Total Plataforma de H.A				\$ 3.488.552.342	\$ 6.404.982.100	\$ 76.414	USD 7.571.795,84	

PRESUPUESTO PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO (300%  
AMPLIFICAION PORCENTUAL POR AMBIENTE MARINO)

1.PLATAFORMA HORMIGON PREFABRICADO		Unidad	Descripción	Cantidad	P.U	Total(\$)	Reajuste IPC (\$)	Tota(US)
1.1 PILOTES							2008-2023	(27/08/2023)
<b>1.1.1 Suministro de pilotes</b>		<b>Ud</b>		<b>36</b>	<b>\$ 76.795.436</b>	<b>\$ 2.764.635.702</b>	<b>\$ 5.075.871.149</b>	<b>USD 6.000.556,98</b>
1.1.1.1	Materiales	kg	Acero S355J2H, en perfiles huecos acabados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series redondo, cuadrado o rectangular, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	63873,291	\$ 1.101	\$ 70.294.473	\$ 129.060.652	USD 152.572,00
				Subtotal materiales:		\$ 70.294.473	\$ 129.060.652	USD 152.572,00
1.1.1.2	Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura metálica.	6,250	\$ 7.793	\$ 48.705	\$ 89.423	USD 105,71
		h	Ayudante montador de estructura metálica.	6,250	\$ 5.825	\$ 36.403	\$ 66.836	USD 79,01
				Subtotal mano de obra:		\$ 85.108	\$ 156.259	USD 184,72
1.1.1.3	Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 70.379.581	\$ 1.407.592	\$ 2.584.338	USD 3.055,13
						\$ 71.787.173	\$ 131.801.249	USD 155.811,86
<b>1.1.2 Hinca pilotes</b>		<b>Ud</b>				<b>\$ 4.888.646</b>	<b>\$ 8.975.554</b>	<b>USD 10.610,66</b>
1.1.2.1	Maquinaria	Ud	Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para hinca de pilotes prefabricados, a una distancia de entre 100 y 200 km.	1,000	\$ 4.792.790	\$ 4.792.790	\$ 8.799.562	USD 10.402,60
				Subtotal maquinaria:		\$ 4.792.790	\$ 8.799.562	USD 10.402,60
1.1.2.2	Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 4.792.790	\$ 95.856	\$ 175.991	USD 208,05
				Costos directos (1+2):		\$ 4.888.646	\$ 8.975.554	USD 10.610,66
<b>1.1.3 Paralización de Hinca pilotes</b>		<b>Ud</b>				<b>\$ 119.617</b>	<b>\$ 219.618</b>	<b>USD 259,63</b>
1.1.3.1	Maquinaria	Ud	Paralización del equipo completo para hinca de pilotes prefabricados, por causas ajenas a la empresa suministradora.	1,000	\$ 117.272	\$ 117.272	\$ 215.311	USD 254,54
				Subtotal maquinaria:		\$ 117.272	\$ 215.311	USD 254,54
1.1.3.2	Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 117.272	\$ 2.345	\$ 4.306	USD 5,09
				Costos directos (1+2):		\$ 119.617	\$ 219.618	USD 259,63
<b>Costo Total Pilotes</b>						<b>\$ 2.764.635.702</b>	<b>\$ 5.075.871.149</b>	<b>USD 6.000.556,98</b>
<b>1.2 VIGAS</b>								
<b>1.2.1 VIGA VP2 L = 3m</b>		<b>Ud</b>		<b>27</b>	<b>\$ 5.906.452</b>	<b>\$ 159.474.195</b>	<b>\$ 292.794.621</b>	<b>USD 346.133,85</b>
1.2.1.1	Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN-m.	3,000	\$ 1.601.122	\$ 4.803.365	\$ 8.818.978	USD 10.425,56
				Subtotal materiales:		\$ 4.803.365	\$ 8.818.978	USD 10.425,56
1.2.1.2	Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,150	\$ 533.062	\$ 79.959	\$ 146.805	USD 173,55
				Subtotal maquinaria:		\$ 79.959	\$ 146.805	USD 173,55
1.2.1.3	Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,513	\$ 272.749	\$ 139.920	\$ 256.893	USD 303,69
		h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,026	\$ 203.858	\$ 209.158	\$ 384.014	USD 453,97
		h	Jefe 1ª	0,513	\$ 272.749	\$ 139.920	\$ 256.893	USD 303,69
		h	Jornalero 1ª	1,026	\$ 203.858	\$ 209.158	\$ 384.014	USD 453,97
		h	Jornalero 2ª	1,026	\$ 203.858	\$ 209.158	\$ 384.014	USD 453,97
				Subtotal mano de obra:		\$ 907.315	\$ 1.665.830	USD 1.969,30
1.2.1.4	Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 5.790.639	\$ 115.813	\$ 212.632	USD 251,37
				Costos directos (1+2+3+4):		\$ 5.906.452	\$ 10.844.245	USD 12.819,77
<b>1.2.2 VIGA VP2 L = 2m</b>		<b>Ud</b>		<b>9</b>	<b>\$ 3.937.634</b>	<b>\$ 35.438.710</b>	<b>\$ 65.065.471</b>	<b>USD 76.918,63</b>
1.2.2.1	Materiales	m	Viga prefabricada de hormigón armado tipo I, de 90 cm de altura y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo de 1100 kN-m.	2,000	\$ 1.601.122	\$ 3.202.243	\$ 5.879.319	USD 6.950,37
				Subtotal materiales:		\$ 3.202.243	\$ 5.879.319	USD 6.950,37
1.2.2.2	Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,100	\$ 533.062	\$ 53.306	\$ 97.870	USD 115,70
				Subtotal maquinaria:		\$ 53.306	\$ 97.870	USD 115,70
1.2.2.3	Mano de Obra	h	Maestro 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,342	\$ 272.749	\$ 93.280	\$ 171.262	USD 202,46
		h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	0,684	\$ 203.858	\$ 139.439	\$ 256.010	USD 302,65
		h	Jefe 1ª	0,342	\$ 272.749	\$ 93.280	\$ 171.262	USD 202,46
		h	Jornalero 1ª	0,684	\$ 203.858	\$ 139.439	\$ 256.010	USD 302,65
		h	Jornalero 2ª	0,684	\$ 203.858	\$ 139.439	\$ 256.010	USD 302,65
				Subtotal mano de obra:		\$ 604.876	\$ 1.110.553	USD 1.312,87
1.2.2.4	Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 3.860.426	\$ 77.209	\$ 141.755	USD 167,58
				Costos directos (1+2+3+4):		\$ 3.937.634	\$ 7.229.497	USD 8.546,51



