

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño Estructural de la Infraestructura Portuaria de la
Capitanía de Posorja

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Anthony Ariel Balón Cortez
Pedro Jesús Burgos Guizado

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres, que con paciencia, comprensión, apoyo y amor me han guiado hasta donde estoy ahora.

A mi hermana, por ser mi amiga, por acompañarme varias noches de desvelo durante este proyecto, por sus risas y cariño incondicional.

A mis mascotas, por enseñarme el valor de la responsabilidad.

A mi familia, por apoyo y cariño durante toda mi vida.

A los amigos que fueron y son parte de mi vida universitaria y personal, quienes con sus cualidades se han convertido en grandes consejeros.

A Ishikawa F.C. y Los AmigaZos; compañeros y amigos, con quienes he vivido momentos que siempre atesoraré y recordaré.

A los docentes, por haber compartido su sabiduría a través de los años, demostrando que la carga de todo maestro es lo que sus estudiantes llegan a ser.

Que la fuerza los acompañe.

- *Anthony Ariel Balón Cortez.*

El presente proyecto lo dedico a mi familia por su apoyo incondicional, su amor y su sacrificio durante estos años sin ellos esto no seria posible, a mis amigos de Ishikawa por su ejemplo y ayuda continua.

Y a mí por demostrarme que, pese a las pruebas, al cansancio y al desánimo de un arduo y en ocasiones oscuro trayecto con esfuerzo y perseverancia he logrado vislumbrar el final, y con un espíritu triunfante me atrevo a ver el sol brillar; esperando ansiosamente el porvenir.

- *Pedro Jesus Burgos Guizado.*

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Ing. Guillermo Muñoz, Ing. Eduardo Santos, Ing. Samantha Hidalgo, Ing. Carlos Rodríguez y Arq. Eunice Lindao por compartir sus conocimientos con paciencia y ahincó en cada tutoría.

Al Dr. Miguel Ángel Chávez por proponernos este gran reto.

A DINCYP y todo el personal que lo conforma, por su compañerismo y guía durante el tiempo compartido en sus oficinas, así como, proporcionar información de vital importancia para el desarrollo de este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Anthony Ariel Balón Cortez – Pedro Jesús Burgos Guizado* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Anthony Ariel Balón Cortez

Pedro Jesús Burgos Guizado

EVALUADORES

Ing. Carlos Rodríguez, PH.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Guillermo Muñoz, M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Se realiza el diseño estructural de una infraestructura portuaria en la capitanía de Posorja conformado por puentes de acceso y plataformas fijas denominadas dolphin, con el objetivo de brindar protección guarda costera a la parroquia rural de Posorja y al puerto de aguas profundas de Posorja DP – World.

Por lo tanto, se ha desarrollado una propuesta viable, económica y constructiva en base a una subestructura conformada por elementos de acero A36 y una superestructura de hormigón armado. Los diseños fueron determinados a través del uso de softwares de análisis estructural, considerando la normativa nacional NEC 2015, las normativas internacionales ROM 2.0-11, ACI 318 – 14S, AISC 360 – 1 y la Norma Venezolana 1765-2006.

La subestructura se constituyó de pilotes de acero A36 de diámetro de 60 y 80 cm, con espesores de 3 y 4 cm, respectivamente. Mientras, La superestructura del puente de acceso fue configurado con vigas longitudinales doble tee prefabricadas de 7.5 m de longitud entre vanos y soportado por vigas cabezales de 70x60cm, por otro lado, la adecuación de la superestructura de las plataformas se definió como losas macizas de 70cm de peralte. Aptas para resistir las fuertes cargas provocadas por el atraque de un buque de diseño.

La configuración estructural, materiales, dimensionamiento y diseño estructural cumplen con los requerimientos solicitados por las normativas, siendo viable económica y constructivamente.

Palabras Clave: Muelles; Puertos; Recomendaciones para Obras Marítimas; Buques de diseño; Plataformas de atraque.

ABSTRACT

The structural design of a port infrastructure in the Posorja captaincy is made up of access bridges and fixed platforms called dolphin, with the aim of providing coast guard protection to the rural parish of Posorja and the deep-water port of Posorja DP - World.

Therefore, a viable, economical and constructive proposal has been developed based on a substructure made up of A36 steel elements and a reinforced concrete superstructure. The designs were determined through structural analysis software, and considering local regulations NEC 2015, international regulations such as ROM 2.0-11, ACI 318-14S, AISC 360-1 and Venezuelan Standard 1765-2006.

The substructure was made of A36 steel piles with a diameter of 60 and 80 cm, and thicknesses of 3 and 4 cm, respectively. Meanwhile, the superstructure of the access bridge was configured with prefabricated double tee longitudinal beams of 7.5 m length between spans, and supported by 70x60cm head beams, on the other hand, the suitability of the platforms superstructure was defined as solid slabs of 70cm thick Suitable to withstand the heavy loads caused by the berthing of a design ship.

The structural configuration, materials, dimensioning and structural design meet the requirements requested by the regulations, being economically and constructively viable.

Keywords: Springs; Ports; ROM; Design ships; Docking dolphin.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
EVALUADORES	vi
RESUMEN	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
INDICE GENERAL.....	ix
ABREVIATURAS	xvi
SIMBOLOGÍA.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE TABLAS	xxi
ÍNDICE DE PLANOS.....	xxii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. Justificación del problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4. Marco teórico	4
1.4.1. Clasificación Funcional	4
1.4.2. Criterios de Diseño	5
1.4.3. Elección del Sitio	5
1.4.4. Procedimiento de Diseño	6
1.4.5. Teoría de Olas	8
1.4.5.1. Teoría de onda de amplitud corta	10

1.4.6.	Cargas de Diseño	13
1.4.7.	Cargas de Oleaje y Corriente.....	13
1.4.8.	Fuerza de Atraque.	14
1.4.9.	Análisis Sísmico.....	18
CAPÍTULO 2.....		22
2.	METODOLOGÍA	22
2.1.	Alternativas	22
2.2.	Estudio geotécnico y batimétrico	22
2.3.	Cálculo de cargas actuantes.....	24
2.3.1.	Fuerza de ataque.	24
2.3.1.1.	Energía cinética provocada por el buque.	24
2.3.1.2.	Selección del sistema de defensa.....	24
2.3.1.3.	Fuerza de ataque.....	24
2.3.2.	Fuerza debido a la acción de la corriente	25
2.4.	Diseño de muro de contención	25
2.4.1.	Predimensionamiento.....	26
2.4.2.	Casos de cargas.	26
	Caso 1. Empuje de tierra y sobrecarga vehicular.....	26
	Caso 2. Empuje de tierra + sismo	28
2.4.3.	Acero de refuerzo de la base.....	29
2.4.3.1.	Momentos y cortantes de la sección.	29
2.4.3.2.	Factores de mayorización de cargas.	30
2.4.3.3.	Acero de refuerzo de la base.	30
2.4.3.4.	Comprobación a cortante.....	30
2.4.4.	Acero de refuerzo de la pantalla.....	31
2.4.4.1.	Solicitaciones últimas de corte y momento.....	31
2.4.4.2.	Acero mínimo.....	31

2.4.4.3	Verificar espesor de pantalla.....	31
2.4.4.4	Acero de pantalla (cara interior)	31
2.4.4.5	Acero de pantalla (cara exterior) y Acero de retracción.....	31
2.5.	Diseño de secciones tubulares metálicos	31
2.6.	Diseño geotécnico de pilotes metálicos	32
2.6.1.	Capacidad por punta	33
2.6.2.	Capacidad por fuste	33
2.6.3.	Peso propio	34
2.6.4.	Capacidad última por pilote	34
2.6.5.	Capacidad admisible por pilote.....	34
2.6.6.	Número de pilotes	34
2.6.7.	Capacidad de carga del grupo actuando como pilotes individuales	34
2.6.8.	Capacidad de carga actuando como grupo de pilotes.	34
2.7.	Diseño de losa maciza (Amarre/Atraque).....	35
2.7.1.	Espesor mínimo de losa maciza.....	35
2.7.2.	Secciones críticas	35
2.7.3.	Análisis estructural de losa.....	35
2.7.4.	Resultados de momentos y fuerzas internas máximas.....	36
2.7.5.	Refuerzo de losa maciza	36
2.7.6.	Comprobación por Punzonamiento	36
2.8.	Diseño de Pantalla de Atraque	37
2.8.1	Dimensiones	37
2.8.2.	Análisis estructural de la pantalla.	37
2.8.3.	Acero de refuerzo.....	38
2.8.3.1.	Pantalla: refuerzo longitudinal.....	38
2.8.3.2.	Pantalla: refuerzo transversal	38
2.8.3.3.	Contrafuertes: refuerzo a flexión.	38

2.8.3.4. Contrafuertes: refuerzo horizontal (cortante).....	39
2.8.3.5. Contrafuertes: refuerzo vertical (Tracción)	39
2.9. Diseño de Conexiones	39
2.9.1. Conexión Pilote – Viga Cabezal y Conexión Pilote – Losa Maciza	40
2.9.1.1. Información y requisitos.	40
2.9.1.2. Área mínima.	40
2.9.1.3. Espesor de la placa base.....	40
2.9.1.4. Tamaño de varilla de anclaje e inserción.	41
2.9.1.5. Comprobación de cortante en barras de anclaje.....	42
CAPÍTULO 3	45
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	45
3.1 Análisis De Costos.....	54
3.2 Evaluación De Impacto Ambiental	58
CAPÍTULO 4	62
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
4.1. Conclusiones	62
4.2. Recomendaciones	62
Bibliografía	64
ANEXOS.....	66
ANEXO: MEMORIA TÉCNICA.....	66
1. Selección de alternativas	66
2. Análisis de Cargas	70
2.1 Carga Muerta (D).....	71
2.2 Carga Viva (L).....	71
2.3 Carga Viva Vehicular (Lv)	71
2.4 Carga de Amarre Debido al Efecto de la Corriente (Cs).....	72
2.5 Carga de Amarre Debido al Efecto del Viento (Ws)	72

2.6	Carga debido al sismo de diseño (Eq)	73
2.7	Carga debido al atraque (Be).....	73
2.8	Fuerza de atraque	79
2.9.	Fuerza debido a la acción de corriente	80
1.	Viga Doble T Pretensadas	81
1.1	Predimensionamiento de Viga	81
1.2	Diseño de Vigas de 7,5m	86
2.3.	Cálculo de Acero de Prefuerzo	88
2.4	Perdidas de Presfuerzo	89
2.4.1	Acortamiento Elástico del Hormigón.....	89
2.4.2	Retracción del Hormigón	89
2.4.3	Flujo Plástico.....	89
2.4.4	Relajación del Acero de Prefuerzo	90
2.5.	Diseño a Cortante	90
2.6.	Detallado de Refuerzo	92
3.1.	Información geotécnica.....	93
3.2.	Capacidad por punta.	93
3.3.	Capacidad por fuste.	94
3.4.	Peso propio.	95
3.5.	Capacidad última por pilote.	95
3.6.	Capacidad admisible por pilote.....	95
3.7.	Número de pilotes.	95
3.8.	Capacidad de carga del grupo actuando como pilotes individuales.	96
3.9.	Capacidad de carga actuando como grupo de pilotes.	96
4.	Diseño de pantalla de atraque (Dolphin de Atraque/Amarre)	97
4.1.	Dimensiones.....	98
4.2.	Análisis estructural de la pantalla	99

4.3.	Acero de Refuerzo.....	101
5.	Diseño de losa maciza (Amarre/Atraque).....	104
5.1.	Espesores de losa macizas para las plataformas	104
5.2.	Secciones críticas.....	105
5.3.	Análisis estructural de losa.	105
5.4.	Resultados de los momentos y fuerzas internas máximas.....	107
5.5.	Refuerzo de la losa maciza (Dolphin de Amarre).....	108
5.6.	Verificación por Punzonamiento.	109
6.	Diseño de Conexiones	111
6.1.	Conexión Pilote – Viga Cabezal	111
6.1.1.	Datos necesarios	111
6.1.2.	Cálculo de área mínima.	112
6.1.3.	Verificar dimensiones.....	112
6.1.4.	Cálculo de espesor de la placa	113
6.1.5.	Tamaño de varilla de anclaje e inserción	114
6.1.6.	Verificación por cortante en barras de anclaje.....	115
6.2.	Conexión Pilote – Losa Maciza.....	116
6.2.1.	Dimensiones mínimas.....	116
6.2.2.	Dimensiones seleccionadas.....	117
6.2.3.	Verificar Dimensiones	117
6.2.4.	Cálculo de espesor de placa.....	117
6.2.5.	Varilla de anclaje.....	117
6.2.6.	Verificación por cortante en barras de anclaje.....	118
7.	Rigidez del Suelo	118
8.	Muro de Contención.....	119
8.1.	Predimensionamiento:.....	119
8.2.	Casos de cargas.....	120

8.3.	Refuerzo de la base.	126
8.4.	Refuerzo de la pantalla.	129
9.	Análisis Sísmico	131
9.1.	Peso Sísmico	132
9.2.	Fuerza Sísmica.....	133
9.3.	Centro de Torsión.....	134
9.4.	Fuerza Sísmica debido a momento torsores.....	136
10	Diseño de Pilotes Tubulares	141
10.1.	Efecto de Esbeltez.....	141
11.	Fuerza de Amarre	145
11.1.	Fuerza de Amarre debido al Viento.....	145
11.2	Fuerza de Amarre debido a la Corriente	151
11.2.1	Fuerza estática transversal de la corriente	152
11.2.2	Fuerza estática Longitudinal de la corriente	153
11.2.3	Momento estático debido a la Corriente	154
ANEXO 2: PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO.		156
ANEXO 3: REGISTRO AMBIENTAL.....		191
ANEXO 4: PLANOS ESTRUCTURALES.....		201

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ACI	American Concrete Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
PIANC	World Association for Waterborne Transport Infrastructure
ROM	Recomendaciones para Obras Marítimas
AISC	American Institute of Steel Construction

SIMBOLOGÍA

Ac	Área del concreto
AN	Area de cono de ruptura de concreto.
ANco	Area de cono de ruptura de concreto para el anclaje simple
As	Area de acero de refuerzo
Be	Carga de atraque.
C	Carga de la corriente sobre la estructura.
Cm	Coeficiente de masa hidrodinámica
Cs	Carga de amarre debido al efecto de la corriente.
D	Carga muerta debido al peso propio de los elementos, equipos e instalaciones.
De	Calado
E	Energía
e	excentricidad
E	Carga debido a la presión de suelo
Ec	Módulo de elasticidad del hormigón
Eq	Carga debido al sismo de diseño.
Es	Módulo de elasticidad del acero
f'c	Resistencia del hormigón
FB	Franco Bordo
Fcr	Resistencia Crítica
Fd	Fuerza de arrastre
Fe	Esfuerzo de pandeo crítico elástico
fs	Factor de fuste
Fy	Resistencia del acero
Ic	Inercia de la sección
L	Carga viva uniforme debido a la carga a ser transportada.
Lv	Carga viva vehicular.

P	Puntal
Pe	Fuerza de prefuerzo efectiva
Pi	Fuerza de prefuerzo inicial
Qf	Capacidad por fuste
Qp	Capacidad por punta
r	Radio de giro
Si	Módulo elástico
Ws	Carga de amarre debido al efecto del viento.
Z	Factor de zona sísmica
Δ	Desplazamiento del Buque
ρ	Cuantía de acero
ω	Cuantía geométrica

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Muelle y Atracadero para unidades menores	1
Figura 1.2: Ubicación del Proyecto	2
Figura 1.3: Cargas a las que está sometido un muelle	6
Figura 1.4: Ubicación de una embarcación en puerto.....	8
Figura 1.5: Generación y Dispersión de Olas	9
Figura 1.6: Parámetros de Onda	11
Figura 1.7: Efecto de Ola sobre el Pilote	14
Figura 1.8: Coeficiente de Bloque por el tipo de buque	16
Figura 1.9: Configuración de muelle	17
Figura 1.10: Tipos de uso y factor de Importancia.....	19
Figura 1.11: Niveles de Amenaza Sísmica	19
Figura 1.12: Curva de Peligro Sísmico	20
Figura 2.1: Puntos de ensayo geotécnico de DP World Posorja.....	23
Figura 2.2: Estudio Geotécnico del pozo BH-209	23
Figura 2.3: Curva de Comportamiento de la Defensa	25
Figura 2.4: Nomograma para ladeo no impedido.....	32
Figura 2.5: Variación del factor N^*c con Lg/Bg y L/Bg	35
Figura 2.6: Selección de varillas de anclaje debido a fuerzas de tensión	41
Figura 2.7: Diámetro de agujero para la varilla de anclaje	42
Figura 3.1: Espectro de respuesta Inelástica.....	45
Figura 3.2: Peso sísmico de la estructura.....	45
Figura 3.3: Detalle estructural de la viga doble T	46
Figura 3.4: Secciones de los Pilotes de acero	47
Figura 3.5: Ubicación del proyecto	59
Figura 3.6: Categorización Ambiental.....	61
Figura A.1: Cargas Típicas para muelles de diferentes Usos	71
Figura A.2: Camión de diseño	72
Figura A.3: Porcentaje de carga dinámica.....	72
Figura A.4: Valores representativos de la componente normal de velocidad de aproximación del buque de impacto sin ayuda de remolcadores.....	76
Figura A.5: Curva de comportamiento de la defensa.....	80
Figura A.6: Sección de viga Doble T	83

Figura A.7: Clasificación de los elementos preforzados	84
Figura A.8: Limite de esfuerzos	84
Figura A.9: Gráfica de Líneas de influencia para el diseño de vigas doble T	85
Figura A.10: Diagrama de Magnel	87
Figura A.11: Esfuerzos máximos en el acero de prefuerzo	89
Figura A.12: Fórmula para la resistencia a cortante del concreto	90
Figura A.13: Acero mínimo requerido	91
Figura A.14: Espaciamiento mínimo entre torones	92
Figura A.15: Recubrimiento mínimo del acero	92
Figura A.16: Variación de N^*c con Lg/Bg y L/Bg	97
Figura A.17: Modelado de la pantalla de atraque en SAP2000	99
Figura A.18: Resultados de la pantalla y contrafuerte de la estructura de atraque	101
Figura A.19: Modelado de Dolphin	107
Figura A.20: Momentos en los Dolphins	107
Figura A.21: Selección de varillas de anclaje debido a su fuerza de tensión	114
Figura A.22: Diámetro de agujero para la varilla de anclaje	115
Figura A.23: Espectro de diseño Inelástico	131
Figura A.24: Nomograma para marcos sin arriostrar	142
Figura A.25: Grados de Libertad de un buque	145
Figura A.26: Función de forma transversal de viento	147
Figura A.27: Función de forma longitudinal	149
Figura A.28: Coeficiente de Momento	150
Figura A.29: Relación entre el calado del buque (T) y la profundidad del agua (d)	151
Figura A.30: Valor de A_r para buques	153
Figura A.31: Variables para determinar el cociente de excentricidad	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Información geotécnica y propiedades de los materiales.....	33
Tabla 2.2. Factores dimensionales de adhesión.....	33
Tabla 3.2: Coordenadas de ubicación del proyecto.....	58
Tabla A.1. Dimensiones del buque de diseño	74
Tabla A.2. Información geotécnica y propiedades de los materiales.	93
Tabla A.3. Factores dimensionales de adhesión.	94
Tabla A.4. Separación y eficiencia para pilotes de 60cm de diámetro.....	96
Tabla A.5. Variación promedio de mareas.....	97
Tabla A.6. Dimensiones de la pantalla de atraque con contrafuertes	98
Tabla A.7: Información del sistema de defensa, dimensiones y fuerza de atraque.....	100
Tabla A.8: Resultados de Momentos y Cortante de la pantalla de atraque.....	101
Tabla A.9: Coeficiente de viento para diferentes buques.....	146
Tabla A.10: Coeficientes de arrastre recomendados para fuerza longitudinal del viento.	147
Tabla A.11: Selección del ángulo	147
Tabla A.12: Variables para determinar el momento debido al viento	150
Tabla A.13: Tabla de resultados F_{xc}	154
Tabla A.14: Resultados fuerzas debido a corriente	155

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1:

PLANO 2:

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

Se requiere que se realice el diseño estructural del muelle de atraque y el puente de acceso. El muelle tendrá la capacidad para el atraque de hasta 1 buque multipropósito de 76,00 m. de eslora, 16,00 m. de manga, 5.50 m. de calado, un puntal de 7,00 m., franco bordo de 1,50 m. y un desplazamiento de 2300 toneladas, para lo cual dispondrá de un muelle de 86,00 m.; además junto a la pasarela de acceso se dispondrá de muelles flotantes para el atraque de 04 unidades menores de hasta 26 metros de eslora del tipo PGM o 2606.

La estructura se compone de una plataforma construida en “L” con elementos estructurales que podrán ser de hormigón o acero. Una plataforma de atraque de 5,0 m de ancho y 75,9 m de longitud, dando un total de línea de atraque de 86,0 m, con un puente de acceso de 5,0 m. de ancho con 90,0 m. de largo (la estructura y las longitudes de la plataforma dependerán de los estudios batimétricos y de ingeniería). La estructura se apoya en pilotes y una altura variable definida por el informe de geotecnia hasta encontrar el estrato resistente para soportar la carga muerta, carga viva y cargas de embarque, atraque, y cargas para un vehículo del tipo carga móvil HS10.

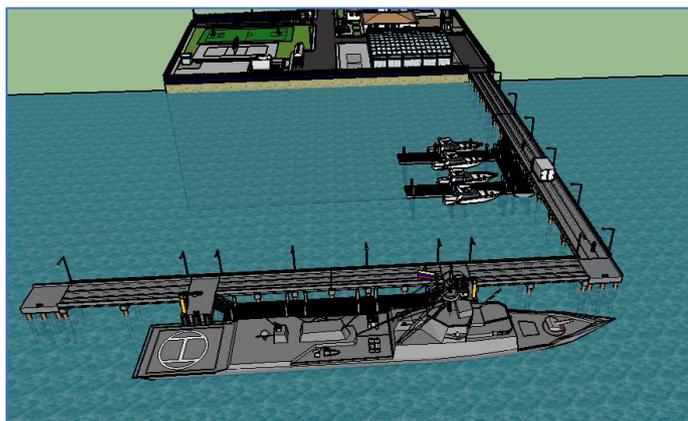


Figura 1.1: Muelle y Atracadero para unidades menores

[Proyecto Capitanía de Posorja (Portuarias2019)]

En el área de la plataforma de cabecera se deberá proveer de la estructura para contar con una grúa tipo pescante de 5 TON.

Se requiere que cuente con dos dolphin de amarre-atraque, de dimensiones de 5 m x 5 m sobre pilotes verticales e inclinados cada una. Cada dolphin llevará una bita de amarre con capacidad para soportar hasta 10 TON.

El muelle principal tendrá tres muelles flotantes de 4,0 m de ancho y 9,0 m de largo, con estructura de aluminio naval empernada, cuarterería de PVC y boyas de polietileno, cada muelle tendrá cuatro pilotes guías. (Total 12 pilotes), que conforma la plataforma principal del muelle.

Adicionalmente se dispondrá de una plataforma flotante en el sector lateral derecho de la plataforma de acceso compuesta por 6 pontones flotantes de 2,5 m de ancho y 10,0 m de largo, apoyados a pilotes guías conforme al diseño. (portuarias, 2019)

El proyecto se desarrollará en Posorja parroquia rural perteneciente al cantón Guayaquil. Está ubicada al suroeste del cantón, y está limitada al norte por la parroquia de “El Morro”, al este por el canal del Morro, al sur por el golfo de Guayaquil, y al oeste por el cantón General Villamil.



Figura 1.2: Ubicación del Proyecto

Para este proyecto se presentan algunas restricciones relacionados con la información de sitio, debido a que no se posee estudios de suelo correspondientes a la ubicación del proyecto se utilizaran los estudios realizados en el “Puerto de aguas profundas” de Posorja.

Mediante el criterio ingenieril y la información previamente mencionada se obtendrá las propiedades de suelo del sitio. Así mismo su estratigrafía. De la misma forma no se contó con información oceanográfica detallada a excepción de la batimetría por lo tanto únicamente se toman valores referenciales para el cálculo.

1.2. Justificación del problema

Como parte del Programa de protección marítima del Ecuador denominado “Triángulo de seguridad” La capitanía de Posorja cumple con un rol de vital importancia al proveer de protección a los buques del puerto de aguas profundas, a los pequeños pescadores y a la flota industrial del sector; así mismo tienen como fin el control de la pesca ilegal y la lucha contra el narcotráfico.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el diseño estructural definitivo de la infraestructura portuaria de la capitanía de Posorja compuesta por un puente de acceso y un muelle de atraque.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Recopilar información de sitio (geotecnia y factores ambientales) que determinaran las solicitaciones estructurales.
2. Proponer y analizar dos alternativas de configuraciones estructurales de la subestructura.
3. Elaborar los planos finales con el detallado estructural pertinente.

1.4. Marco teórico

La palabra “Puerto” se define como *“Lugar en la costa o en las orillas de un río que, por sus características, naturales o artificiales, sirve para que las embarcaciones realicen operaciones de carga y descarga, embarque y desembarco, etc.”* (Real Academia Española, 2018)

Las estructuras portuarias fueron algunas de las primeras grandes obras de ingeniería civil realizadas por el ser humano y los primeros constructores se basaban en su experiencia para diseñarlas y construirlas; conocimientos que con el paso del tiempo se fueron perdiendo y que tuvieron que redescubrirse posteriormente (Gaythwaite, 2016)

Los antiguos Romanos poseían una gran habilidad para la construcción de puertos y algunas de sus obras aún siguen en pie en la actualidad, desarrollaron técnicas para la construcción de pilotes, presas y especialmente la creación de un cemento puzolánico duradero con el que construyeron diques y obras portuarias alrededor del 300 A.C. (Brandon, Hohlfelder, Jackson, Oleson, & Bottalico, 2014)

Hasta relativamente poco los puertos eran estructuras pequeñas construidos básicamente con madera y piedra, pero en poco más de 100 años han sido reemplazadas por enormes estructuras de acero y hormigón debido a un aumento del comercio internacional producto de la globalización. Con ello se ha obtenido una comprensión más clara del comportamiento estructural, las cargas ambientales a las que están expuestos y el efecto sobre su entorno.

1.4.1. Clasificación Funcional

Desde una perspectiva funcional los puertos se pueden clasificar en: Industriales, comerciales, deportivos, pesqueros, militares etc. A su vez los puertos de tipo industrial y comercial se los puede clasificar de acuerdo con el tipo de carga que manejan. (Costa, 2006)

1.4.2. Criterios de Diseño

Los criterios de diseño para las estructuras marinas deben establecerse después de una cuidadosa consideración de varios requisitos operativos, funcionales, de navegación, condiciones ambientales, del sitio, restricciones físicas y regulatorias. Las cuales se muestran a continuación (Gaythwaite, 2016):

- a) Dimensiones totales y configuración
- b) Elevación de cubierta
- c) Profundidad del agua
- d) Cargas de cubierta
- e) Cargas de atraque: diseño de embarcaciones, velocidad y ángulos de aproximación
- f) Cargas de amarre: diseño de embarcaciones, viento, oleaje, corrientes y acción de otras embarcaciones
- g) Requisitos de vida útil y durabilidad
- h) Materiales y métodos de construcción
- i) Tensiones permitidas y factores de seguridad
- j) Códigos y normas aplicables

1.4.3. Elección del Sitio

La exposición relativa de un sitio al viento y al mar tiene un efecto importante en su estructura. En el pasado, la mayoría de los muelles estaban ubicados en puertos naturales relativamente bien protegidos y dentro de ríos y estuarios, donde la acción de las olas no tuvo un efecto significativo en el diseño. Sin embargo, con el advenimiento de buques de calado profundo, se han construido terminales marinas en lugares cada vez más expuestos, como grandes bahías naturales o puertos artificiales, con una protección parcial a los mares como los rompeolas o masas de tierra distantes.

Los grandes proyectos de puertos y terminales marinas pueden requerir un amplio monitoreo de campo y / o análisis. Los estudios se realizarán mucho antes del

diseño. Además de la recolección de información meteorológica y oceanográfica, así como geotécnica y geofísica. (Shelden, 2003)

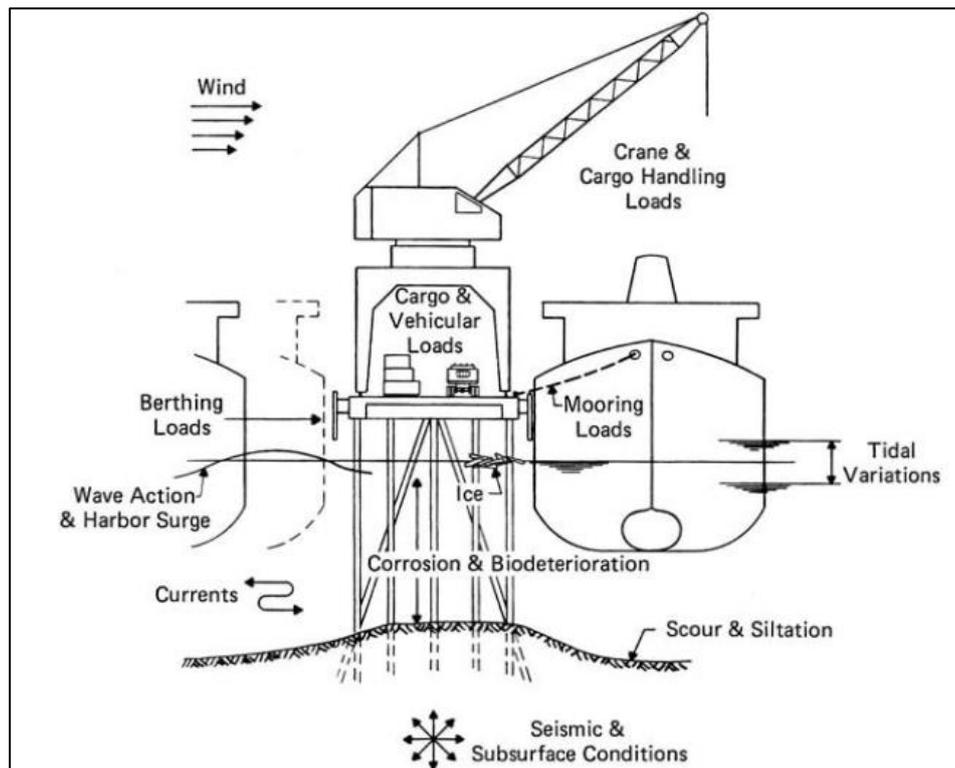


Figura 1.3: Cargas a las que está sometido un muelle

[*Design of marine facilities (Gaythwaite2016)*]

1.4.4. Procedimiento de Diseño

El procedimiento de diseño de un puerto en general puede dividirse en las siguientes actividades claves (Gaythwaite, 2016):

- a) Establecimiento de criterios de diseño: Las consideraciones incluyen cargas ambientales y operativas, su probabilidad y frecuencia de ocurrencia, así como fiabilidad estructural medida por factores de seguridad, esfuerzos y desplazamientos permisibles.
- b) Determinación de la configuración estructural óptima: Esta actividad incluye la evaluación preliminar de estructuras alternativas y métodos de construcción.

- c) Cálculo de fuerzas para condiciones de diseño: Estas fuerzas incluyen combinaciones de cargas normales a corto plazo y cargas extremas a largo plazo.
- d) Determinación de la respuesta estructural: Este paso generalmente implica el análisis preliminar de elementos estructurales y disposiciones a modo de prueba hasta obtener una estructura óptima. Las cargas dinámicas y la respuesta estructural a menudo forman una retroalimentación.
- e) Comparación de respuestas estructurales con criterios de servicio: Este paso es para cumplir con los requisitos mínimos de seguridad y garantizar la rentabilidad.

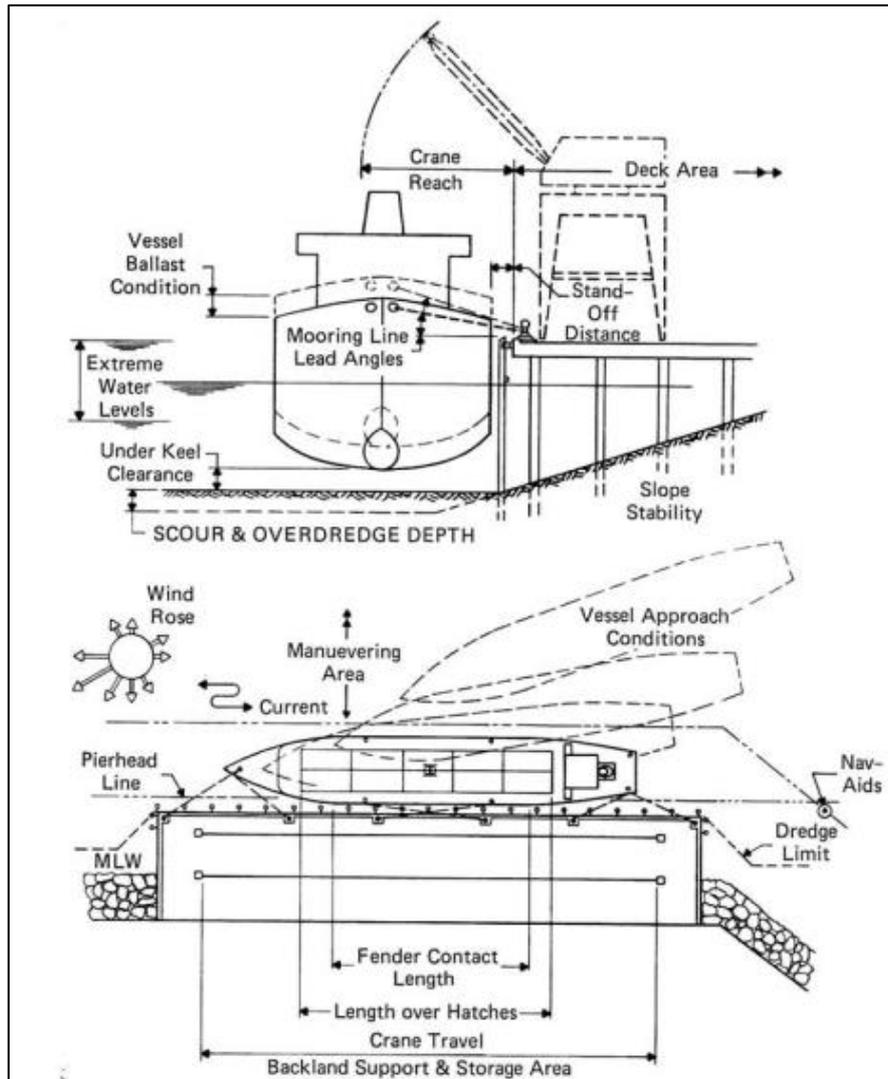


Figura 1.4: Ubicación de una embarcación en puerto

[Design of marine facilities (Gaythwaite2016)]

1.4.5. Teoría de Olas

Las olas oceánicas se generan principalmente por la acción del viento sobre el agua. Las ondas se forman inicialmente por un proceso complejo de resonancia y acción de corte, en el que se producen ondas de diferente altura, longitud y período de onda y viajan en varias direcciones. Una vez formadas, las olas del océano pueden viajar grandes distancias, extendiéndose en el área y reduciéndose en altura, pero manteniendo la longitud de onda y el período. (Dominic Reeve, 2004)

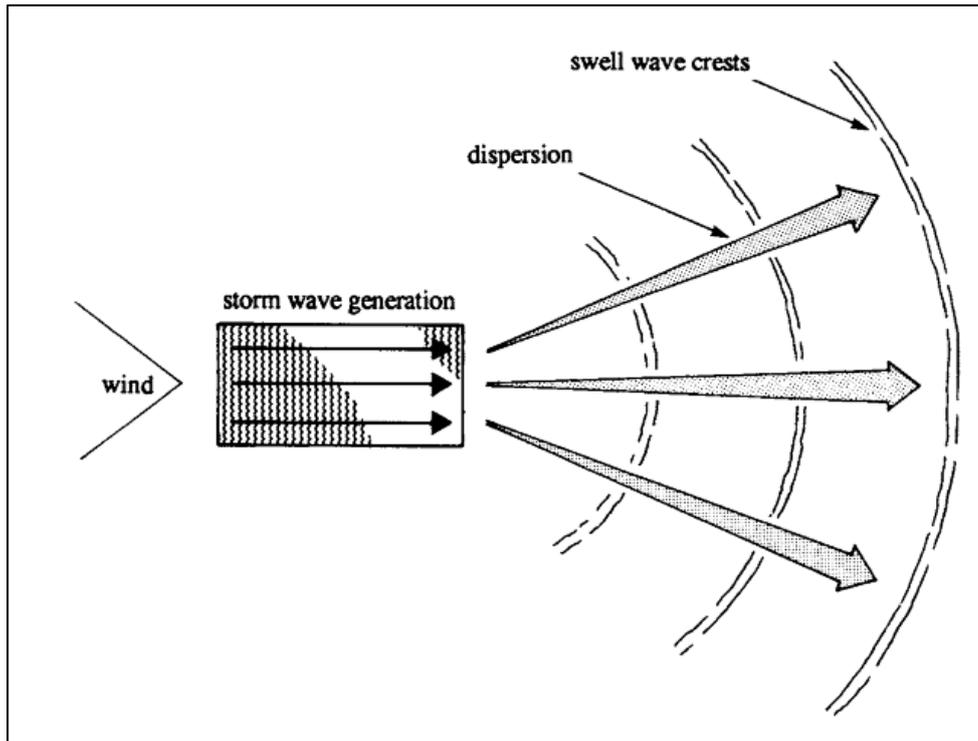


Figura 1.5: Generación y Dispersión de Olas

[*Coastal Engineering (Dominic Reeve, 2004)*]

En el área de generación de la zona de tormentas, la energía de las olas de alta frecuencia (por ejemplo, olas con períodos pequeños) se disipa y se transfiere a frecuencias más bajas. Las olas de diferentes frecuencias viajan a diferentes velocidades y, por lo tanto, fuera del área de generación de tormentas, el estado del mar se modifica como los diversos componentes de frecuencia.

Las olas de baja frecuencia viajan más rápido que las olas de alta frecuencia, lo que da como resultado una condición de mar de oleaje en lugar de una condición de tormenta. Por lo tanto, las ondas de viento pueden caracterizarse como irregulares, de cresta corta y empinadas que contienen un amplio rango de frecuencias y direcciones. Por otro lado, las olas de oleaje pueden ser caracterizado como bastante regular, de cresta larga y no muy empinada que contiene un pequeño rango de bajas frecuencias y direcciones. (Dominic Reeve, 2004)

A medida que las olas se acercan a la costa, su altura y longitud de onda se ven alteradas por los procesos de refracción antes de romper en la orilla. Una vez que las olas se rompen, entran en lo que se denomina la zona de surf. Aquí se producen algunos de los procesos de transformación y atenuación más complejos, incluida la generación de corrientes costeras, una configuración del nivel medio del agua y el transporte vigoroso de sedimentos de material de playa.