1.3 LOSA H.A (e=35cm)									
1.3.1 LOSA L1		Ud	24	\$ 2.710.988	\$ 65.063.702	\$ 119.456.957	USD 141.218,77		
1.3.1.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN-m por m de ancho.	15,000	\$ 68.120	\$ 1.021.796	\$ 1.876.017	USD 2.217,78		
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	15,000	\$ 1.181	\$ 17.716	\$ 32.526	USD 38,45		
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	63,000	\$ 663	\$ 41.797	\$ 76.739	USD 90,72		
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,840	\$ 887	\$ 745	\$ 1.369	USD 1,62		
	m³	Agua.	0,030	\$ 887	\$ 27	\$ 49	USD 0,06		
	m³	Arena cribada.	0,060	\$ 10.487	\$ 629	\$ 1.155	USD 1,37		
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,120	\$ 17.147	\$ 2.058	\$ 3.778	USD 4,47		
	kg	Cemento gris en sacos.	58,275	\$ 97	\$ 5.633	\$ 10.343	USD 12,23		
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,795	\$ 710	\$ 564	\$ 1.036	USD 1,23		
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,285	\$ 1.324	\$ 377	\$ 693	USD 0,82		
		Subtotal materiales:		\$ 1.091.342	\$ 2.003.705	\$ 2.003.705	USD 2.368,73		
1.3.1.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	3,705	\$ 45.691	\$ 169.285	\$ 310.808	USD 367,43		
		Subtotal maquinaria:		\$ 169.285	\$ 310.808	\$ 310.808	USD 367,43		
1.3.1.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º montador de estructura prefabricada de hormigón.	12,645	\$ 23.378	\$ 295.621	\$ 542.759	USD 641,64		
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	12,645	\$ 17.474	\$ 220.953	\$ 405.669	USD 479,57		
	h	Maestro 1º enfierrador.	2,880	\$ 23.378	\$ 67.330	\$ 123.618	USD 146,14		
	h	Ayudante enfierrador.	2,655	\$ 17.474	\$ 46.392	\$ 85.176	USD 100,69		
	h	Jornal construcción.	0,540	\$ 16.184	\$ 8.739	\$ 16.046	USD 18,97		
	h	Jornal especializado de construcción.	0,585	\$ 16.450	\$ 9.623	\$ 17.668	USD 20,89		
	h	Maestro 1º concretero.	0,135	\$ 23.378	\$ 3.156	\$ 5.795	USD 6,85		
	h	Ayudante concretero.	0,450	\$ 17.474	\$ 7.863	\$ 14.437	USD 17,07		
	h	Jefe 1º	12,645	\$ 23.378	\$ 295.621	\$ 542.759	USD 641,64		
	h	Jornalero 1º	12,645	\$ 17.474	\$ 220.953	\$ 405.669	USD 479,57		
	h	Jornalero 2º	12,645	\$ 17.474	\$ 220.953	\$ 405.669	USD 479,57		
		Subtotal mano de obra:		\$ 1.397.203	\$ 2.565.266	\$ 2.565.266	USD 3.032,59		
1.3.1.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 2.657.831	\$ 53.157	\$ 97.596	USD 115,37		
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 2.710.988	\$ 4.977.373	\$ 4.977.373	USD 5.884,12		
1.3.2 LOSA L2		Ud	2	\$ 542.198	\$ 1.084.395	\$ 1.990.949	USD 2.353,65		
1.3.2.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN-m por m de ancho.	3,000	\$ 68.120	\$ 204.359	\$ 375.203	USD 443,56		
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	3,000	\$ 1.181	\$ 3.543	\$ 6.505	USD 7,69		
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	12,600	\$ 663	\$ 8.359	\$ 15.348	USD 18,14		
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,168	\$ 887	\$ 149	\$ 274	USD 0,32		
	m³	Agua.	0,006	\$ 887	\$ 5	\$ 10	USD 0,01		
	m³	Arena cribada.	0,012	\$ 10.487	\$ 126	\$ 231	USD 0,27		
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,024	\$ 17.147	\$ 412	\$ 756	USD 0,89		
	kg	Cemento gris en sacos.	11,655	\$ 97	\$ 1.127	\$ 2.069	USD 2,45		
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,159	\$ 710	\$ 113	\$ 207	USD 0,25		
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,057	\$ 1.324	\$ 75	\$ 139	USD 0,16		
		Subtotal materiales:		\$ 218.268	\$ 400.741	\$ 400.741	USD 473,75		
1.3.2.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,741	\$ 45.691	\$ 33.857	\$ 62.162	USD 73,49		
		Subtotal maquinaria:		\$ 33.857	\$ 62.162	\$ 62.162	USD 73,49		
1.3.2.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º montador de estructura prefabricada de hormigón.	2,529	\$ 23.378	\$ 59.124	\$ 108.552	USD 128,33		
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	2,529	\$ 17.474	\$ 44.191	\$ 81.134	USD 95,91		
	h	Maestro 1º enfierrador.	0,576	\$ 23.378	\$ 13.466	\$ 24.724	USD 29,23		
	h	Ayudante enfierrador.	0,531	\$ 17.474	\$ 9.278	\$ 17.035	USD 20,14		
	h	Jornal construcción.	0,108	\$ 16.184	\$ 1.748	\$ 3.209	USD 3,79		
	h	Jornal especializado de construcción.	0,117	\$ 16.450	\$ 1.925	\$ 3.534	USD 4,18		
	h	Maestro 1º concretero.	0,027	\$ 23.378	\$ 631	\$ 1.159	USD 1,37		
	h	Ayudante concretero.	0,090	\$ 17.474	\$ 1.573	\$ 2.887	USD 3,41		
	h	Jefe 1º	2,529	\$ 23.378	\$ 59.124	\$ 108.552	USD 128,33		
	h	Jornalero 1º	2,529	\$ 17.474	\$ 44.191	\$ 81.134	USD 95,91		
	h	Jornalero 2º	2,529	\$ 17.474	\$ 44.191	\$ 81.134	USD 95,91		
		Subtotal mano de obra:		\$ 279.441	\$ 513.053	\$ 513.053	USD 606,52		
1.3.2.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 531.566	\$ 10.631	\$ 19.519	USD 23,07		
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 542.198	\$ 995.475	\$ 995.475	USD 1.176,82		