1.4.5.1. Teoría de onda de amplitud corta

La primera descripción matemática de las ondas progresivas periódicas es la atribuida a Airy en 1845. La teoría de la onda de Airy es únicamente aplicable a las condiciones en que la altura de la ola es pequeña en comparación con la longitud de onda y la profundidad del agua. Es comúnmente conocida como teoría de ondas lineales o de primer orden.

La onda de Airy se derivó utilizando los conceptos de flujo de fluido ideal bidimensional que es razonable para las olas oceánicas, que no están muy influenciadas por viscosidad, tensión superficial o turbulencia. (Dominic Reeve, 2004)

$$\eta = \frac{H}{2} \cos 2\pi \left(\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right) \quad (1.1)$$

$$c = \frac{L}{T} \quad (1.2)$$

Donde η es la variación de la elevación de la superficie con el tiempo, desde el nivel medio.

Ecuación de Laplace:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} \quad (1.3)$$

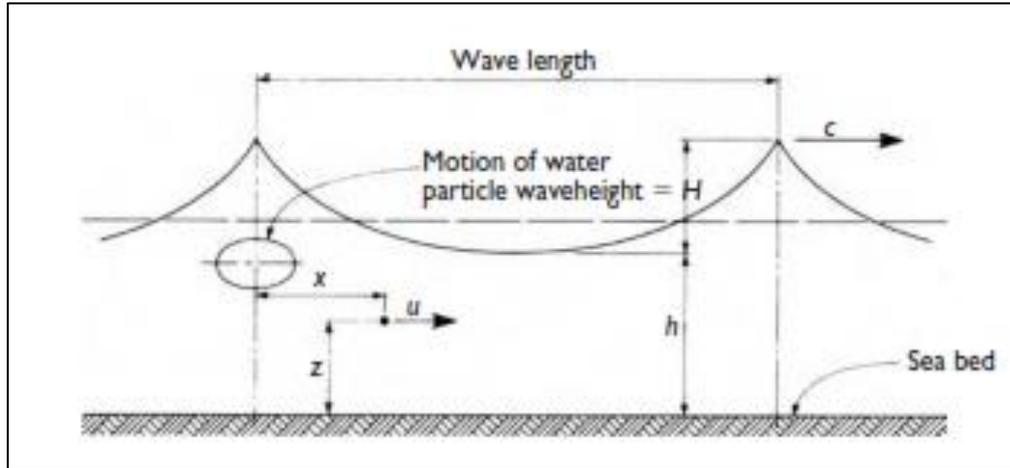


Figura 1.6: Parámetros de Onda

[Coastal Engineering (Dominic Reeve, 2004)]

Donde \$u\$ es la velocidad en la dirección \$x\$, \$w\$ es la velocidad en la dirección \$z\$, \$\Phi\$ es la potencial de velocidad. Se busca una solución que satisfaga la ecuación de Laplace en todo el cuerpo del flujo, Además, esta solución debe satisfacer las condiciones de contorno del fondo y en la superficie. El fondo se asume horizontal y su velocidad \$w = 0\$.

$$w = \frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad \text{con } z = \eta \quad (1.4)$$

Y la ecuación de energía de Bernulli satisface:

$$\frac{p}{\rho} + \frac{1}{2}(u^2 + w^2) + g\eta + \frac{\partial \phi}{\partial t} = C(t) \quad \text{con } z = \eta \quad (1.5)$$

Suponiendo que \$H \ll L\$ y \$H \ll h\$ resultan en el límite lineal; condiciones en las que se descuidan los términos más pequeños, de mayor orden y de producto.

$$w = \frac{\partial \eta}{\partial t} \quad \text{con } z = 0 \quad (1.6)$$

$$g\eta + \frac{\partial\varphi}{\partial t} = 0 \quad (1.7)$$

$$\varphi = -gH * \left[\frac{T}{4\pi} \right] * \frac{\cosh\left(\frac{2\pi}{L}\right) * (h+z)}{\cosh\left(\frac{2\pi}{L}\right) * h} * \sin\left(\frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T}\right) \quad (1.8)$$

Sustituyendo esta solución por las dos condiciones de límite de superficie linealizadas produce el perfil de superficie dado en la ecuación de Airy y la celeridad de onda c viene dada por:

$$c = \left(\frac{g * T}{2\pi} \right) \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (1.9)$$

Se acostumbra usar los valores de número de onda $k=2\pi/L$ y frecuencia angular $w=2\pi/T$.

$$c = \left(\frac{g}{w} \right) * \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (1.10)$$

$$c = \frac{L}{T} = \frac{w}{k} = \left(\frac{g}{w} \right) * \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (1.11)$$

$$w^2 = g * k \tanh(kh) \quad (1.12)$$

Esta ecuación se conoce como ecuación de dispersión de onda, Puede resolverse, iterativamente para el número de onda k , longitud de onda y celeridad dado el período y la profundidad de la onda.

$$\zeta = -\frac{H}{2} * \left[\frac{\cosh k(z+h)}{\sinh(k * h)} \right] * \sin 2\pi \left(\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right) \quad (1.13)$$

$$u = \frac{\pi * H}{T} * \left[\frac{\cosh k(z+h)}{\sinh(k * h)} \right] * \cos 2\pi \left(\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right) \quad (1.14)$$

$$a_x = \frac{2\pi^2}{T^2} \left[\frac{\cosh k(z+h)}{\sinh(k * h)} \right] * \sin \left(\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right) \quad (1.15)$$

1.4.6. Cargas de Diseño

La estructura se verá expuesta a cargas de tipo operacional debido a su uso, y a cargas ambientales.

- a) Cargas Operacionales: Incluye el peso Propio de los elementos estructurales, La carga muerta compuesta de los elementos no estructurales y la carga viva del tipo distribuida y de tipo móvil (vehículos y grúas); además de las cargas laterales producidas por el atraque y amarre del buque.
- b) Cargas Ambientales: Consisten en cargas por viento, sismo, corriente, oleaje y degradación de los materiales.

1.4.7. Cargas de Oleaje y Corriente

Las cargas de olas son de naturaleza dinámica, pero para el rango de profundidades del agua de interés, generalmente pueden representarse como cargas estáticas equivalentes. La naturaleza de las cargas de las olas y el enfoque para su cálculo dependen de la estructura o dimensión del miembro en relación con la longitud de onda. (Gaythwaite, 2016)

- a) Para $D/L \leq 0.2$, dominan las fuerzas de arrastre e inercia; usa la ecuación de Morison.
- b) Para $D/L > 0.2$, los efectos de difracción se vuelven cada vez más importantes; usar la teoría de la difracción
- c) Para $D/L > 1.0$, existen condiciones de reflexión pura; trata la estructura como un malecón.

Para estructuras marítimas soportadas por pilotes $D/L \leq 0.2$ se calcula la carga sobre los pilotes de forma individual usando la ecuación de **(Morison, 1950)** mostrada a continuación:

$$F = F_D + F_I = C_D * \frac{\gamma}{2g} * D * U|U| + C_M * \frac{\gamma\pi * D^2}{4g} * \frac{\partial U}{\partial t} \quad (1.16)$$

Donde:

γ : Peso específico del agua

g : Aceleración de la gravedad

U : componente horizontal de la velocidad de la partícula de agua.

D : diámetro de la pila

C_d y C_m : Coeficientes de arrastre e inercia respectivamente.

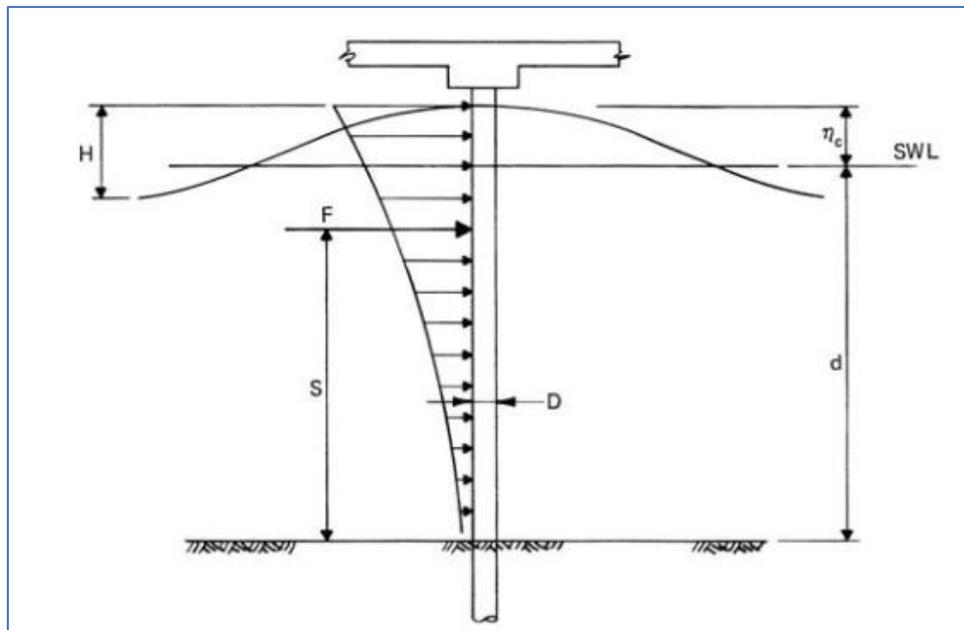


Figura 1.7: Efecto de Ola sobre el Pilote

[Design of marine facilities (Gaythwaite2016)]

1.4.8. Fuerza de Atraque.

Las fuerzas de atraque son impuestas por el movimiento de una embarcación hacia una estructura de amarre. Este movimiento produce una gran energía conocida como energía de atraque, que debe ser disipado por un sistema de defensa diseñado en base a las dimensiones y propiedades del buque de diseño.

La interfaz entre una embarcación y la estructura de amarre es donde el sistema de defensa contribuye de manera segura.

El sistema de defensa son dispositivos de absorción de energía colocados en las superficies donde la embarcación suele atracar, reduciendo las fuerzas inherentes y contrarrestando el movimiento. (Gaythwaite, 2016)

La energía de ataque absorbida por la defensa es determinada a través de la siguiente ecuación y de los siguientes factores:

$$E_f: \frac{\Delta}{2g} * Vn^2 * C_e * C_m * C_c * C_s * C_g \quad (1.17)$$

- C_e : Coeficiente de excentricidad, depende del ángulo de inclinación desde el borde de la embarcación hasta el punto de contacto con la estructura. (0.5 a 0.8)
- C_m : Coeficiente de masa virtual, Masa agregada causada por la entrada de agua. (1.5 a 1.8)
- C_c : Coeficiente de configuración, en base a la geometría y tipo de muelle. (0.8 a 1).
- C_s : Coeficiente de blandura, depende de la configuración y sistema de defensa que se seleccione.
- C_g : Coeficiente geométrico, configuración geométrica de la nave al punto de impacto. (0.85 a 1.25)
- g : Aceleración de la gravedad. (m/s^2)
- Vn : Componente de velocidad de la embarcación.
- Δ : Desplazamiento en toneladas de la embarcación.

Coeficiente de excentricidad (C_e).

Este coeficiente es determinado por la siguiente ecuación:

$$C_e = \frac{k^2 + r^2 * \cos^2(\alpha)}{k^2 + r^2} \quad (1.18)$$

Donde:

K : Radio de giro del buque, depende del coeficiente de bloque (C_b)

$$k = (0,19 * C_b + 0,11) * L \quad (1.19)$$

Table 2-1. Representative Block Coefficients (C_B) ^a for Selected Vessel Types	
Vessel Type	C_B
Great Lakes ore carrier	0.88–0.92
Tankers:	
VLCCs/ULCCs	0.82–0.86
Product carriers	0.72–0.82
LNG	0.70–0.78
LPG	0.62–0.66
Bulk carrier	0.72–0.85
General cargo	0.60–0.75
Container ships	0.61–0.71
Barge carrier	0.58±
Ro/Ro (cargo)	0.70–0.80
Vehicle carriers	0.55–0.64
Ferries	0.55–0.65
Passenger vessels	0.45–0.65
Cruise ships	0.60–0.75

^aTypical range for vessels in loaded condition.

Figura 1.8: Coeficiente de Bloque por el tipo de buque

[Design of marine facilities (Gaythwaite2016)]

R: Distancia del punto de contacto hacia el centro de masa (Paralelo al muelle)

$$R = r * \cos(\phi) - \left(\frac{B}{2}\right) * \text{sen}(\phi) \quad (1.20)$$

- Siendo ϕ , un valor entre 10° a 15° siempre y cuando el desplazamiento en toneladas del buque sea menor a 70000;
- $r = \frac{1}{4} * Lbp$, Lbp : Eslora entre perpendiculares del buque.

α : Ángulo entre el vector velocidad y línea entre punto de contacto al centro de masa.

Coeficiente de masa virtual (C_m).

La masa virtual está relacionado a las propiedades del agua y la geometría del buque.

$$Mv = \frac{\pi}{4} * \rho * D^2 * LWL \quad (1.21)$$

Donde:

ρ : Densidad del agua [ton/m³]

D: Calado del buque [m]

LWL: Longitud del buque a lo largo de la línea de flotación [m]

1) $C_m = \frac{M+Mv}{M}$; M : Masa del buque (Desplzamiento en ton)

2) $C_m = 1 + \frac{\pi * D}{2 * C_b * B}$; siendo C_b , coeficiente del bloque.

3) $C_m = 1 + \frac{2D}{B}$, siendo B : amplitud del buque.

Coeficiente de configuración (C_c).

- Muelles cerrados ($C_c=0,8$)
- Muelles semicerrados ($C_c=0,9$)
- Muelles abiertos ($C_c=1$)

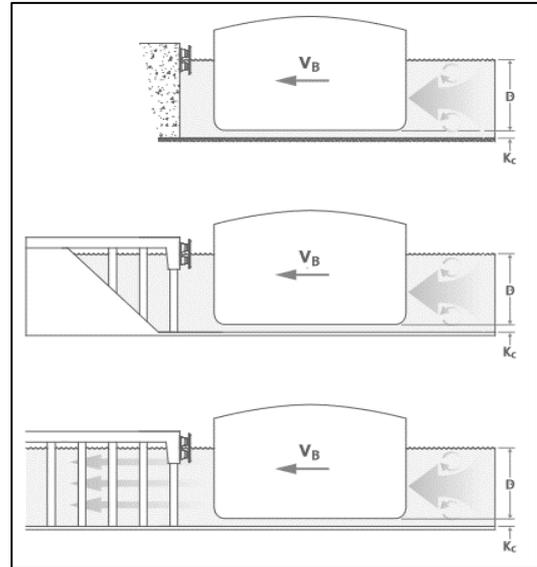


Figura 1.9: Configuración de muelle

[Design Manual de Shibata FenderTeams]

Coeficiente de blandura (C_s).

Material y textura del sistema de defensa a usar.

- Por el casco del buque ($C_s=0.9 - 0.95$)
- Defensas rígidas y naves flexibles ($C_s=0.5$)
- Defensas suaves y naves rígidas ($C_s=1$)
- Defensas suaves ($C_s=1$)
- Defensas duras y suaves con deflexiones mayores que 6 pulgadas ($C_s=0.9-1$)

Coeficiente geométrico (C_g).

Configuración geométrica de la nave al punto de impacto.

- Curvatura convexa al final del buque ($C_g=0.85$)
- Curvatura cóncava al final del buque ($C_g=1.25$)
- Punto de impacto más allá de $\frac{1}{4}$ longitud del buque ($C_g=0.95$)
- Contacto a lo largo del lado derecho del buque ($C_g=1$)

Existen otros criterios a considerar para la selección del sistema de defensas, tales como el tipo de ataque, costos, condiciones locales y el criterio del diseñador. Sin embargo, la selección dependerá básicamente de la energía cinética del buque, la energía de ataque absorbida y el material de la defensa. (PIANC, 2002)

1.4.9. Análisis Sísmico.

Dos enfoques básicos para el análisis y diseño sísmico se pueden definir como diseño basado en la fuerza (DBF), en el que las estructuras están diseñadas para soportar cargas de diseño prescritas mientras permanecen dentro de los límites de tensión prescritos, y diseño basado en desplazamiento (DBD), en el que se determina un desplazamiento anticipado de la estructura para los movimientos sísmicos a nivel de diseño y la estructura está diseñada para funcionar según criterios especificados bajo el desplazamiento dado. (Gaythwaite, 2016)

DBF es el más simple de aplicar y generalmente es aceptable para zonas de baja actividad sísmica, mientras que DBD es aceptable y preferido para cualquier caso. Tanto (NEC, 2015) y (ASCE7, 2016) no determinan de forma obligatoria el uso de DBD.

Siguiendo el procedimiento de la normativa (NEC, 2015) se permiten 3 métodos de análisis dentro del DBF: Estático, Dinámico Modal-Espectral y Dinámico paso a paso.

Para la obtención de la carga sísmica se seguirá los procedimientos y las consideraciones descritas en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC, 2015).

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Figura 1.10: Tipos de uso y factor de Importancia

[Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015)]

La estructura se debe clasificar según corresponda en la imagen anterior, y se escogerá el pertinente factor I cuya finalidad es incrementar la demanda sísmica de diseño, con el objetivo de mantenerse operativas o sufrir daños leves durante y después de la ocurrencia del sismo.

Los puertos para uso militar se consideran estructuras de tipo esencial. Para las estructuras de ocupación especial y edificaciones esenciales, además de los requisitos aplicables a las estructuras de uso normal, se aplicarán verificaciones de comportamiento inelástico para diferentes niveles de terremotos. (NEC, 2015)

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Periodo de retorno T_r (años)	Tasa anual de excedencia ($1/T_r$)
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro* (extremo)	2%	2 500	0.00040

Figura 1.11: Niveles de Amenaza Sísmica

[Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015)]

Para las estructuras esenciales es necesario verificar que la estructura tenga un correcto desempeño ante dos condiciones:

- a) Limitación de daño. Ante un terremoto de 475 años de periodo de retorno.
 - b) No-colapso. Ante un terremoto de 2500 años de periodo de retorno
- (NEC, 2015)

Para el diseño de estructuras de ocupación especial, estructuras esenciales, puentes, obras portuarias y otras estructuras diferentes a las de edificación; es necesario utilizar diferentes niveles de peligro sísmico con el fin de verificar los diferentes niveles de desempeño. (NEC, 2015)

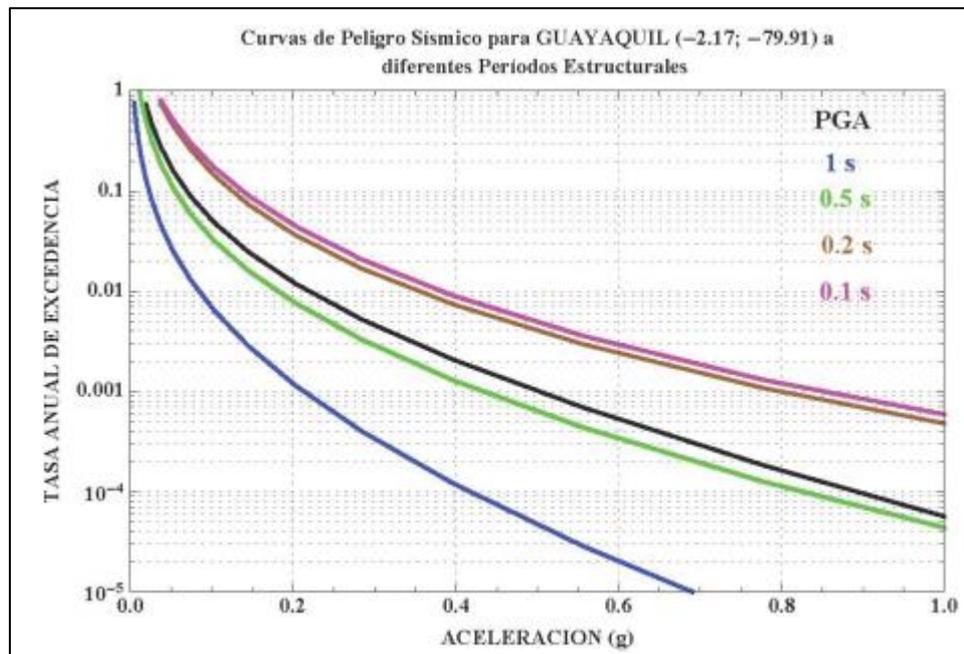


Figura 1.12: Curva de Peligro Sísmico

[Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015)]

Mediante las curvas de peligro sísmico se construye el espectro de respuesta elástico, con el cual se obtiene la aceleración máxima a la cual se verá expuesta la estructura en con determinado periodo de retorno. Con el espectro de respuesta se realizan los análisis estático y Modal-Espectral.