1.3.3 LOSA L3		Ud	6	\$ 812.494	\$ 4.874.965	\$ 8.950.437	USD 10.580,96
1.3.3.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN-m por m de ancho.	4,500	\$ 68.120	\$ 306.539	\$ 562.805	USD 665,33
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	4,500	\$ 1.181	\$ 5.315	\$ 9.758	USD 11,54
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	18,900	\$ 663	\$ 12.539	\$ 23.022	USD 27,22
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,252	\$ 887	\$ 224	\$ 411	USD 0,49
	m³	Agua.	0,009	\$ 887	\$ 8	\$ 15	USD 0,02
	m³	Arena cribada.	0,018	\$ 10.487	\$ 189	\$ 347	USD 0,41
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,036	\$ 17.147	\$ 617	\$ 1.133	USD 1,34
	kg	Cemento gris en sacos.	17,483	\$ 97	\$ 1.690	\$ 3.103	USD 3,67
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,239	\$ 710	\$ 169	\$ 311	USD 0,37
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,086	\$ 1.324	\$ 113	\$ 208	USD 0,25
		Subtotal materiales:		\$ 327.403	\$ 601.111	\$ 601.111	USD 710,62
1.3.3.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27	1,112	\$ 45.691	\$ 50.786	\$ 93.242	USD 110,23
		Subtotal maquinaria:		\$ 50.786	\$ 93.242	\$ 93.242	USD 110,23
1.3.3.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º montador de estructura prefabricada de hormigón.	3,794	\$ 23.378	\$ 88.686	\$ 162.828	USD 192,49
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	3,794	\$ 17.474	\$ 66.286	\$ 121.701	USD 143,87
	h	Maestro 1º enfierrador.	0,864	\$ 23.378	\$ 20.199	\$ 37.085	USD 43,84
	h	Ayudante enfierrador.	0,797	\$ 17.474	\$ 13.918	\$ 25.553	USD 30,21
	h	Jornal construcción.	0,162	\$ 16.184	\$ 2.622	\$ 4.814	USD 5,69
	h	Jornal especializado de construcción.	0,176	\$ 16.450	\$ 2.887	\$ 5.300	USD 6,27
	h	Maestro 1º concretero.	0,041	\$ 23.378	\$ 947	\$ 1.738	USD 2,06
	h	Ayudante concretero.	0,090	\$ 17.474	\$ 1.573	\$ 2.887	USD 3,41
	h	Jefe 1º	3,794	\$ 23.378	\$ 88.686	\$ 162.828	USD 192,49
	h	Jornalero 1º	3,794	\$ 17.474	\$ 66.286	\$ 121.701	USD 143,87
	h	Jornalero 2º	3,794	\$ 17.474	\$ 66.286	\$ 121.701	USD 143,87
		Subtotal mano de obra:		\$ 418.375	\$ 768.136	\$ 768.136	USD 908,07
1.3.3.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 796.563	\$ 15.931	\$ 29.250	USD 34,58
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 812.494	\$ 1.491.739	\$ 1.491.739	USD 1.763,82
1.3.4 LOSA L4	Ud		2	\$ 271.099	\$ 542.198	\$ 995.475	USD 1.176,82
1.3.4.1 Materiales	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 35 cm de canto y 100 cm de anchura, con junta lateral abierta superiormente, momento flector último de 207 kN-m por m de ancho.	1,500	\$ 68.120	\$ 102.180	\$ 187.602	USD 221,78
	kg	Acero laminado A 572 Grado 42, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar en obra.	1,500	\$ 1.181	\$ 1.772	\$ 3.253	USD 3,85
	kg	Acero en barras con resaltes, A63-42H, de varios diámetros, según NCh204.Of77.	6,300	\$ 663	\$ 4.180	\$ 7.674	USD 9,07
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,084	\$ 887	\$ 75	\$ 137	USD 0,16
	m³	Agua.	0,003	\$ 887	\$ 3	\$ 5	USD 0,01
	m³	Arena cribada.	0,006	\$ 10.487	\$ 63	\$ 116	USD 0,14
	m³	Árido grueso homogeneizado, de tamaño máximo 20 mm.	0,012	\$ 17.147	\$ 206	\$ 378	USD 0,45
	kg	Cemento gris en sacos.	5,828	\$ 97	\$ 563	\$ 1.034	USD 1,22
	kg	Aditivo hidrófugo para imprimación de morteros u hormigones.	0,080	\$ 710	\$ 56	\$ 104	USD 0,12
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,029	\$ 1.324	\$ 38	\$ 69	USD 0,08
		Subtotal materiales:		\$ 109.134	\$ 200.370	\$ 200.370	USD 236,87
1.3.4.2 Maquinaria	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,371	\$ 45.691	\$ 16.929	\$ 31.081	USD 36,74
		Subtotal maquinaria:		\$ 16.929	\$ 31.081	\$ 31.081	USD 36,74
1.3.4.3 Mano de Obra	h	Maestro 1º montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,265	\$ 23.378	\$ 29.562	\$ 54.276	USD 64,16
	h	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	1,265	\$ 17.474	\$ 22.095	\$ 40.567	USD 47,96
	h	Maestro 1º enfierrador.	0,288	\$ 23.378	\$ 6.733	\$ 12.362	USD 14,61
	h	Ayudante enfierrador.	0,266	\$ 17.474	\$ 4.639	\$ 8.518	USD 10,07
	h	Jornal construcción.	0,054	\$ 16.184	\$ 874	\$ 1.605	USD 1,90
	h	Jornal especializado de construcción.	0,059	\$ 16.450	\$ 962	\$ 1.767	USD 2,09
	h	Maestro 1º concretero.	0,014	\$ 23.378	\$ 316	\$ 579	USD 0,69
	h	Ayudante concretero.	0,045	\$ 17.474	\$ 786	\$ 1.444	USD 1,71
	h	Jefe 1º	1,265	\$ 23.378	\$ 29.562	\$ 54.276	USD 64,16
	h	Jornalero 1º	1,265	\$ 17.474	\$ 22.095	\$ 40.567	USD 47,96
	h	Jornalero 2º	1,265	\$ 17.474	\$ 22.095	\$ 40.567	USD 47,96
		Subtotal mano de obra:		\$ 139.720	\$ 256.527	\$ 256.527	USD 303,26
1.3.4.4 Herramientas	%	Herramientas	2,000	\$ 265.783	\$ 5.316	\$ 9.760	USD 11,54
		Costos directos (1+2+3+4):		\$ 271.099	\$ 497.737	\$ 497.737	USD 588,41
<b>Costo Total Losas</b>				<b>\$ 71.565.260</b>	<b>\$ 131.393.817</b>	<b>\$ 131.393.817</b>	<b>USD 155.330,20</b>
<b>Costo Total Plataforma de H.A</b>				<b>\$ 3.218.151.503</b>	<b>\$ 5.908.526.159</b>	<b>\$ 5.908.526.159</b>	<b>USD 6.984.899,11</b>