Para obtener el periodo fundamental de la estructura no se puede usar las fórmulas descritas en (NEC, 2015), porque estas se aplican únicamente a edificios y no a otros tipos de estructuras como muelles. (ASCE61, 2014).

Para el cálculo de la carga sísmica se considerará todo el peso propio de los elementos estructurales más cualquier tipo de carga permanente sobre la estructura, adicionalmente se incluirá el 10% de la carga viva (ASCE61, 2014). También es posible utilizar un factor de aumento dinámico, para tener en cuenta los efectos de torsión y ortogonales en lugar de los casos de carga más rigurosos. El porcentaje de carga viva puede oscilar entre el 20% y el 50% o más. (Ospina, 2013)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Se analizarán dos alternativas para la realización del diseño del muelle, las cuales consisten en dos configuraciones estructurales distintas. Estos dos modelos difieren fundamentalmente en su subestructura.

2.1. Alternativas

Alternativa A:

Pilotes metálicos tubulares hincados en el suelo hasta alcanzar 2m en empotramiento en el estrato de roca. Arriostrado junto al pilote inmediato a él.

Alternativa B:

Consiste en pilotes pre-barrenados hasta la altura media del mar, en donde se funden los tres pilotes continuos en un cabezal y sobre este se erigen dos pilas sobre las cuales descansan las vigas. Los pilotes se encuentran empotrados 2m en la roca.

2.2. Estudio geotécnico y batimétrico

El estudio batimétrico fue realizado por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), esta información solo fue entregada a través de un archivo de AutoCAD, donde, se muestra la batimetría del sector de Posorja, con ello se determina el nivel medio de mar del sector.

Por otro lado, no existe un estudio geotécnico en la futura zona del muelle, así que, se decide utilizar un estudio de previo a 1km aguas arriba, donde se encuentra el actual puerto de aguas profundas de Posorja (DP-World).

Este estudio de prefactibilidad realizado por la consultoría Grupo Vera & ASOC. demostró la presencia de un suelo limo-arcilloso en la mayoría de los ensayos realizados en el mar. A 100 metros de la costa, se encontrarían las estructuras mayormente afectadas por el suelo.

A la vez, el estrato que sigue después del suelo limo-arcilloso está conformado por limolita, una roca sedimentaria.

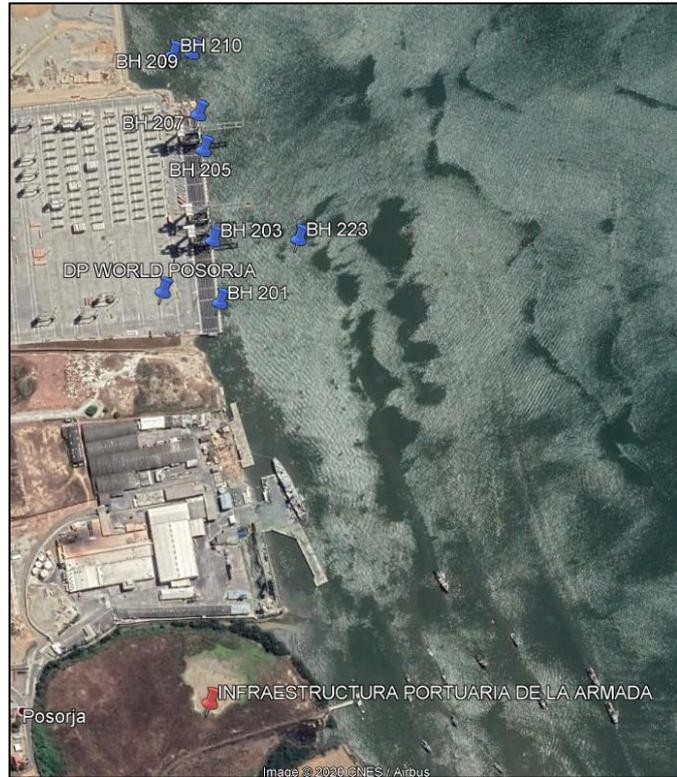


Figura 2.1: Puntos de ensayo geotécnico de DP World Posorja

[Fuente: Google Earth Pro]

PROJECT : ALINPORT CONTAINER TERMINAL				LOG OF BORING BH-209		SHEET 1/1		GVA CONSULTORA VERA & ASOC.					
PROJECT LOCATION : Ecuador - Posorja				DATE STARTED: JANUARY 9/2008		DATE COMPLETED: JANUARY 9/2008		SUPERVISOR: C.E. E. Muñiz					
TYPE OF BORING: Rotary wash drilling with casing				COORDINATES: 583650.0, 9702647.5		CONTRACTOR: CONSULTORA VERA & ASOC.							
DIAMETER OF CASING AND AUGER: 76 mm, 46 mm				UTM, WGS84, ZONE 17		CONTRACTOR'S FOREMAN: C.E.J. Vargas							
EQUIPMENT USED: ACKER Machine, SPT: Safety Hammer (63.5 kg), 0.76m, AW Rods				GROUND ELEVATION (m): -5.62									
COMMENTS: Geotechnical Description based on ASTM D2488-00				WATER TABLE: Borehole on water									
Depth (m)	SAMPLE			Description	N60 BLOWS/30cm	WATER CONTENT	PLASTICITY	CONSISTENCY	DILATANCY	TENACITY	DRY STRENGTH	RECOVERY %	OBS.
	DEPTH	TYPE	NO.										
0.00 - 0.45	S	1	-5.83	Silty clay; greenish grey w/yellow spots	20	Moist	Medium	VSt	None	Medium	Medium	100	
1.00 - 1.45	S	2	-6.85	Silty clay; greenish grey	22	Moist	Medium	VSt	None	Medium	Medium	100	
2.00 - 2.45	S	3	-7.85	Clay; light yellow; organic	19	Moist	Medium	St	None	Medium	Medium	100	
3.00 - 3.45	S	4	-8.85	Silt-Clay; ocher yellow w/grey spots	51	Moist	Medium	H	None	Medium	Medium	100	
4.00 - 4.45	S	5	-9.85	Clayey silt . ocher yellow w/grey spots	41	Moist	Medium	H	Slow	Medium	High	100	

Figura 2.2: Estudio Geotécnico del pozo BH-209

[Fuente: Consultora Vera & Asoc.]

2.3. Cálculo de cargas actuantes

2.3.1. Fuerza de ataque.

2.3.1.1. Energía cinética provocada por el buque.

Normativa ROM 2.0-11 ó PIANC describen como la energía cinética del buque en movimiento.

$$E = \frac{\Delta * Vn^2}{2 * g} \quad (2.1)$$

Así mismo la energía cinética absorbida por el sistema de defensas se determina con la siguiente ecuación.

$$E_f = \frac{\Delta}{2g} * Vn^2 * C_e * C_m * C_c * C_s * C_g \quad (2.2)$$

Donde:

- Δ ; Desplazamiento del buque en condición de carga (KN)
- g ; Aceleración de la gravedad (m/s^2)
- Vn ; Componente normal respecto a la velocidad de ataque (m/s)
- C_e ; Coeficiente de excentricidad (adimensional)
- C_m ; Coeficiente de masa hidrodinámica (adimensional)
- C_c ; Coeficiente de configuración al ataque (adimensional)
- C_s ; Coeficiente de rigidez del sistema de ataque (adimensional)
- C_g ; Coeficiente geométrico del buque (adimensional)

2.3.1.2. Selección del sistema de defensa.

Se lo determina comparando con la energía disipada por el sistema de defensa sus características y dimensiones requeridas. Se lo determina con el catálogo dado por el proveedor Trelleborg, una defensa en forma de arco por su facilidad constructiva.

2.3.1.3. Fuerza de ataque.

Para determinar la fuerza de ataque transmitida a la estructura es necesario la curva de comportamiento de la defensa que está incluida en el catálogo, dada está gráfica y con el porcentaje de energía disipada se podrá determinar el porcentaje de la fuerza transmitida a la estructura de ataque.

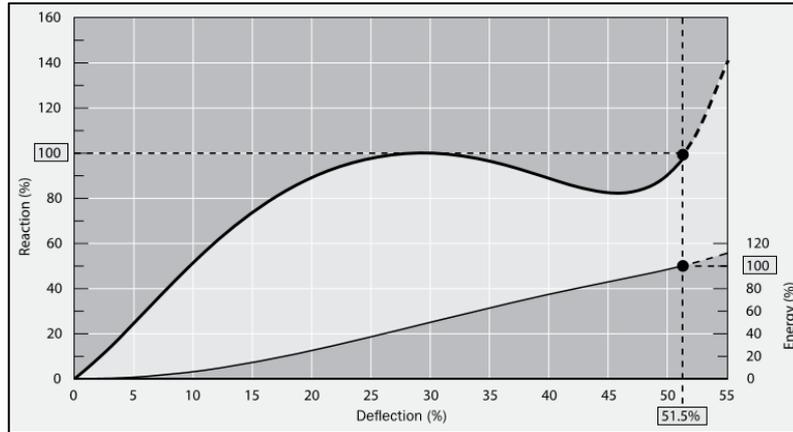


Figura 2.3: Curva de Comportamiento de la Defensa

[Fuente: Fender Systems Catalogue, Trelleborg]

2.3.2. Fuerza debido a la acción de la corriente

Para ello se necesita determinar la velocidad de la corriente que ejerce al buque de diseño necesitando así las dimensiones de calado y manga.

$$F_D = 137.5 * Vc^2 * A_d \quad (2.3)$$

Siendo:

- Vc ; velocidad de la corriente en m/s^2
- A_d ; área de la sección transversal del buque.

A su vez, es necesario las dimensiones de la eslora, ya que la fuerza de corriente actúa en ambas direcciones del buque.

$$F_R = 0.20 * Vc^2 * A_R \quad (2.4)$$

Siendo:

- Vc ; velocidad de la corriente en m/s^2
- A_r ; Área de la sección longitudinal del buque.

Donde finalmente se determina la fuerza de corriente sobre los pilotes sumando las fuerzas previamente calculadas y dividiéndolas para el número de pilotes que tiene la plataforma.

$$F_C = \frac{F_D + F_R}{N} \quad (2.5)$$

2.4. Diseño de muro de contención

Elemento estructural capaz de contener terreno natural, elementos de almacenamiento, rellenos, etc. Se usará un muro de contención en voladizo simple, estos elementos

trabajan a carga vertical capaces de contrarrestar el desplazamiento y volcamiento producido por las cargas de empuje del relleno.

2.4.1. Predimensionamiento.

Para el predimensionamiento se basan en recomendaciones generales para este tipo de estructuras.

- Para la base: valores entre el 40% al 70% de la altura de la estructura.
- Espesor de la base: valores que rondan entre $H/12 - H/10$, siendo H la altura del muro.
- Espesor del muro: es variable, sin embargo, en la base del muro suele ser de espesor igual a $H/12 - H/10$.
- Altura de dentellón: $H/10$.

2.4.2. Casos de cargas.

Para ello es necesario datos del suelo de fundación, de relleno, el material del muro y condición sísmica del sitio.

Caso 1. Empuje de tierra y sobrecarga vehicular

1. Pesos y momento estabilizantes por metro de longitud del muro de contención determinado por las dimensiones y materiales de construcción
2. Centro de gravedad:

$$X_{cg} = \frac{M_{totalX}}{Peso} \quad (2.6)$$

$$Y_{cg} = \frac{M_{totalY}}{Peso} \quad (2.7)$$

3. Peso por sobrecarga y relleno

$$W_{s/c} = s/c * (\text{Ancho de talón} + \text{Espesor superior de muro})$$

$$W_{relleno} = \gamma_{relleno} * Relleno.$$

4. Puntos de aplicación

$$\text{Pto. Aplicación}_{s/c} = (\text{Ancho Pie} + (\text{Espesor de muro} - \text{Espesor Superior de muro})) + \frac{\text{Espesor superior de muro} + \text{Ancho de Talón}}{2}$$

$$\text{Pto. Aplicación}_{relleno} = \frac{\text{Ancho de la base}}{2}$$

5. Empuje de tierra.

- K_a : Coeficiente de empuje debido al relleno.

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} \quad (2.8)$$

- Ea: Empuje activo de tierra.

$$E_a = \frac{1}{2} * (K_a * \gamma_{\text{relleno}} * \text{Altura}^2)$$

$$\text{Pto. Aplicación} = \frac{\text{Altura}}{3}$$

- Es: Empuje de sobrecarga de tierra.

$$E_s = 0.3 * (\gamma * \text{Altura} * K_a)$$

$$\text{Pto. Aplicación} = \frac{\text{Altura}}{2}$$

- Empuje Total Ea+s

$$E_{a+s} = E_a + E_s$$

- Peso propio de elementos

$$R_v = \text{Peso Muro} + W_{s/c} + W_{\text{relleno}} \quad (2.9)$$

- Fuerza de roce

$$\delta = \frac{2}{3} * \phi$$

$$\mu = \tan(\delta)$$

$$c' = \frac{\text{cohesión}}{2}$$

$$F_r = \mu * R_v + (c' * Y_{cg}) \quad (2.10)$$

6. Factor de seguridad contra deslizamiento y volcamiento.

Se decidió el uso de la normativa venezolana CONVENIN 1756-98, ya que existe mayores estudios respecto a estos factores.

$$FS_d = \frac{F_r}{E_{a+s}} \geq 1.5 \quad (2.11)$$

$$FS_v = \frac{M_e}{M_v} \geq 1.5 \quad (2.12)$$

Donde:

- Fr; fuerza de roce.
- Ea+s; Empuje total.
- Me; momento estabilizante de la estructura.
- Mv; momento de volcamiento.

Nota: En caso de que no se cumpla las ecuaciones se debe utilizar dentellones, si existe uno, y no cumple es necesario aumentar y variar las dimensiones del muro de contención.

7. Comprobación de esfuerzos admisibles.

Se debe verificar que la excentricidad de fuerza resultante debido a la capacidad portante sea menor a la base entre 6.

$$Xr = \frac{Me - Mv}{Rv}$$

$$ex = \frac{\text{Ancho base}}{2} - Xr$$

8. Presión de contacto Muro-Suelo de Fundación

$$\sigma_{max} = \frac{Rv}{B} * \left(1 + \frac{(6*ex)}{B}\right)$$

$$\sigma_{min} = \frac{Rv}{B} * \left(1 - \frac{(6*ex)}{B}\right)$$

Ambos esfuerzos deben ser menores o iguales al esfuerzo admisible.

Caso 2. Empuje de tierra + sismo

Se realiza un análisis similar, pero considerando la presencia de sismos, además la AASHTO 2002, indica que los factores de seguridad contra deslizamiento y volcamiento se reducen en un 75% del caso anterior.

1. Fuerza sísmica del peso propio.

- $Csh = 0,5 * z$; siendo z la aceleración del suelo según el estudio sísmico.
- $Csv = 0,7 * Csh$; el 70% del coeficiente sísmico horizontal.
- $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{Csh}{1 - Csv} \right)$
- $Fsp = Csh * \text{Peso del elemento}$

2. Incremento dinámico del empuje activo de tierra

$$\Delta DE_a = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * (K_{as} - K_a) * (1 - C_{sv}) \quad (2.13)$$

$$\text{Pto. Aplicación} = \frac{2}{3} H$$

Donde:

- ϕ ; el ángulo de fricción del suelo de relleno
- Ψ ; 90°

- β ; 0°
- θ ; El ángulo de relación entre el coeficiente sísmico vertical y horizontal.
- K_{as} ; Coeficiente de presión dinámica activa.

$$K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos}\theta \cdot \text{Sen}^2\psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

3. Empuje Total.

$$E_{a+\Delta} = \Delta D E_a + F_{spp}$$

$$R_{vp} = R_v - W_{s/a}$$

4. Factores de seguridad contra deslizamiento y volcamiento

$$FSd = \frac{Fr}{E_{a+\Delta}}$$

$$FSv = \frac{Me}{Mv}$$

Deben ser mayores que 1.4

2.4.3. Acero de refuerzo de la base

La base es conformada por los elementos de puntera y talón, su armado depende de las dimensiones, recubrimiento, espesores y momentos generado en el caso más desfavorable (Caso 2). Nota: El siguiente proceso aplica para el talón y puntera.

2.4.3.1. Momentos y cortantes de la sección.

Determinar cortante de la sección

$$W_{pp} = \text{Espeso}_{\text{talón}} * \text{Ancho}_{\text{talón}} * 1 * \gamma_{\text{hormigón}} \quad (2.14)$$

$$b_{pp} = \frac{\text{Ancho}_{\text{talón}}}{2}$$

$$\sigma_{\text{basepuntera}} = \sigma_{\text{min}} + \frac{\sigma_{\text{max}} - \sigma_{\text{min}}}{\text{Ancho}_{\text{base}}} * (\text{Ancho}_{\text{base}} - \text{Ancho}_{\text{puntera}})$$

$$Rs1 = \frac{\sigma_{\text{max}} + \sigma_{\text{basepuntera}}}{2} * 100 * 100 * \text{Ancho}_{\text{puntera}}$$

$$Vs - s = Rs1 - W_{pp} \quad (2.15)$$

Determinar momento de la sección

$$R_{\text{triangulo}} = \frac{1}{2} * (\sigma_{\text{max}} - \sigma_{\text{basepuntera}}) * (\text{Ancho}_{\text{puntero}}) * 100 * 100 \quad (2.16)$$

$$b_{\text{triangulo}} = \frac{2}{3} * \text{Ancho}_{\text{puntera}}$$

$$R_{\text{rectangula}} = \sigma_{\text{basepuntera}} * \text{Ancho}_{\text{puntera}} * 100 * 100$$

$$b_{rectangulo} = Ancho_{puntera} * 0,5$$

$$Ms - s = (R_{triang} * b_{triangulo}) + (R_{rectangulo} * b_{rectangulo}) - (W_{pp} * b_{pp}) \quad (2.17)$$

2.4.3.2. Factores de mayorización de cargas.

Se conoce por la normativa ACI 318-14S que los factores de mayorización para los siguientes tipos de cargas son.