## D. CÁLCULO DE CARGAS

## Cálculo Cargas de Diseño

### 1. Cargas Muertas (D)

Ver tabla 3.1 y tabla 3.2

### 2. Cargas Vivas (L)

Ver tabla 3.3

### 3. Cargas de Viento (W)

Ver tabla 3.4

$$v_w := 55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$k_d := 0.85$$

$$l_w := 0.87$$

$$k_{zt} := 1$$

$$k_z := \begin{pmatrix} 1.03 \\ 1.03 \\ 1.08 \\ 1.12 \\ 1.16 \\ 1.22 \\ 1.27 \end{pmatrix}$$

$$q_h := 0.613 \cdot k_z \cdot k_{zt} \cdot k_d \cdot v_w^2 \cdot l_w \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \begin{pmatrix} 1.579 \times 10^3 \\ 1.579 \times 10^3 \\ 1.655 \times 10^3 \\ 1.717 \times 10^3 \\ 1.778 \times 10^3 \\ 1.87 \times 10^3 \\ 1.946 \times 10^3 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Coefficiente de Presion Interna

$$GC_{pi} := 0$$

VER TABLA 13

Coefficiente de Presion Interna

$$g_Q := 3.4$$

$$g_R := 3.4$$

$$B_W := 12$$

$$h_W := 7$$

$$z_{prom} := 0.6 \cdot h_W$$

$$c_W := 0.15$$

$$\epsilon_{prom} := \frac{1}{8}$$

$$l_{z_{prom}} := c_W \cdot \left( \frac{10}{z_{prom}} \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$L_{z_{prom}} := l_{z_{prom}} \cdot \left( \frac{z_{prom}}{10} \right)^{\epsilon_{prom}}$$

$$Q := \sqrt{\frac{1}{1 + 0.63 \cdot \left( \frac{B_W + h_W}{L_{z_{prom}}} \right)^{0.63}}}$$

$$n_1 := 0.45$$

$$g_V := \sqrt{2 \cdot \ln(3600 \cdot n_1)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \cdot \ln(3600 \cdot n_1)}}$$

$$b_{prom} := 0.8$$

$$\alpha_{prom} := \frac{1}{9}$$

$$V_{z_{prom}} := b_{prom} \cdot \left( \frac{z_{prom}}{10} \right)^{\alpha_{prom}} \cdot v_W \cdot \frac{s}{m}$$

$$N_1 := n_1 \frac{L_{z\_prom}}{V_{z\_prom}}$$

$$R_n := \frac{(7.47 \cdot N_1)}{(1 + 10.3 \cdot N_1)^{5.3}}$$

$$\eta_h := \frac{(4.6 \cdot n_1 \cdot h_w)}{V_{z\_prom}}$$

$$\varepsilon_w := 1$$

$$\eta_b := \frac{(4.6 \cdot n_1 \cdot \varepsilon \cdot B_w)}{V_{z\_prom}}$$

$$L_w := 43$$

$$\eta_L := \frac{(4.6 \cdot n_1 \cdot L_w)}{V_{z\_prom}}$$

$$R_h := \frac{1}{\eta_h} + \frac{-1}{2 \cdot \eta_h^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_h})$$

$$R_b := \frac{1}{\eta_b} + \frac{-1}{2 \cdot \eta_b^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_b})$$

$$R_L := \frac{1}{\eta_L} + \frac{-1}{2 \cdot \eta_L^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_L})$$

$$\beta := 0.03$$

$$R_w := \sqrt{\frac{1}{\beta} \cdot R_n \cdot R_h \cdot R_b \cdot (0.53 + 0.47 \cdot R_L)}$$

$$GC_{pf} := 0.925 \cdot \left[ \frac{1 + 1.7 \cdot l_{z\_prom} \cdot \sqrt{(g_Q)^2 \cdot Q^2 + (g_R)^2 \cdot R^2}}{1 + 1.7 \cdot g_V \cdot l_{z\_prom}} \right]$$

$$p := q_h \cdot (GC_{pf} - GC_{pi}) = \begin{pmatrix} 0.97 \\ 0.97 \\ 1.017 \\ 1.055 \\ 1.092 \\ 1.149 \\ 1.196 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### 4. Cargas de Térmicas (T)

Rango de temperaturas entre  $T_{\min}$  y  $T_{\max}$

$$T_{\min} := -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} := 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### 5. Cargas de Oleaje (C)

$$C_D := 1$$

$$C_M := 2$$

$$\rho_o := 1.03 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

$$d_{\text{pilote}} := 1.1 \text{ m}$$

$$A_{\text{pilote}} := \frac{(\pi \cdot d_{\text{pilote}}^2)}{4} = 0.95 \text{ m}^2$$

$$h_{\text{pilote\_hundido\_min}} := 0 \text{ m}$$

$$h_{\text{pilote\_hundido\_max}} := 10 \text{ m}$$

$$h_{\text{pilote\_hundido}} := \begin{bmatrix} h_{\text{pilote\_hundido\_min}} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}}) \cdot m}{h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}}} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}})}{2} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}})}{1} \end{bmatrix}$$

$$\Delta S := h_{\text{pilote\_hundido}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 5 \\ 10 \end{pmatrix} \text{ m}$$

#### Flujo de Corriente Fuerte

$$u_n := \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 3.6 \\ 5 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_n := \begin{pmatrix} 0 \\ 0.12 \\ 0.216 \\ 0.3 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{\text{arr}} := \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_o \cdot d_{\text{pilote}} \cdot \overrightarrow{(u_n \cdot u_n \cdot \Delta S)}$$

$$F_{\text{inercia}} := C_M \cdot \rho_o \cdot A_{\text{pilote}} \cdot \overrightarrow{(a_n \cdot \Delta S)}$$

$$f_n := F_{arr} + F_{inercia} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2.269 \\ 35.22 \\ 133.808 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

## 6. Cargas de Atraque ( $B_e$ )

### 6.1 Masa de la embarcación $M_s$

$$GT := 250000 \text{ ton}$$

$$M_s := 1.118 \cdot GT$$

### 6.2 Velocidad de atraque $v_b$

$$\gamma_w := \rho_0$$

$$DT := 150000 \text{ ton}$$

$$v_b := \frac{3.7 \text{ km}}{\text{hr}}$$

### 6.3 Factor de masa Hidrodinámica $C_m$

$$V_{desp} := \frac{DT}{\gamma_w}$$

$$L_{pp} := 300 \text{ m}$$

$$B := 43 \text{ m}$$

$$D := 12 \text{ m}$$

$$c_b := \frac{V_{desp}}{L_{pp} \cdot B \cdot D} = 0.941$$

$$c_m := 1 + \frac{\pi}{2 \cdot c_b} \cdot \frac{D}{B} = 1.468$$

### 6.4 Factor de excentricidad $C_e$

$$l_e := 0.8 \cdot L_{pp}$$

$$r_T := 0.5 \cdot B$$

$$c_e := \frac{1}{1 + \left(\frac{l_e}{r_T}\right)^2}$$

6.5 Coeficiente de flexibilidad  $C_s$

$$c_s := 1$$

6.6 Coeficiente de configuración del muelle  $C_c$

$$c_c := 1$$

$$E_a := \frac{1}{2} \cdot M_s \cdot (v_b^2) \cdot c_e \cdot c_m \cdot c_s \cdot c_c = 1563 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{E_a}{3} = 521 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