Empujes estáticos y s/c vivas:	1,6
Empujes dinámicos sísmicos	1

Por otro lado, existirá una mayorización ponderada

$$FM_p = \frac{\left(\frac{KE_{EstyS}}{c} * E_a \right) + (KE_{ds} * \Delta DE_a) + (KE_{ds} * F_{spp})}{E_{a+\Delta}} \quad (2.18)$$

2.4.3.3. Acero de refuerzo de la base.

$$AS_{req} = n * d_{inf} - \sqrt{(n * d_{inf})^2 - \frac{2 * M_{up} * 100 * A_{smin}}{0,9 * f_y}} \quad (2.19)$$

$$n = 0,85 * f'_c * \frac{b}{f_y} \quad (2.20)$$

Donde:

- M_{up} ; es el momento máximo provocados entre los dos casos de estudio por el factor mayorado ponderado.
- d_{inf} ; Es espesor inferior de la puntera y talón.
- A_{smin} ; acero mínimo que conforme lo indica la ACI 318-14S utiliza la cuantía mínima (0,0018)

2.4.3.4. Comprobación a cortante.

Se realiza una comparación entre el cortante producido por los elementos y por las cargas.

Se debe cumplir la siguiente inecuación.

$$V_c > \frac{V_u}{\phi} \quad (2.21)$$

2.4.4. Acero de refuerzo de la pantalla.

Se considera el hecho que nuestro elemento reduce el espesor mientras va aumentando su altura, es por ello por lo que se realiza un proceso de cálculo usando como variable la altura.

2.4.4.1. Solicitaciones últimas de corte y momento.

Para ello se determina el cortante y momentos donde su variable es respecto a la altura, siendo siempre el caso 2 el más desfavorable y por ende el que mayor efecto tiene sobre la estructura.

2.4.4.2. Acero mínimo.

Cuantía de 0,0018.

2.4.4.3 Verificar espesor de pantalla.

$$d \geq \sqrt{\frac{Mu_{max}}{0,189 * 0,9 * f'c}} \quad (2.22)$$

$$F = d + \text{recubrimiento.} \quad (2.23)$$

EIM = Espesor inferior del muro

$$F \leq EIM \quad (2.24)$$

2.4.4.4. Acero de pantalla (cara interior)

$$AS_{req} = n * d_y - \sqrt{(n * d_y)^2 - \frac{2 * M_{up} * 100 * A_{smin}}{0,9 * f_y}} \quad (2.25)$$

2.4.4.5. Acero de pantalla (cara exterior) y Acero de retracción.

La normativa AASHTO 2002, indica que el acero requerido es 2.65 cm²/m

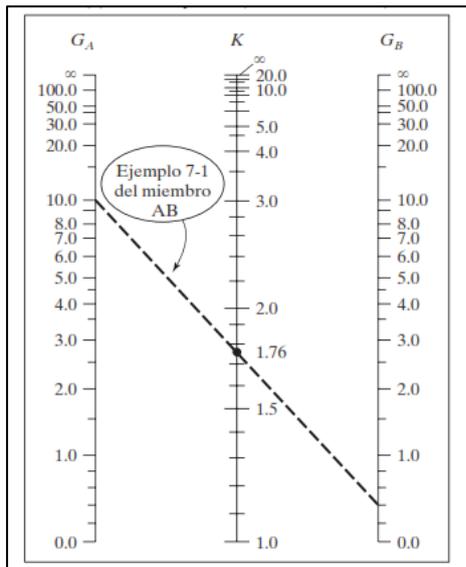
2.5. Diseño de secciones tubulares metálicas

El Diseño de estos elementos se regirá a las recomendaciones de (AISC360, 2010) y (Jack C. McCormac, 2012)

La sección debe cumplir con la condición de compacidad expresada en esta ecuación:

$$\lambda_{ps} = 0,038 * \frac{E}{F_y} \quad (2.26)$$

El efecto de esbeltez debe ser considerado debido a la longitud que presentan estos pilotes.



$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{(KL/r)^2} \quad (2.27)$$

$$si \frac{KL}{r} \leq 4,71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ o } F_y/F_e \leq 2,25 \quad (2.28)$$

$$F_{cr} = [0,658^{F_y/F_e}] * F_y \quad (2.29)$$

$$si \frac{KL}{r} > 4,71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ o } F_y/F_e > 2,25 \quad (2.30)$$

$$F_{cr} = 0,887 * F_e \quad (2.31)$$

Figura 2.4: Nomograma para ladeo no impedido

[Fuente: Diseño de estructuras de acero (Macormac)]

Para la comprobación de los elementos se ha utilizado el método directo de diseño a flexo-compresión. En la Sección H1 de la Especificación del AISC, se dan las siguientes ecuaciones de interacción para perfiles simétricos sujetos simultáneamente a flexión y a compresión axial.

$$Si \frac{P_r}{P_c} \geq 0,2 \quad \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \quad (2.32)$$

$$Si \frac{P_r}{P_c} < 0,2 \quad \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \quad (2.33)$$

2.6. Diseño geotécnico de pilotes metálicos

En base del estudio geotécnico se tienen las siguientes características.

Tabla 2.1. Información geotécnica y propiedades de los materiales

[Fuente: Propia]

Su(roca):	350	KPa
Su(suelo):	30	KPa
ϕ roca:	32	°
ϕ suelo:	20	°
Lsuelo:	10	m
Yagua:	9,81	KN/m ³
Yacero:	77,08	KN/m ³
Longitud pila:	28	m

2.6.1. Capacidad por punta

$$Q_p = Su(\text{roca}) * (N\phi + 1) * A_p \quad (2.34)$$

$$N\phi = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.35)$$

Siendo:

- A_p ; Área del pilote.
- $N\phi$; factor de capacidad de hincado.

2.6.2. Capacidad por fuste

El pilote de acero esta empotrado en roca, sin embargo, existe un estrato limoso arcilloso de 10 metros de profundidad que rodea el pilote.

$$Q_f = \sum p * \Delta L * f_s \quad (2.36)$$

Siendo:

- P ; perímetro de la sección transversal del pilote.
- ΔL ; Corresponde a la longitud del estrato.
- $f_s = \alpha * Su$; factor por fuste. Donde:
 - α : Factor de adhesión.

$$\text{Donde; } \Psi = \frac{Su}{\sigma'_{vo}}$$

Tabla 2.2. Factores dimensionales de adhesión.

Fuente: (U.S. Department of transportation Federal Highway Administration, 2016)

$\alpha = 0.5\Psi^{-0.5}$	Cuando	$\Psi \leq 1$
$\alpha = 0.5\Psi^{-0.25}$	Cuando	$\Psi > 1$

- Su: Resistencia del estrato.

2.6.3. Peso propio

Materiales de acero A36 y la presencia de agua salada.

$$W_p = \pi * (R - r)^2 * L_{pila} * (\gamma_{acero} - \gamma_{agua}) \quad (2.37)$$

2.6.4. Capacidad última por pilote

$$Q_{ult} = Q_p + Q_f - W_p \quad (2.38)$$

2.6.5. Capacidad admisible por pilote

Factor de seguridad generalmente son de 1 a 3, sin embargo, al no tener un estudio geotécnico fiable se considera un factor de 4.

$$Q_{adm} = \frac{Q_{ulti}}{F.S.} \quad (2.39)$$

2.6.6. Número de pilotes

El cálculo del número de pilotes es obtenido a través de la ecuación de la resistencia del grupo de pilotes donde se expresa que la eficiencia del grupo es definida por la separación entre ellos. (U.S. Department of transportation Federal Highway Administration, 2016)

$$\#Pilotes = \frac{Q_g(\text{total})}{\xi * Q_{adm}(\text{pilote})} \quad (2.40)$$

Separación mínima:	1*Diámetro pilote	Eficiencia Min:	0.7
Separación máxima:	3.5*Diámetro pilote	Eficiencia Max:	1

2.6.7. Capacidad de carga del grupo actuando como pilotes individuales

Producto del número de pilotes por fila y columna junto a la capacidad última por pilote.

$$\sum Q_{ultimo_{grupo}} = n_{filas} * n_{columnas} * Q_{ultimo_{pilote}} \quad (2.41)$$

2.6.8. Capacidad de carga actuando como grupo de pilotes.

Si la separación entre pilotes se encuentra entre el rango de separaciones, el número de pilotes actúa como grupo, siendo así, se determinan las dimensiones del cabezal o losa que conforman el grupo.

$$L_g = (n_1 - 1) * (S_{\text{designado}}) + \varnothing_{\text{pilote}} \quad (2.42)$$

$$B_g = (n_2 - 1) * (S_{\text{designado}}) + \varnothing_{\text{pilote}} \quad (2.43)$$

$$\sum Q_{ult} = L_g * B_g * Su(\text{punta}) * N_c + \sum 2(L_g + B_g) * Su(\text{suelo}) * \Delta L_{\text{estrato}} \quad (2.44)$$

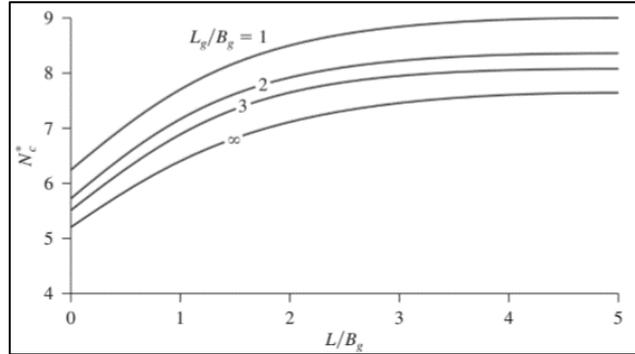


Figura 2.5: Variación del factor N*c con Lg/Bg y L/Bg

[Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Cimentación (Das)]

2.7. Diseño de losa maciza (Amarre/Atraque)

2.7.1. Espesor mínimo de losa maciza.

Las losas son diseñadas como vigas sometidas a flexión, siempre y cuando la longitud del vano es mayor que 4 veces el peralte designado de la losa (ACI 318-14S, 2014). Si no es el caso, el elemento tendrá un comportamiento de muro sometido a momentos internos.

Así mismo, la normativa española ROM 2.0 -11 sugiere que los espesores para las plataformas de atraque y amarre sean iguales o mayores a las dimensiones transversales del apoyo (Pilote). Esto para evitar el refuerzo de punzonamiento.

2.7.2. Secciones críticas

La ACI 318-14S destina una expansión $d/2$ del diámetro o dimensión más larga del apoyo.

2.7.3. Análisis estructural de losa.

La losa será modelada como muro en softwares capaz de analizar elementos finitos, para una mayor eficiencia y confiabilidad en sus resultados.

- a. Definición de grid.
- b. Definir materiales y elementos de la estructura.

- c. Modelado de la estructura.
- d. Uso de elementos finitos y asignación de cargas.

2.7.4. Resultados de momentos y fuerzas internas máximas.

A través de los softwares se determinan los momentos máximos en direcciones X y Y de la estructura, se lo obtiene analizando y determinando el momento interno producido por las fuerzas laterales y cargas gravitacionales.

2.7.5. Refuerzo de losa maciza

Determinado a través de iteraciones de las siguientes ecuaciones

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (2.45)$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \quad (2.46)$$

Donde:

- M_u ; es el momento interno actuante.
- d ; peralte de la losa maciza considerando el diámetro de una varilla supuesta y el recubrimiento.
- b ; Ancho del elemento a analizar (Por facilidad de cálculo se asigna 1 metro)
- a ; Valor correspondiente el bloque de compresión, valor inicial a $d/5$

2.7.6. Comprobación por Punzonamiento

Se conoce al punzonamiento como el esfuerzo tangencial provocado por las cargas localizadas en una superficie más pequeña, este esfuerzo efectúa un puntal sobre un plano apoyado. Generalmente ocurre en pilares o cimentaciones superficiales. (ACI 318-14S, 2014)

$$V_u < \phi V_c$$

- $V_u = \frac{(V_{uSAP} - (W_u)) * (C_{equiv} + \text{EspesorLosa})^2}{b_o * \text{EspesorLosa}} + \left(\gamma_v * \frac{M_{uSAP}}{\frac{l}{c}} \right) \quad (2.47)$

- $\phi V_c = 0.75 * \text{Min} \left[4 * \lambda * \sqrt{f'c}; \left(2 + \left(\frac{4}{\beta} \right) \right) * \lambda * \sqrt{f'c}; \left(\left(\frac{\alpha_m * \text{EspesorLosa}}{b_o} \right) + 2 \right) * \lambda * \sqrt{f'c} \right] \quad (2.48)$

La normativa específica en el artículo 22.6.4.1.2 que para columnas o pilotes circulares se debe determinar una dimensión equivalente y los parámetros siguientes.

- $C_{equivalente} = \text{Diámetro} * \sqrt{\frac{\pi}{4}}$
- $b_o = 4 * (C_{equivalente} + \text{Espesor losa})$
- $\text{Área Crítica} = b_o * \text{Espesor losa}$

Si la columna es interior (40), exterior (30) o esquinera (20) ya que el valor adimensional de α_m varía respecto al elemento. (Art. 22.6.5.3 ACI 318-14S)

También se determinan los siguientes parámetros.

- λ ; un coeficiente adimensional que depende del tipo de concreto, hormigón de 280, es reconocido como un concreto normal.
- β ; Valor adimensional respecto a la sección de la columna.

2.8. Diseño de Pantalla de Atraque

Son elementos estructurales que trabajan en conjunto al sistema de defensa distribuyendo la fuerza de impacto en la estructura. Su diseño se basa en un sistema de muros de contención por contrafuerte.

Generalmente las pantallas se funden en conjunto con los pilotes usando una pantalla de atraque en voladizo, sin embargo, los pilotes al ser de acero no se encuentra la forma más adecuada, precisa y técnica de juntarlos, por lo que, se decidió que este elemento este apoyado a través de contrafuertes a los lados de los pilotes siendo así más fácil el proceso constructivo.

2.8.1 Dimensiones

Las pantallas de hormigón armado suelen ser de sección rectangular, o en "T", con espesores que generalmente oscilan entre 0.60 y 1.20 m. (Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre, 2012)

2.8.2. Análisis estructural de la pantalla.

El área de impacto debido a la fuerza de atraque distribuida corresponde a las dimensiones de franco bordo del buque a impactar y el ancho de la defensa. Otro

criterio para el análisis es el evento más desfavorable a la cual la pantalla estará sometido, a través de un estudio batimétrico se determina que el momento desfavorable es debido al factor medioambiental de la marea baja.

La fuerza de atraque fue determinada en la sección 2.3.1.3.

2.8.3. Acero de refuerzo.

El cálculo de acero de refuerzo corresponde a un análisis de momentos derivados del diseño estructural de un muro de contención con contrafuertes.

2.8.3.1. Pantalla: refuerzo longitudinal.

$$M_u = \phi * b * d^2 * f'_c * \omega * (1 - 0.59 * \omega) \quad (2.49)$$

$$d = tp(\text{pantalla}) - \text{Recu.} - \left(\frac{\phi_{var}}{2}\right)$$

$$\rho = \omega * \frac{f'_c}{f_y} \quad (2.50)$$

$$A_{st} = \rho * b * d \quad (2.51)$$

Donde:

- ρ ; Cuantía de acero.
- b ; Ancho a analizar, se considera a 1 m.
- d ; Peralte del elemento.
- $tp(\text{pantalla})$; Espesor de la pantalla de atraque.

2.8.3.2. Pantalla: refuerzo transversal

Al ser una superficie continua y sin variaciones es recomendable utilizar la mínima cuantía establecida por la ACI 318-14S.

- ρ_{min} : 0.0020; $\phi_{var} \leq 5/8"$ (1.6cm) y f_y : 4200 kg/cm²
- ρ_{min} : 0.0025; otros casos

La ecuación para el refuerzo calculado es

$$A_s: \rho_{min} * b * d$$

2.8.3.3. Contrafuertes: refuerzo a flexión.

Momento de la pantalla producido por fuerza de atraque, los contrafuertes actúan como apoyo de pantalla.

$$A_s = \frac{Mu_{\text{contrafuerte}}}{\phi * f_y * \left(d - \frac{t_p}{2}\right) * \cos(\theta)} \quad (2.52)$$

Siendo:

- d; la longitud del talón de la pantalla de atraque considerando la varilla y recubrimiento.
- t_p; espesor de la pantalla de atraque.
- θ; ángulo de inclinación del contrafuerte.
- f_y; resistencia del acero. (4200 kg/cm²)

2.8.3.4. Contrafuertes: refuerzo horizontal (cortante)

$$T_u = \frac{Mu_{\text{contrafuerte}}}{\cos(\theta) * \left(d - \left(\frac{t_p}{2}\right)\right)} \quad (2.53)$$

$$V_u \text{ contrafuerte} = 1,7 * V_{\text{contrafuerte}} \quad (2.54)$$

$$V_{\text{concreto}} (V_c) = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (2.55)$$

$$V_u = V_{u\text{contrafuerte}} - (T_u * \text{sen}(\theta)) \quad (2.56)$$

$$\text{Separación} = \frac{\phi \text{varilla} * d * f_y}{V_u} \quad (2.57)$$

2.8.3.5. Contrafuertes: refuerzo vertical (Tracción)

$T_u = W_u * L$; Peso propio y la longitud de separación entre contrafuertes.

$$A_s = \frac{T_u}{\phi * f_y} \quad (2.58)$$

2.9. Diseño de Conexiones

La conexión entre la subestructura y la superestructura son elementos muy importantes, al tener una estructura mixta de hormigón con acero, es requerido una conexión a través de placas base con conectores conformados por varillas de anclaje para poder realizar las conexiones entre la viga cabezal o losa y los pilotes de acero.

2.9.1. Conexión Pilote – Viga Cabezal y Conexión Pilote – Losa Maciza

2.9.1.1. Información y requisitos.

AISC 360 – 1 será usado para el diseño de placas bases y varillas de anclaje. Previo a los análisis estructurales de los elementos tales como pórticos y plataformas se determina el momento y carga verticales máximas que sufre el pilote.

2.9.1.2. Área mínima.

Para soportes circulares la sección 3.1.3 del AISC 360 – 1 indica que las dimensiones mínimas de la placa base cuadrada conforman el 80% del diámetro. Sin embargo, se debe verificar las dimensiones para ello se determina una excentricidad. Esta excentricidad crítica realiza una comparación la carga axial y el momento máximo del soporte, con este valor se determina si la placa a diseñar será para momentos grandes. (Fisher & Kloiber, 2006)

- $e = \frac{Pr}{Mr}$. Ecuación de excentricidad.
- $f_{p_{max}} = \phi_c * (0.85 * f'c) * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$ (2.59). Esfuerzo máximo del concreto en función a la resistencia de compresión
- $q_{MAX} = f_{p_{max}} * B_{seleccionado}$. Carga máxima debido al esfuerzo
- $e_{CRITICA} = \frac{N_{seleccionado}}{2} - \left(\frac{Pr}{2 * q_{max}} \right)$ Excentricidad crítica

Las dimensiones cumplen siempre y cuando:

$$2 * Pr * \frac{e + f}{q_{max}} < \left(f + \left(\frac{N_{seleccionado}}{2} \right) \right)^2 \quad (2.60)$$

Siendo:

f; El valor de la distancia respecto desde el borde de barra de anclaje con las dimensiones seleccionadas.

$$f = \left(\frac{N_{seleccionado}}{2} \right) - \text{Distancia borde de barra de anclaje}$$

2.9.1.3. Espesor de la placa base

Corresponden a la longitud de soporte de las barras de anclaje.