## 7. Cargas Sísmicas ( $E$ )

Ver Espectros de Diseño Figura 3-5 y Figura 3-6

## 8. Tsunami

$$\Delta_s := 1.5 \text{m}$$

# Cálculo Cargas de Diseño (Caso Tsunami)

## 1. Cargas Muertas (D)

Ver tabla 3.1 y tabla 3.2

## 2. Cargas Vivas (L)

Ver tabla 3.3

## 3. Cargas de Viento (W)

Ver tabla 3.4

$$v_w := 55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

TABLA 8 NCH 432 (2010)

$$k_d := 0.95$$

TABLA 7 NCH 432 (2010)

$$l_w := 0.87$$

TABLA 8 NCH 432 (2010)

$$k_{zt} := 1$$

$$k_z := \begin{pmatrix} 1.03 \\ 1.03 \\ 1.08 \\ 1.12 \\ 1.16 \\ 1.22 \\ 1.27 \end{pmatrix}$$

TABLA 9 NCH 432 (2010)  
Rugosidad tipo D

$$q_h := 0.613 \cdot k_z \cdot k_{zt} \cdot k_d \cdot v_w^2 \cdot l_w \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \begin{pmatrix} 1.579 \times 10^3 \\ 1.579 \times 10^3 \\ 1.655 \times 10^3 \\ 1.717 \times 10^3 \\ 1.778 \times 10^3 \\ 1.87 \times 10^3 \\ 1.946 \times 10^3 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Coefficiente de Presion Interna

$$GC_{pi} := 0$$

TABLA 13 NCH 432 (2010)

Coefficiente de Presion Interna

$$g_Q := 3.4$$

$$g_R := 3.4$$

$$B_W := 12$$

$$h_W := 7$$

$$z_{prom} := 0.6 \cdot h_W$$

$$c_W := 0.15$$

$$\epsilon_{prom} := \frac{1}{8}$$

$$l_{z_{prom}} := c_W \cdot \left( \frac{10}{z_{prom}} \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$L_{z_{prom}} := l_{z_{prom}} \cdot \left( \frac{z_{prom}}{10} \right)^{\epsilon_{prom}}$$

$$Q := \sqrt{\frac{1}{1 + 0.63 \cdot \left( \frac{B_W + h_W}{L_{z_{prom}}} \right)^{0.63}}}$$

$$n_1 := 0.45$$

$$g_V := \sqrt{2 \cdot \ln(3600 \cdot n_1)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \cdot \ln(3600 \cdot n_1)}}$$

$$b_{prom} := 0.8$$

$$\alpha_{prom} := \frac{1}{g}$$

$$V_{z_{prom}} := b_{prom} \cdot \left( \frac{z_{prom}}{10} \right)^{\alpha_{prom}} \cdot v_W \cdot \frac{s}{m}$$

$$N_1 := n_1 \cdot \frac{L_{z\_prom}}{V_{z\_prom}}$$

$$R_n := \frac{(7.47 \cdot N_1)}{(1 + 10.3 \cdot N_1)^{5.3}}$$

$$\eta_h := \frac{(4.6 \cdot n_1 \cdot h_w)}{V_{z\_prom}}$$

$$\varepsilon_w := 1$$

$$\eta_b := \frac{(4.6 \cdot n_1 \cdot \varepsilon \cdot B_w)}{V_{z\_prom}}$$

$$L_w := 43$$

$$\eta_L := \frac{(4.6 \cdot n_1 \cdot L_w)}{V_{z\_prom}}$$

$$R_h := \frac{1}{\eta_h} + \frac{-1}{2 \cdot \eta_h^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_h})$$

$$R_b := \frac{1}{\eta_b} + \frac{-1}{2 \cdot \eta_b^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_b})$$

$$R_L := \frac{1}{\eta_L} + \frac{-1}{2 \cdot \eta_L^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_L})$$

$$\beta := 0.03$$

$$R_w := \sqrt{\frac{1}{\beta} \cdot R_n \cdot R_h \cdot R_b \cdot (0.53 + 0.47 \cdot R_L)}$$

$$GC_{pf} := 0.025 \cdot \left[ \frac{1 + 1.7 \cdot l_{z\_prom} \cdot \sqrt{(g_Q)^2 \cdot Q^2 + (g_R)^2 \cdot R^2}}{1 + 1.7 \cdot g_V \cdot l_{z\_prom}} \right]$$

$$p := q_h \cdot (GC_{pf} - GC_{pi}) = \begin{pmatrix} 0.97 \\ 0.97 \\ 1.017 \\ 1.055 \\ 1.092 \\ 1.149 \\ 1.196 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