$Y > m$:

$$t_{p(\text{req})} = 1.5 * m * \sqrt{\frac{f_{p\text{max}}}{f_y}} \quad (2.61)$$

Y < m:

$$t_{p(\text{req})} = 2.11 * \sqrt{\frac{f_{p\text{max}} * Y * \left(m - \frac{Y}{2}\right)}{f_y}} \quad (2.62)$$

Siendo:

- Y; Longitud de soporte de las anclas.

$$Y = f + \left(\frac{N_{\text{selecc}}}{2}\right) - \sqrt{f + 0.5 * N_{\text{selecc}}^2 - \left(2 * Pr * \frac{e + f}{q_{\text{max}}}\right)} \quad (2.63)$$

- m: factores de requerimientos para los espesores de la placa.

$$m = \frac{N_{\text{seleccionada}} - 0.95 * d}{2} \quad (2.64)$$

2.9.1.4. Tamaño de varilla de anclaje e inserción.

La inserción de la varilla y su tamaño tiene que ver con la capacidad del ancla capaz de resistir su tensión, una vez determinado esta resistencia el diseñador selecciona la cantidad de anclajes a utilizar por cara.

$T_u = q_{\text{max}} * Y - Pr$. Tensión de las barras de anclaje.

Ya determinado se selecciona el tipo de anclaje debido a su fuerza de tensión y el diámetro de agujero para el anclaje.

Table 3.1. Anchor Rod (Rod Only) Available Strength, kips							
Rod Diameter, in.	Rod Area, A_r , in ²	LRFD ϕR_n , $\phi = 0.75$			ASD R_n / Ω , $\Omega = 2.00$		
		Grade 36, kips	Grade 55, kips	Grade 105, kips	Grade 36, kips	Grade 55, kips	Grade 105, kips
3/8	0.307	10.0	12.9	21.6	6.7	8.6	14.4
1/4	0.442	14.4	18.6	31.1	9.6	12.4	20.7
5/16	0.601	19.6	25.4	42.3	13.1	16.9	28.2
3/8	0.785	25.6	33.1	55.2	17.1	22.1	36.8
1/2	0.994	32.4	41.9	69.9	21.6	28.0	46.6
5/8	1.23	40.0	51.8	86.3	26.7	34.5	57.5
3/4	1.77	57.7	74.6	124	38.4	49.7	82.8
7/8	2.41	78.5	102	169	52.3	67.6	113
1	3.14	103	133	221	68.3	88.4	147
1 1/8	3.98	130	168	280	86.5	112	186
1 1/4	4.91	160	207	345	107	138	230
1 3/8	5.94	194	251	418	129	167	278
1 1/2	7.07	231	298	497	154	199	331
1 3/4	8.30	271	350	583	180	233	389
1 7/8	9.62	314	406	677	209	271	451
2	11.0	360	466	777	240	311	518
2 1/4	12.6	410	530	884	273	353	589

Figura 2.6: Selección de varillas de anclaje debido a fuerzas de tensión

[Fuente: Tabla 3.1 AISC 360 - 01]

TABLE C-J9.1 Anchor Rod Hole Diameters, in.	
Anchor Rod Diameter	Anchor Rod Hole Diameter
1/2	1 1/16
5/8	1 3/16
3/4	1 5/16
7/8	1 9/16
1	1 13/16
1 1/4	2 1/16
1 1/2	2 5/16
1 3/4	2 3/4
≥ 2	d _b + 1/4

Figura 2.7: Diámetro de agujero para la varilla de anclaje

[Fuente: AISC 360 - 01]

2.9.1.5. Comprobación de cortante en barras de anclaje.

Se debe cumplir que:

$$\phi_p * N_{cbg} > T_u \quad (2.65)$$

Donde:

- $\phi_p * N_{cbg} = \phi * \Psi_3 * 24 * \sqrt{f'c} * hef^{1.5} * \frac{A_N}{A_{No}}$ (2.66) cuando
longitud de empotramiento de anclaje < 28 cm

- $\phi_p * N_{cbg} = \phi * \Psi_3 * 16 * \sqrt{f'c} * hef^{\frac{5}{3}} * \frac{A_N}{A_{No}}$ (2.67) cuando
longitud de empotramiento de anclaje ≥ 28 cm

Siendo los factores los siguientes:

- ϕ_p ; Factor que suele ser 0.70
- Ψ_3 ; 1.25 considerando un concreto que es no fisurable ante cargas de servicio.
- hef; profundidad de empotramiento o longitud
- AN; área de cono de ruptura de concreto.
- ANco; área de cono de ruptura de concreto para el anclaje simple

10 Diseño Sísmico

Para el diseño estructural del muelle se realizará un análisis de primer y segundo orden, siguiendo las recomendaciones de (NEC, 2015) la estructura se diseña con el método de fuerzas estáticas equivalentes.

Por ser una estructura especial se usa un factor $I=1.5$ y un $R=2$. Para las estructuras de ocupación especial y edificaciones esenciales, además de los requisitos aplicables a las estructuras de uso normal, se aplicarán verificaciones de comportamiento inelástico para diferentes niveles de terremotos, para este proyecto solo se evaluará para un caso extremo (periodo de retorno de 2500 años).

Para obtener el periodo fundamental de la estructura se realizará un modelo en Sap2000 con elementos pre-dimensionados, el espectro se creará de acuerdo a lo establecido en (NEC, 2015)

$$T_o = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (2.68)$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (2.69)$$

Región I:

$$S_a = Z F_a (1 + (\eta - 1) \left(\frac{T}{T_o} \right)) \quad (2.70)$$

Región II:

$$S_a = (\eta)(Z)(F_a) \quad (2.71)$$

Región III:

$$S_a = (\eta)(Z)(F_a) \left(\frac{T_c}{T} \right)^r \quad (2.72)$$

Ecuación del espectro de diseño inelástico:

$$C_s = \frac{(S_a)(I)}{R(\Phi_p)(\Phi_e)} \quad (2.73)$$

10.1 Distribución de Fuerza Sísmica

Para distribuir lateralmente la fuerza sísmica entre cada pórtico del puente, se establecerá la rigidez lateral de estos, suponiendo que la viga cabezal es infinitamente rígida a flexión. se debe aumentar la longitud en 0,4 m para considerar el punto de empotramiento en el suelo.

Donde K es la rigidez aproximada de cada pórtico.

$$K = 24 * E_{col} * \frac{I_{col}}{L_{col}^3} \quad (2.74)$$

Posteriormente se debe calcular la ubicación del centro de torsión (Rigidez) de la estructura mediante las ecuaciones:

$$y_t = \frac{\sum K_{jy} * y_j}{\sum K_{jy}} \quad (2.75)$$

$$x_t = \frac{\sum K_{jx} * x_j}{\sum K_{jx}} \quad (2.76)$$

A esta ubicación se le debe añadir un efecto de excentricidad provocado por posibles errores en el proceso constructivo, equivalente al 5% de la longitud de la estructura en planta en la dirección analizada.

Con las fórmulas planteadas a continuación se calcula el cortante debido a torsión.

$$\text{Sismo en X: } V_{ix} = \left[\frac{K_{ix} * y_{it}}{I_p} \right] * V_x * e_y \quad (2.77)$$

$$\text{Sismo en Y: } V_{ix} = \left[\frac{K_{ix} * y_{it}}{I_p} \right] * V_y * e_x \quad (2.78)$$

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Mediante un proceso de diseño exhaustivo se ha obtenido la solución estructural más conveniente desde una perspectiva económica, así como constructiva. Siguiendo los lineamientos de la (NEC, 2015) se ha obtenido la aceleración del sitio ante el sismo de diseño.

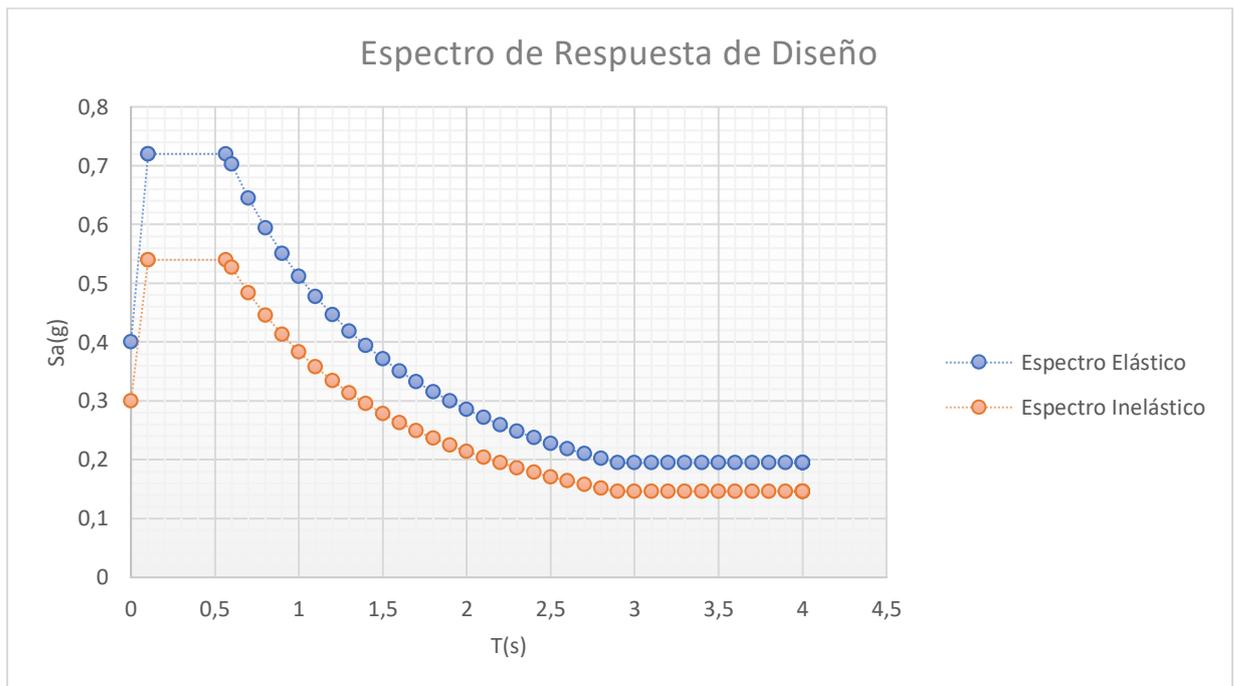


Figura 3.1: Espectro de respuesta Inelástica

Figura 3.2: Peso sísmico de la estructura

	W_i [Ton]	T [s]	C_s [g]	V [Ton]	V [KN]
Tramo 1	156,03	0,66	0,5	78,0	777,0
Tramo 2	164,54	1,19	0,335	55,1	549,0
Tramo 3	174,01	1,9	0,225	39,2	390,0
Tramo 4	94,84	2,12	0,204	19,3	192,7
Tramo 5	143,13	2	0,214	30,6	305,1

Tramo	D [mm]	H [m]	ΔE	ΔM	Δ_{max}	$\Delta M < \Delta_{max}$
1	55,6	4,4	0,0126	0,019	0,02	SI
2	114,5	8,4	0,0136	0,020	0,02	SI
3	155,7	11,4	0,0137	0,020	0,02	SI
4	181,3	15,4	0,0118	0,018	0,02	SI
5	436	15,4	0,0283	0,042	0,02	NO

Las derivas obtenidas están al límite permitido según la (NEC, 2015) pero debido a que carece de elementos de mampostería y tiene un mínimo de instalaciones, este valor es aceptable. Los tramos corresponden a las diferentes secciones del puente de acceso en el muelle. Las vigas Doble T para el acceso han sido diseñada según los requerimientos del (ACI 318-14S, 2014)

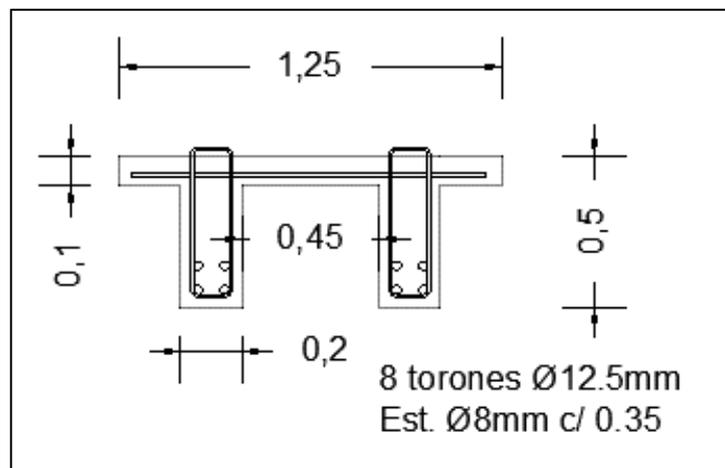


Figura 3.3: Detalle estructural de la viga doble T

[Fuente: Propia]

Los pilotes de 60cm se encuentran en el puente de acceso y en los dophins de amarre, mientras que los pilotes de 80cm se ubican en los dolphins de atraque-amarre. Estos poseen un espesor extra de 5mm como protección ante la corrosión (Gaythwaite, 2016).

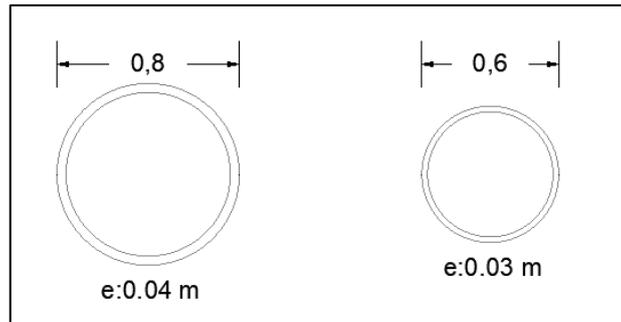


Figura 3.4: Secciones de los Pilotes de acero

[Fuente: Propia]

Determinado las dimensiones de los pilotes, se realiza el diseño geotécnico de estos, en base a un estudio del terreno, capacidades y resistencias.

Se conoce que aproximadamente a 20 metros de profundidad desde el nivel medio de mar se encuentra un estrato de roca limolita, lo que permite una mayor capacidad por punta. Así mismo, se conoce la presencia de 10 metros de estrato de limo arcilloso.

	Capacidad por punta	Capacidad por fuste	Peso Propio	Capacidad última	Capacidad admisible	
Pilote 60cm	421.03	518.66	85.06	854.64	213.66	KN
Pilote 80cm	748.51	691.55	179.89	1260.17	315.04	KN

Al actuar como grupo después de verificar su separación y el factor de eficiencia se determina que es más apropiado trabajar el grupo de pilotes como individuales.

	#Pilotes	Capacidad del grupo (Individuales)	Capacidad del grupo (grupo)	
Pilote 60cm	5 und.	5127.81	31125.60	KN
Pilote 80cm	6 und.	7561.01	36232.00	KN

Para poder acceder al muelle es necesario un muro de contención, con ello se puede realizar la conexión entre el puente de acceso y la tierra, usando una normativa venezolana 1753 – 2006 se puede determinar las dimensiones del muro.

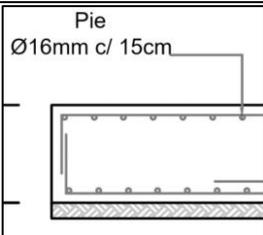
Predimensionamiento del muro de contención			
	Min	Max	Seleccionado
Altura Total (H):	5		
Base (B):	2	3,5	3,5 m
Espesor Base (EB):	0,42	0,5	0,50 m
Espesor Final Muro (EFM):	0,42	0,5	0,50 m
Ancho Izquierdo (AI):	0,88	1,17	1,10 m
Ancho Derecho (AD):	1,90 m		
	Min	Recom.	Seleccionado
Ancho Superior Apoyo (ASA):	0,2	0,3	0,2 m
Altura de Dentellón (AD):	0,50 m		

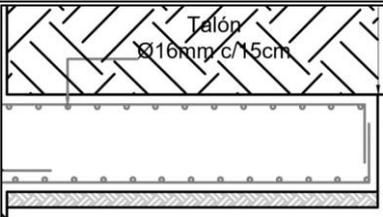
Posteriormente se realiza la comprobación de resistencia a cortante en la zapata o base de la estructura debido al relleno.

Diseño de zapata por corte

Vmax:	20034,49	kg
Vumax:	26896,413	kg
Recu. Inf:	5	cm
d:	45	cm
Vcmax:	39908,683	kg
$V_c > V_u / \phi$:	OK	

Corroborado el cortante se calculó el acero de refuerzo para la base, conformado por la puntera y el talón.

Puntera o pie.			
Asrequepuntera:	12,72	cm2	
Aspuntera:	12,72	cm2	
ϕ puntera:	1,60	cm	
Separación:	16	cm	

Talón			
Asquetalón:	14,32	cm2	
Astalón:	14,32	cm2	
ϕ talón:	1,60	cm	
Separación:	15	cm	

Para la pantalla, se determinó las solicitaciones máximas de momentos y cortes resistentes debido al empuje del material de relleno, cortes resistentes y fuerzas sísmicas.

Solicitaciones Máximas, Corte Resistente y Acero de Refuerzo									
y (m)	Vu (kg)	Mu (kg-m)	F(y) (cm)	Recu. (cm)	d(y) (cm)	ϕVc (kg)		Asmin (cm ² /ml)	As requerido (cm ² /ml)
1	1255,14	496,83	24,4	5	19,4	12933,37	OK	4,4	0,68
2	4587,34	3681,07	28,9	5	23,9	15889,57	OK	5,2	4,14
3	10128,19	12133,64	33,3	5	28,3	18845,77	OK	6	11,76
4,5	22498,45	40298,59	40,0	5	35,0	23280,07	OK	7,2	33,25

Con estos momentos y aceros mínimos se determina el refuerzo para la cara interior que está en contacto con la tierra.

De 0 – 2 metros (desde parte superior de la pantalla)	
ϕ varilla:	14 mm
Separación:	30 cm
De 2 metros hasta la base	
ϕ varilla:	12 m
Separación:	16 cm

Mientras que para el acero de la cara exterior en conjunto con el acero de retracción y temperatura seguirá la normativa AASHTO 2002, con un acero de 2.65 cm²/m

As_Re_temp:	2,65	cm ² /ml
ϕ varilla:	1,00	cm
Separación:	30	cm

La pantalla de atraque es un elemento estructural de gran importancia debido a ser aquel que se encarga de distribuir adecuadamente la fuerza de atraque a la estructura conocida como Dolphin o plataforma.

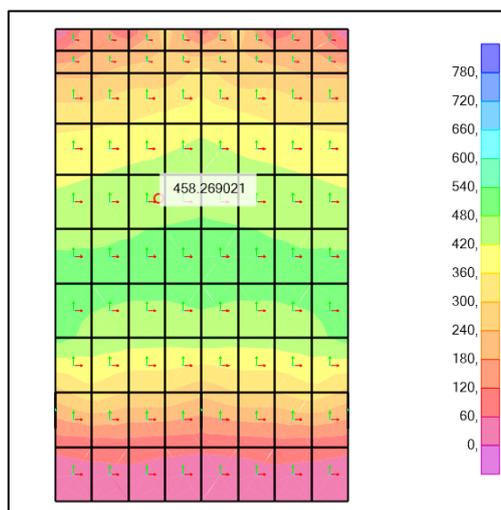
Para ello se ha predimensionado como un muro de contención con contrafuertes debido a la gran altura que posee, y tal como la normativa venezolana 1753 – 2006, indica, muro con altura mayor o igual a 6 metros deberá ser dimensionado como un muro con contrafuertes.

Además, la normativa española ROM 2.0.-11 recalca espesor entre 0.6 m a 1.2 m en pantallas de atraque.

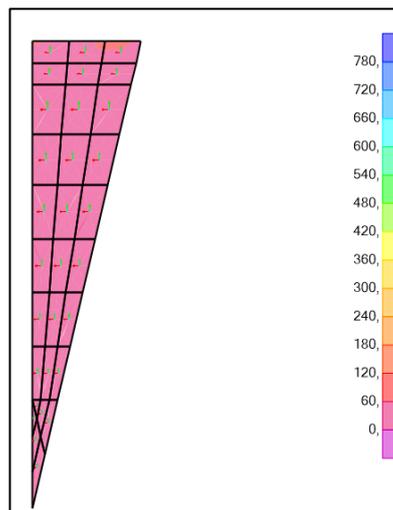
Altura Total (H):	6.5 m
Espesor Pantalla (EP):	0.6 m
Altura Pantalla (Hp):	5.9 m

Base Talón (BT):	0.9 m
Espesor Talón (Ht):	0.6 m
Espesor Contrafuerte (EC):	0.3 m
Separación Contrafuerte (Sc):	2.4 m

A partir de ello, se modela en SAP2000 V20.0.2 donde los elementos son conformados por shells y con las funciones de automesh facilita el análisis a través de elementos finitos.



Pantalla de atraque



Contrafuerte de la pantalla

- Momento Máximo: 503,85 KN-m
- Momento máximo de contrafuerte: 22 KN-m
- Cortante máximo de contrafuerte: 14 KN

Con estos resultados brindados por SAP2000 y la resolución mostrada en la sección metodológica se obtienen los siguientes refuerzos.

	Pantalla		Contrafuerte			Uni
	Refuerzo Horizontal	Refuerzo Transversal	Refuerzo a flexión	Refuerzo Horizontal (Cortante)	Refuerzo Vertical (Tracción)	
As:	25.65	10.84	28.58		6.61	cm ²
φvarilla:	20	16	16	12	12	mm
Separación	13	20	10	30	18	cm

Ya calculado las secciones y diseño del puente de acceso y la pantalla de atraque, se debe definir y determinar el armado de los elementos que conforman las plataformas o dolphins, tanto de amarre como de atraque.

Para ello se debe definir un peralte de losa, determinado a través de las siguientes normativas.

- ACI 318 – 14S: Losas son diseñadas como vigas sometidas a flexión, siempre y cuando la longitud del vano es mayor que 4 veces el peralte designado de la losa. Si no es el caso, el elemento tendrá un comportamiento de muro sometido a momentos internos.
- ROM 2.0 – 11: Espesor de plataformas de atraque y amarre sean iguales o mayores a las dimensiones transversales del apoyo.

Tipo de plataforma	Peralte
Dolphin de atraque:	70 cm
Dolphin de amarre:	70 cm

Se procede con el análisis estructural que corresponde al modelado de los elementos seguido del efecto de las cargas actuantes tales como:

- Fuerza de atraque.
- Fuerza de amarre.
- Cargas muertas y vivas.
- Rigidez del suelo.
- Efecto de ola.

A través de un brazo de palanca interno entre las fuerzas se determina lo momentos.

Momentos máximos para el cálculo de refuerzo	
Mux:	190.81 KN-m
Muy:	176.64 KN-m

Con estos momentos determinados y el proceso iterativo mostrado en el capítulo 3 sección 2.7.5. se determinan el siguiente refuerzo.

	Dirección X	Dirección Y	Unidades
ϕ varilla:	16	14	mm
Separación:	20	20	cm

Posteriormente se procedió a analizar y comprobar si estos elementos necesitan refuerzo debido al punzonamiento, determinado a través de una sección crítica definida por la ACI 318 – 14S y la relación de cortantes producida por los momentos internos y la resistencia al corte del material.

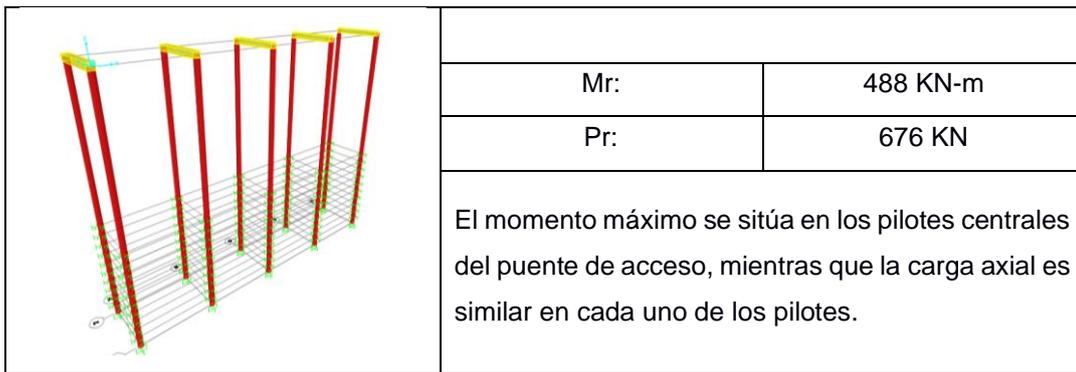
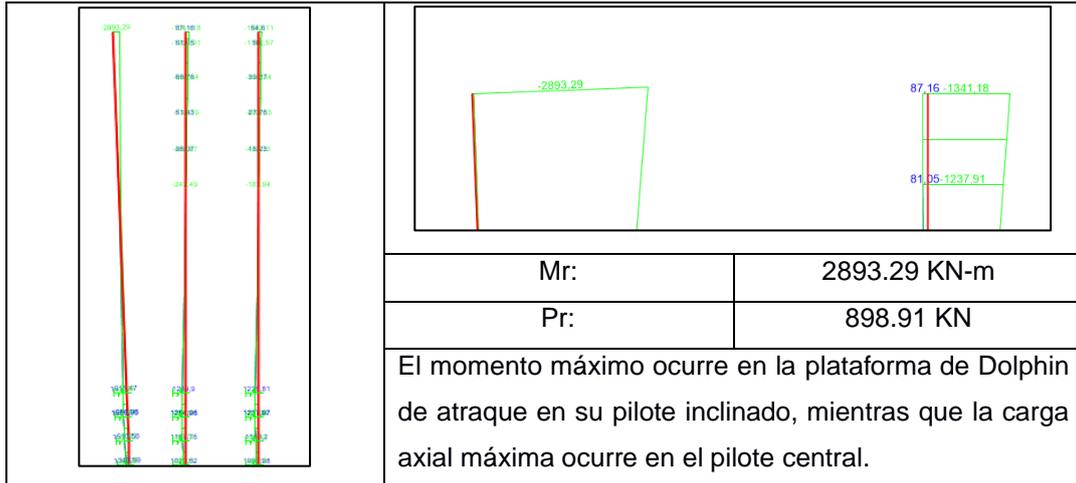
Tipo de Pilote	Área del Pilote	Sección Crítica
Pilote 60cm	0.283 m ²	0.636 m ²
Pilote 80cm	0.503 m ²	1.131 m ²

Pilote 80cm		Pilote 60cm	
Vu:	3220.05 Kgf/m ²	Vu:	1820.95 Kgf/m ²
φVc:	133400.18 Kgf/m ²	φVc:	133400.18 Kgf/m ²

Se cumple que $V_u < \phi V_c$, por lo tanto, no requiere de un refuerzo por punzonamiento. Por último, las estructuras de acero y hormigón necesitan realizar conexiones para que trabajen bajo sus diseños, para ello se ha decidido diseñar placas base con varillas de anclaje en base a la normativa AISC 360 – 1 referente al diseño de este tipo de elementos.

Para ello es necesario de los modelados previos obtener los momentos y fuerzas axiales máximas de entre todos los apoyos (pilotes) conformados por el puente de acceso y las losas macizas.

Para las losas, se considera el más desfavorable aquel que además de sufrir las cargas verticales y dinámicas, sufre del impacto del buque. Mientras que del puente de acceso se toma el pórtico más alejado de la costa.



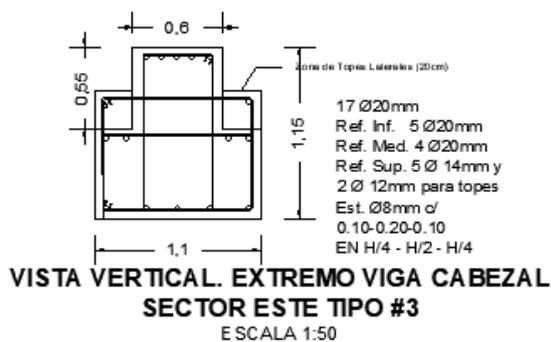
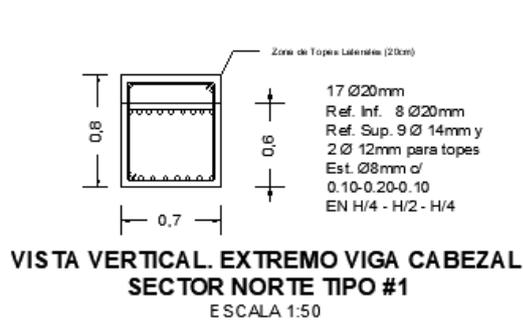
Con este análisis realizado, y el proceso de cálculo definido en la sección 2.9. del presente proyecto se procede a indicar las dimensiones de la placa base.

	Largo	Ancho	Espesor	
Pilote – Viga cabezal	76	60	4	cm
Pilote – Losa Maciza	97	89	5	cm

La selección de varillas y el diámetro de agujero de anclaje se realiza en conjunto a la tensión de los anclajes y las tablas 3.1 y C-J9.1 de la AISC 360 – 01

	ϕ varilla	ϕ agujero	Longitud de anclaje	
Pilote – Viga cabezal	2.54	4.57	5	cm
Pilote – Losa Maciza	7	10.16	14	cm

El diseño estructural determino tres tipos de vigas Cabezales :



La viga tipo I es usada en la parte central de la estructura, la viga tipo II para los extremos y la viga tipo III para la colocación de las bitas de amarre en la parte central del puente de acceso paralelo a la costa. Para la viga tipo III se tuvo que realizar un análisis más detallado mediante el modelo Puntal-Tensor.

3.1 Análisis De Costos

El departamento de ingeniería civil y obras portuarias (DINCYP) había designado un presupuesto de \$ 3'017,758.19 considerando una infraestructura conformado solo por elementos de hormigón armado. Por otro lado, el presente proyecto realiza una interacción entre elementos de acero y hormigón armado que a través de un análisis de alternativas se determinó que la facilidad y tiempo de ejecución de la obra se reduce considerablemente, así como el costo.

A través de un análisis de precios unitarios basados en rendimientos de proyectos relacionados a través de un registro histórico se presupuestó un costo total de \$ 2'831,589.57 siendo 10% más barato que el costo presupuestado designado.

PRESUPUESTO DE OBRA

Obra: Diseño Estructural de la infraestructura portuaria de la capitanía de Posorja
Ubicación: Parroquia de Posorja, Guayaquil, Guayas
Cálculos: Pedro Burgos Guizado
 Anthony Balón Cortez
Hoja: 1 / 1

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	Unidad	Cantidad	PRECIOS	
				Unitario	Total
100	MOVILIZACIÓN				\$ 20 576,56
101	Movilización de Equipos y personal (Incluye adecuación del lugar)	global	1	12 176,56	\$ 12 176,56
103	Desmovilización de equipos y personal	global	1	8400,00	\$ 8 400,00
200	PILOTES CIRCULARES DE ACERO				\$ 2 139 241,33
201	Pilotes de Acero D = 80cm e = 4cm, (incluye soldadura)	Ton	252	2 013,44	\$ 507 387,08
202	Pilotes de Acero D = 60cm e = 3cm, (incluye soldadura)	Ton	703	1 997,78	\$ 1 404 440,91
203	Pilotes de Acero D = 25 cm, (incluye soldadura)				
204	Hincado de pilotes verticales	m	864	230,36	\$ 199 027,79
205	Hincado de pilotes inclinados	m	48	455,08	\$ 21 843,66
206	Pruebas de carga dinámica en pilotes	und	5	1 308,38	\$ 6 541,88
300	MOVIMIENTO DE TIERRA				\$ 2 071,46
301	Excavación y Desalojo (5,5 km)	m ³	61,25	14,36	\$ 879,71
302	Relleno Compactado incluye transporte	m ³	48,25	18,34	\$ 885,10
303	Relleno Compactado (cimiento del muro) incluye transporte	m ³	17,5	17,52	\$ 306,65
400	PLATAFORMA DE OPERACIÓN Y ACCESO				\$ 135 734,90
401	Vigas cabezal Tipo I h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	23,4	520,64	\$ 12 182,90
402	Vigas cabezal Tipo II h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	34	441,89	\$ 15 024,15
403	Vigas cabezal Tipo III h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	11,3	488,44	\$ 5 519,34
404	Vigas doble T prefabricadas de h.a. (Tipo 1)	und	76	1 142,54	\$ 86 832,71
405	Losas de 3 cm h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	22,29	404,95	\$ 9 026,31
406	Muro de contención h.a (incluye acero)	m ³	10,27	352,64	\$ 3 621,57
407	Planchas de neopreno e = 30 mm	und	152	23,21	\$ 3 527,92
500	DOLPHINS AMARRE-ATRAQUE				\$ 55 612,39
501	Cabezales de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	81,48	453,44	\$ 36 946,03

502	Pantallas de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	36,48	511,69	\$	18 666,36
600	OTROS				\$	3 531,29
601	Junta de construcción	m	47	75,13	\$	3 531,29
602	Fabricación e instalación de pasarelas metálicas					
700	EQUIPOS				\$	2 985,53
701	Defensas para muelle	m	26	56,25	\$	1 462,53
702	Bolardo fijo de acero inoxidable; 10 tf	und	6	253,83	\$	1 523,00
COSTO DIRECTO					\$	2 359 753,47
COSTO INDIRECTO (20%)					\$	471 836,10
TOTAL, PRESUPUESTADO PARA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA					\$	2 831 589,57

Costos Indirectos.

El cálculo de costos indirectos estará determinado por medio de gastos administrativos, las cuales conforman los gastos de oficina en la sede central de la constructora.

Los gastos de operación estarán conformados por los materiales y personal que se encuentran en obra, tales como gastos por oficina de campo, baños portátiles, zonas de vestidores, etc.

La utilidad varía entre 8% al 10% en obras grandes, mientras que los imprevistos en caso de acciones, o situaciones de emergencia se deba pagar constará de un valor entre 1% al 3%.

Por último, el financiamiento es un costo adicional que varía entre 0,2% a 0,8% que actúa como póliza de seguro.

COSTOS INDIRECTOS								
Gastos Administrativos								
Ítem	Costo/mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Total
Gerente	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 15 000,00
Contador	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 5 100,00
Secretaria	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Oficina	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
Muebles de Oficina	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 3 000,00
Equipo de Oficina	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 3 900,00
Luz	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 420,00
Agua	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 36,00
Teléfono	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 360,00
Vehículo Alquiler	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 720,00
Útiles de Oficina	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 1 800,00
Art. De Limpieza	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 300,00
Conserje	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 2 700,00
Chofer	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
TOTAL	\$ 7 756,00							\$ 46 536

Gastos de Operación								
Ítem	Costo/mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Total
Residente	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 9 000,00
Ayudante de Residente	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Oficina de Campo (Container)	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$18 000,00
Secretaria	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Ayudante de secretaria	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 2 700,00
Guardia	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
Chofer	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
Equipos de Oficina	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 3 900,00
Servicios Básicos (Agua, Luz, teléfono)	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 6 720,00
Área de Vestidores	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 600,00
Inspector de Soldadura	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Vehículo Alquiler (2)	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 1 200,00
Servicios Higiénicos	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 900,00
Vestidores (Duchas y Lavamanos)	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 9 000,00
Bodeguero	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 3 600,00
Art. De Limpieza	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 600,00
Conserje	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 2 700,00
TOTAL	\$ 13 620,00							\$ 81 720

Gastos Administrativos	1,97%	\$ 46 536,00
Gastos de Operación	3,46%	\$ 81 720,00
Utilidad	10,91%	\$ 257 449,10
Imprevistos	3%	\$ 70 792,60
Financiamiento	0,65%	\$ 15 338,40
TOTAL	20,00%	\$ 471 836,10

La duración de la obra está directamente relacionado a los rendimientos de cada rubro, este cálculo se lo conoce como cronograma valorado. La duración de la obra tiene un total de **118 días laborables**, que son constituidos de lunes a viernes, sin considerar los feriados 8 horas al día.

Los APUS y el cronograma se adjuntan en la sección de ANEXO 2: PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO

3.2 Evaluación De Impacto Ambiental

Ubicación del proyecto.

El proyecto se ubica entre la parroquia rural de Posorja y el Puerto de Aguas Profundas de Posorja (DP World), limitado al norte por la parroquia de El Morro, al este del canal del Morro, al sur del golfo d Guayaquil y al oeste por el cantón General Villamil.

Todo este sector está habitado por 25000 personas con un crecimiento anual de 1.3% (Ecuador En cifras, INEC, 2019). Aproximadamente alrededor del 50% de los habitantes se dedican a la comercialización de camarón y actividades relacionadas a la producción de este.

El proyecto constituye un área de construcción alrededor de 1175,77 m² en el ecosistema oceánico.

Coordenadas de ubicación del proyecto.

La ubicación del proyecto se muestra en las coordenadas de la tabla 1.1.2.

Tabla 3.1: Coordenadas de ubicación del proyecto

[Fuente: Propia]

COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 S		
PUNTO	X	Y
1	583474.07	9701527.31
2	583550.67	9701318.59
3	583955.35	9701726.87
4	583994.38	9701494.97

Zona de implantación del proyecto

La construcción se llevará en el perfil costero en un terreno marino de 1200 m² tal como se observa en la ilustración 1.1.3.

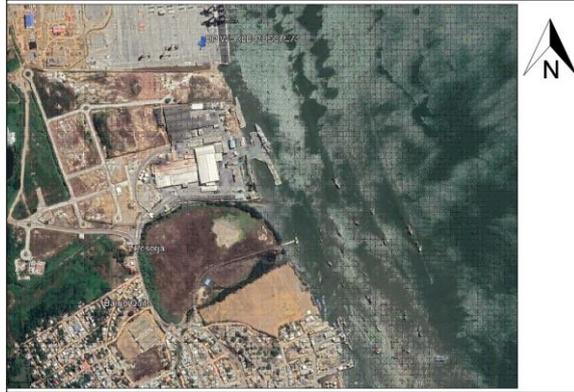


Figura 3.5: Ubicación del proyecto

[Fuente: Google Maps]

Descripción del Medio

Medio Físico.

- **Clima**

La parroquia rural de Posorja posee un clima húmedo – seco que varía dependiendo del periodo del año, presentando climas fríos, cálidos y húmedos.

- **Temperatura**

Varía entre 26°C a 31°C en los meses de enero a mayo, mientras que el resto del año se encuentra entre los 24°C a 30°C llegando a valores máximos de hasta 34°C.