#### 4. Cargas de Térmicas (T)

Rango de temperaturas entre  $T_{\min}$  y  $T_{\max}$

$$T_{\min} \text{ Plataforma} := -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} \text{ Plataforma} := 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} \text{ Pilote} := 16 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} \text{ Pilote} := 24 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### 5. Tsunami

$$\Delta_{\max} := 1.5 \text{ m}$$

#### 6. Cargas de Oleaje (C)

$$C_D := 1$$

$$C_M := 2$$

$$\rho_o := 1.03 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

$$d_{\text{pilote}} := 1.1 \text{ m}$$

$$A_{\text{pilote}} := \frac{(\pi \cdot d_{\text{pilote}}^2)}{4} = 0.95 \text{ m}^2$$

$$h_{\text{pilote\_hundido\_min}} := 0 \text{ m}$$

$$h_{\text{pilote\_hundido\_max}} := 10 \text{ m}$$

$$h_{\text{pilote\_hundido\_max\_Tsunami}} := h_{\text{pilote\_hundido\_max}} + \Delta_{\text{max}}$$

$$h_{\text{pilote\_hundido}} := \left[ \begin{array}{c} h_{\text{pilote\_hundido\_min}} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}}) \cdot m}{h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}}} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}})}{2} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}})}{1} \end{array} \right]$$

$$h_{\text{pilote\_hundido\_Tsunami}} := \left[ \begin{array}{c} h_{\text{pilote\_hundido\_min}} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max\_Tsunami}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}}) \cdot m}{h_{\text{pilote\_hundido\_max\_Tsunami}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}}} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max\_Tsunami}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}})}{2} \\ \frac{(h_{\text{pilote\_hundido\_max\_Tsunami}} - h_{\text{pilote\_hundido\_min}})}{1} \end{array} \right]$$

$$\Delta S := h_{\text{pilote\_hundido}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 5 \\ 10 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$\Delta S_{\text{Tsunami}} := h_{\text{pilote\_hundido\_Tsunami}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 5.75 \\ 11.5 \end{pmatrix} \text{ m}$$

### Flujo de Corriente Fuerte

$$u_n := \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 3.6 \\ 5 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_n := \begin{pmatrix} 0 \\ 0.12 \\ 0.216 \\ 0.3 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{arr} := \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_o \cdot d_{pilote} \cdot \overrightarrow{(u_n \cdot u_n \cdot \Delta S)}$$

$$F_{arr\_Tsunami} := \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_o \cdot d_{pilote} \cdot \overrightarrow{(u_n \cdot u_n \cdot \Delta S_{Tsunami})}$$

$$F_{inercia} := C_M \cdot \rho_o \cdot A_{pilote} \cdot \overrightarrow{(a_n \cdot \Delta S)}$$

$$F_{inercia\_Tsunami} := C_M \cdot \rho_o \cdot A_{pilote} \cdot \overrightarrow{(a_n \cdot \Delta S_{Tsunami})}$$

$$f_n := F_{arr} + F_{inercia} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2.269 \\ 35.22 \\ 133.808 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

$$f_{n\_Tsunami} := F_{arr\_Tsunami} + F_{inercia\_Tsunami} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2.269 \\ 40.503 \\ 153.879 \end{pmatrix} \text{ kN}$$

## 7. Cargas de Atraque ( $B_e$ )

### 7.1 Masa de la embarcación $M_s$

$$GT := 250000 \text{ ton}$$

$$M_s := 1.118 \cdot GT$$

### 7.2 Velocidad de atraque $v_b$

$$\gamma_w := \rho_0$$

$$DT := 150000 \text{ ton}$$

$$v_b := \frac{3.7 \text{ km}}{\text{hr}}$$

### 7.3 Factor de masa Hidrodinámica $C_m$

$$V_{\text{desp}} := \frac{DT}{\gamma_w}$$

$$L_{pp} := 300 \text{ m}$$

$$B := 43 \text{ m}$$

$$D := 12 \text{ m}$$

$$c_b := \frac{V_{\text{desp}}}{L_{pp} \cdot B \cdot D} = 0.941$$

$$c_m := 1 + \frac{\pi}{2 \cdot c_b} \cdot \frac{D}{B} = 1.468$$

### 7.4 Factor de excentricidad $C_e$

$$l_e := 0.8 \cdot L_{pp}$$

$$r_T := 0.5 \cdot B$$

$$c_e := \frac{1}{1 + \left(\frac{l_e}{r_T}\right)^2}$$

7.5 Coeficiente de flexibilidad  $C_s$

$$c_s := 1$$

7.6 Coeficiente de configuración del muelle  $C_c$

$$c_c := 1$$

$$E_a := \frac{1}{2} \cdot M_s \cdot (v_b^2) \cdot c_e \cdot c_m \cdot c_s \cdot c_c = 1563 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

## 8. Cargas Sísmicas (E)

Ver Espectros de Diseño Figura 3-5 y Figura 3-6