- **Precipitación**

A través de la página oficial de INOCAR se determinó un promedio anual de precipitación de 68 mm donde la mayor parte de esta precipitación ocurre en los meses de febrero a mayo. (INOCAR, 2020)

- **Suelos**

Las características del suelo muestran una gran cantidad de material arcilloso limoso, fue determinado a través de un estudio previo realizado por DP World en el año 2007, del cual fue basado para el diseño geotécnico del proyecto.

Medio Biótico.

- Flora

El sector no cuenta con grandes áreas verdes dentro de su extensión, debido a la gran superficie de terreno habitado. Sin embargo, al estar frente en el perfil costero cuenta con un amplio sector oceanográfico.

- Fauna

La ubicación geográfica del sector nos indica la presencia de un puerto de aguas profundas como lo es DP-Wolrd y la ciudad de Posorja, por lo que se conoce los avistamientos de animales terrestres como gaviotas, garzas, pelícanos, albatros y cucube. Sin embargo, en el sector de construcción el terreno es totalmente árido y abandonado, sin presencia de vegetación por lo que la presencia de animales silvestres es escasa.

Por otro lado, la fauna marina presenta varios animales marinos encontrados en el sector tales como: corvina, róbalo, berrugate, cazón, camotillo, inclusive crustáceos.

Medio Humano

- Zona de estudio

Presenta una amplia zona residencial, además de la existencia de puertos pesqueros artesanales y con una población alrededor de 25000 habitantes. Consta de servicios básicos como energía eléctrica, agua potable, red de alcantarillado y servicio telefónico.

- Economía Local

Los pobladores de Posorja se dedican a la cría de ganado, cerdos, gallinas y pavos. Su mayor fuente de ingreso es a través de turismo especialmente en temporada invernal, semana santa y carnaval, además, de la cría y ventas de camarón y crustaceos.

Regularización Ambiental

Toda obra de ingeniería civil genera un impacto al medio ambiente, por lo que obligatoriamente dentro del país se establece un permiso ambiental en el cual puede consistir en un certificado ambiental, registro o licencia ambientales dependiendo de la actividad y su impacta a generar.

Es por ello, que el ministerio del ambiente a través del Sistema Único de Información ambiental (SUIA) determina el tipo de documentación que requiere la actividad o proyecto a construir.

Según el SUIA, nuestro proyecto requiere de un registro ambiental debido al impacto que puede generar en el medio ambiente oceanográfico y la ubicación cercana a una población.



The screenshot shows the SUIA website interface. At the top, there is a navigation menu with links for 'Inicio', 'SUIA', 'Servicios en línea', 'Noticias', 'Documentos', 'Gestión Interna', and 'Mesa de Ayuda'. A search bar is located on the right. The main heading is 'Consulta de Actividades Ambientales'. Below this, a search bar contains the text: 'Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.' Below the search bar, a table displays the results for a specific activity.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE ESPIGONES PARA CARGA Y DESCARGA CONECTADOS A TIERRA (MUELLES)
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 3.6: Categorización Ambiental

[Fuente: SUIA]

Conclusiones y Recomendaciones.

Realizar periodos de trabajo conjunto con la sociedad para mantenerlos al día con las operaciones y actividades a realizar evitando así las molestias a la comunidad cercana.

Capacitaciones a los trabajadores para que tengan el conocimiento y evitar desperdicios y afectaciones al medio ambiente marino.

Por otro lado, el trabajo conjunto con un especialista ambiental debido al impacto que causaría en la pesca al realizar la obra cerca de los puertos pesqueros artesanales, así mismo, es importante resaltar el hecho de utilizar pontones o gánguiles alrededor de la construcción de los pórticos para evitar cualquier desperdicio de fundición en el mar y sea directamente traslado al punto de desechos.

Utilizar mano de obra local para influenciar el trabajo en la comunidad, tal como lo indica el código del trabajo, actualizado por el Ministerio del Trabajo en el año 2019, así mismo, implementar la presencia de guardacostas en caso de fuertes oleajes anunciados por el INOCAR.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La configuración estructural, así como los materiales seleccionados cumple con los requisitos de diseño de este tipo de infraestructura, y fueron escogidos por ser la opción más económica y constructivamente viable.

Se ha decidido utilizar una longitud de empotramiento en roca de 2 metros para todos los pilotes; la normativa española ROM 5-05 en su sección 3.6.4.6. indica que la longitud de empotramiento en roca debe ser mayor o igual a 2.5 veces el diámetro del pilote.

Pilote 60cm; 1.5 m. de empotramiento

Pilotes 80cm; 2 m. de empotramiento

Debido que el muelle carece en gran parte de elementos no estructurales que se pudieran ver afectados durante un sismo de gran intensidad, no es estrictamente necesario que cumpla con los límites de derivas, pero es recomendable.

Se han elaborado exitosamente los planos estructurales, especificando cada detalle imprescindible para el constructor.

4.2. Recomendaciones

Debido a lo particular del proyecto es recomendable que se realice experimentos en campo para afinar los rendimientos supuestos en la realización del presupuesto.

Se debe verificar la longitud de empotramiento comparando la calidad del estrato de roca con la capacidad portante; para ello es necesario de un estudio completo

del estrato, ya que durante el desarrollo de este proyecto el informe geotécnico brindado no proporcionaba suficiente información geotécnica.

Se deberá complementar este trabajo con un diseño de las instalaciones del muelle, que incluye el cableado eléctrico, los puntos de luz, la red de combustible, el diseño de las barandas y pontones de madera.

Se debe realizar una verificación del diseño considerando otros niveles de desempeño sísmico como lo recomendado en la normativa.

Bibliografía

- ACI 318-14S. (2014).
- AISC360. (2010). *Specification for Structural Steel Buildings*. Chicago, Illinois , United States: American Institute of Steel Construction.
- ASCE61. (2014). *Seismic Design of Piers and Wharves*. American Society of Civil Engineers, Coasts, Oceans, Ports and Rivers Institute. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- ASCE7. (2016). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. American Society of Civil Engineers., Estructural Engineering Institute. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Brandon, C. J., Hohlfelder, R. L., Jackson, M. D., Oleson, J. P., & Bottalico, L. (2014). *Building for eternity : the history and technology of Roman concrete engineering in the sea* (Primera ed.). Londres: Oxbow Books.
- Costa, C. R. (2006). *Los puertos en el transporte marítimo*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/289/8.%20Rua.pdf>
- Das, B. M. (2011). *Fundamentod de Ingeniería de Cimentación*. Mexico: Cengage Learning.
- Dominic Reeve, A. C. (2004). *Coastal Engineering: Processes, theory and design practice*. Abingdon, Inglaterra, Reino Unido: Spon Press.
- Ecuador En cifras, INEC. (2019). *Guayaquil en cifra*. INEC, Guayaquil. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/>
- Fisher, J. M., & Kloiber, L. A. (2006). *Base Plate and Anchor Rod Design*.
- Gaythwaite, J. W. (2016). *Design of marine facilities : engineering and design of port and harbor structures* (Tercera ed.). Reston, Virginia, Estados Unidos: American Society of Civil Engineers. doi:9780784414309
- INOCAR. (2020). *Instituto Oceanográfico de la Armada*. Obtenido de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/precipitacion-en-guayaquil>: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/precipitacion-en-guayaquil>
- Jack C. McCormac, S. F. (2012). *iseño de Estructuras de Acero*. New Jersey: AlfaOmega.

- Llorca, J., González, J., & Ametller, S. (2012). ROM 2.0-11 (Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre). En *ROM 2.0-11*. Puertos del Estado.
- Morison, J. R. (may de 1950). The force exerted by surface waves on piles. (S. o. Engineers, Ed.) *Journal of Petroleum Technology*, 189, 149-154. doi:10.2118/950149-G
- NEC. (2015). *PELIGRO SÍSMICO Diseño Sismorresistente*. (M. d. Vivienda, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador.
- Nielson, A. H. (1982). *Estructuras de Hormigón Preforzado*. Limusa.
- Ospina, J. P.-P. (4 de 10 de 2013). Special Considerations for The Seismic Analysis and Design of Piers, Wharves and Container Yards Supported on Prestressed Concrete Piles. (A. C. Institute, Ed.) *ACI Symposium Publication*, 295, 26. doi:10.14359/51686343
- PIANC. (2002). Guidelines for the design of fender systems. En I. N. Association, *Guidelines for the design of fender systems*. Bruselas.
- portuarias, D. d. (2019). *Proyecto Capitanía de Posorja*. Armada del Ecuador, Departamento de ingeniería civil y obras portuarias, Guayaquil.
- Real Académiá Española. (2018). <https://www.rae.es/>. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=UahFsZE>
- Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre. (2012). En J. Llorca, J. M. Herrero, & S. Ametller., *ROM 2.0-11*. Valencia.
- Shelden, J. G. (01 de Marzo de 2003). Siting and design considerations for marine terminals. *Sea Technology*, 44, 27-32.
- U.S. Departmen of transportation Federal Highway Administration. (2016). Design and Construction of Driven Pile Foundations - Volume 1. En P. J. Hanningan, F. Rausche, G. E. Likins, B. R. Robinson, & M. L. Becker, *Design and Construction of*. Washington.

ANEXOS

ANEXO: MEMORIA TÉCNICA

1. Selección de alternativas

A través de una calificación cualitativa se seleccionará la alternativa más apropiada para la solución portuaria, se lo realizará por medio de una MATRIZ COSTO/BENEFICIO con los siguientes criterios y su porcentaje de importancia dados por el cliente:

- Facilidad de ejecución (15%)
- Tiempo de ejecución (20%)
- Mantenimiento (20%)
- Costo de ejecución (45%)

Con los criterios previamente definidos y puntuados se elabora la descripción de cada criterio respecto a las alternativas planteadas.

Alternativa A: Sistema de pilas prebarrenadas in situ.

Equipos.

- Hormigonera
- Draga de corte y succión: Excavadoras hidráulicas sobre gabarras especiales.
- Maquinaria de pilotaje.
- Maquinaria de perforación
- Pontón-grúa: Grúa colocada sobre un pontón (Elemento flotante sin motor)
- Remolcadores: permite el traslado del Pontón

Facilidad de Ejecución.

PILAS: Pilas de 16 metros de longitud de los cuales 2 metros estarán empotrados en roca (limolita). Se requerirá los estudios respectivos tales como: Estudios estratigráficos, características de la mecánica de suelos y roca. Así mismo, en su proceso constructivo se usará una camisa de acero introducido a través de una perforadora transportada por un pontón-grúa, extracción del material pétreo y colocación de armado respectivo, por último, se deberá fundir in situ a través del hormigonado de 280 kg/cm².

Este proceso deberá repetirse varias veces y realizado en tramos de cada 15 metros. Por lo que, será necesario más pontones-grúas, además, este proceso deberá ser realizado en marea baja para evitar la filtración dentro de la camisa de acero.

LOSA DE SOPORTE: Fundida in situ con la finalidad de agrupar y trabajar como un solo sistema el conjunto de pilas. Considerar el efecto de punzonamiento debido a las cargas ejercidas por las columnas y pilas de soporte.

COLUMNAS: Este elemento estructural deberá ser fundido in situ de tal manera y que se eleve desde la capa de suelo hasta 3 metros sobre el nivel medio de mar, así mismo, se podrá realizar cuando existe un nivel de marea bajo.

VIGA CABEZAL: Sección cuadrada de 5 metros de longitud, consta de la construcción tradicional de una viga o losa, se usará una gran cantidad de acero y verificar el corte y punzonamiento por los soportes.

VIGAS DOBLE TEE PRETENSADAS: 4 vigas por tramo de 15 metros, elementos de 15 metros de longitud presforzado o fundidos in situ.

Todos estos elementos deberán ser recubiertos con un espesor de protección, o aditivo. Constructivamente cada pórtico a construir requerirá de un arduo y largo trabajo además de equipos en constante uso y en mayor cantidad por tramo de ejecución.

Tiempo de ejecución.

Los elementos correspondientes a la subestructura (Pilas, losa de soporte, columnas esbeltas y viga cabezal) serán fundidas in situ, consta de un periodo de construcción que depende mucho de los factores ambientales como la marea, oceanografía y longitudes dimensionales entre pórticos.

Así mismo, depende mucho del tiempo suficiente del hormigón adquiera la resistencia mínima para seguir con la fundición del siguiente elemento. Considerando los elementos a fundir, los factores ambientales que afectan directamente a la obra, y el material posiblemente el tiempo de ejecución entre pórticos sea entre 1 a 2 semanas.

Mantenimiento.

El uso de aditivos para contrarrestar el efecto de la salinidad y corrosión de los elementos de hormigón permitirán a la estructura cumplir durante el periodo de vida útil, sin embargo, es necesario una revisión y evaluación periódica de los elementos que conforman la subestructura y pasen tiempo completo bajo efecto del agua y marea.

En caso de reemplazar algún elemento sea una viga doble Tee, se necesitará destruir además del elemento en sí, la loseta y parte de la viga cabezal además de necesitar una fundición in situ nuevamente de todo el vano, por lo que se necesitará el uso de pontones-grúas.

Costo de obra.

A pesar de reducir el número de vanos, la cantidad de hormigón y varillas a utilizar lo hacen un costo muy elevado. Según fuentes de expertos en el área con experiencia en construcción de muelles posiblemente tenga un costo entre \$4'000,000 a \$5'000,000. Siendo un costo más elevado del presupuesto ya designado.

Alternativa B: Sistema de pilotes hincados de acero.

Facilidad Constructiva:

Pilotes: se usarán pilotes metálicos circulares de 28 m de longitud los cuales deberán ser hincados hasta alcanzar la roca y penetrarla lo suficiente para quedar anclada a ella. Para el proceso de hincado será necesario utilizar un Pontón-grúa: Grúa colocada sobre un pontón (Elemento flotante sin motor). Si no es posible transportar pilotes de esa longitud se realizará la construcción parcial de las mismas in situ. Esta modalidad tiene la ventaja de ser un proceso rápido y no depender de las condiciones de marea.

Los pilotes posteriormente se deberán riostrar lateralmente para darle estabilidad a los elementos debido a que estos son muy esbeltos.

Viga Cabezal: de sección cuadrada 60 x 60 cm y una longitud de 5 m. La construcción de la viga cabezal consta del mismo proceso constructivo de una viga tradicional o una losa, a diferencia de una gran cantidad de acero a utilizar y considerando el efecto de corte y punzonamiento ocasionado por los apoyos como columnas o pilas.

Vigas Pretensadas: se colocarán 4 por cada tramo de 7,5 m para obtener el ancho de calzada de 5 m. consistirán en elementos prefabricados de hormigón presforzado. Con sección transversal doble T. las cuáles serán colocadas en sitio por medio de un camión grúa pequeño simplificando el proceso constructivo en comparación a vigas de mayor vano. Se fundirá una loseta sobre las vigas y 4 diafragmas por cada vano.

Tiempo de Ejecución:

Debido al uso de pilotes de acero el proceso de construcción de la subestructura es considerablemente corto, así mismo el uso de vigas prefabricadas permite que la construcción de estas se realice en paralelo al proceso de hincado de pilotes reduciendo al mínimo el tiempo requerido en comparación a construcciones de hormigón armado.

Únicamente se esperará el tiempo para que el hormigón adquiera su resistencia mínima en la construcción de las vigas cabezales y, las losas y pantallas de atraque de los dolphins.

Mantenimiento:

Debido al uso de acero para los pilotes es necesario que se realicen revisiones periódicas del grado de corrosión, se contará con un espesor de protección que deberá corroerse durante el periodo de vida útil de la estructura sin afectar la integridad estructural.

Reemplazar una viga doble T, al ser de un vano relativamente corto deberá paralizar el acceso con ello realizar la extracción del elemento o inclusive destruirlo, pero podrá ser reparado sin necesitar de maquinaria especial. Las defensas también deberán ser reemplazadas cuando estas ya no cumplan su función de forma íntegra.

Costo de Obra:

Debido a los materiales usados y al método constructivo empleado, el costo de la obra se ve reducido, mediante averiguaciones con expertos en el área, el costo de esta obra puede oscilar ente 2 500 000\$ y 3 500 000\$.

Matriz Costo/Beneficio

%Importancia	Criterio	Alternativa B		Alternativa A	
20	Facilidad de ejecución	Desfavorable	1	Muy favorable	3
15	Tiempo de ejecución	Desfavorable	1	Muy favorable	3
20	Mantenimiento	Favorable	2	Favorable	2
45	Costo de ejecución.	Desfavorable	1	Muy favorable	3
	TOTAL:		1,2		2,8

La calificación cualitativa se realizará juzgar entre tres opciones puntuadas, siendo la más alta 3 cuando el criterio sea muy favorable para la alternativa, 2 cuando sea favorable y 1 cuando sea desfavorable.

El proceso de selección se realiza por medio de la calificación más alta, siendo la alternativa B la seleccionada.

2. Análisis de Cargas

El muelle estará sujeto a cargas vivas (Debido a la carga ocasional del buque y del paso de vehículos HS-10), Cargas muertas, cargas de amarre y atraque, cargas de oleaje y sismo.

Cargas aplicadas									
Estructura	D	L	Lv	Cs	Ws	E	Eq	C	Be
Dolphin Amarre	X	X	X	X	X		X	X	X
Dolphin Atraque y Amarre	X	X	X	X	X		X	X	X
Puente de Acceso	X	X	X				X		
Estribo del Puente	X	X	X			X	X		

D: Carga muerta debido al peso propio de los elementos, equipos e instalaciones.

L: Carga viva uniforme debido a la carga a ser transportada.

Lv: Carga viva vehicular.

Cs: Carga de amarre debido al efecto de la corriente.

Ws: Carga de amarre debido al efecto del viento.

E: Carga debido a la presión de suelo

Eq: Carga debido al sismo de diseño.

C: carga de la corriente sobre la estructura.

Be: carga de atraque.

Combinaciones de Carga:

1. 1.4D
2. 1.2D + 1.6L
3. 1.2D + L + Eq
4. 0.9D + Eq
5. 1.2D + 1.6L + 1.6Be + C
6. 1.2D + 1.6L + 1.2C + 1.2Cs
7. 1.2D + L + 1.2C + 1.2Cs + 1.6Ws
8. 0.9D + 0.9C + 0.9Cs + Eq

2.1 Carga Muerta (D)

Cargas Muertas (sobre impuestas)		
Barandas	[Kg/m]	69
Instalaciones	[Kg/m]	5
Equipos	[Kg]	7500

Peso Propio		
losa	[Kg/m ²]	72
Viga Pretensada	[Kg/m]	684
Peso de Cabezal	[Kg]	4320
Pilotes	[Kg]	

2.2 Carga Viva (L)

Para la carga viva distribuida se usará el valor de 300 [psf] (1465 [Kg/m²]) siguiendo las recomendaciones de la Tabla 4,2 para carga general. Se tomará en cuenta que los materiales apilados no sobrepasen los 2 metros. Se ha redondeado el valor final de la carga.

Table 4-2. Typical Cargo Weights versus Stacking Heights*			
Cargo/Packaging	Packaged Density (lb/ft ³)	Stack Height (ft)	Live Load (lb/ft ²)
General cargo, average/on pallets	32	8-16	256-512
Timber/bundled:			
Softwoods	to 40	10-20	400-800
Hardwoods	to 72	10-20	720-1,440
Paper/baled	50	to 10	500
Dry goods: cotton, wool/baled	20-50	to 10	200-500
Produce: fruits, vegetables, grains in bags, cartons, and cases	31-58	to 10	310-580
Fertilizers in bags	52-59	to 6	312-354
Cement and lime in bags and barrels	50-73	to 6	300-438
Oils and paints in barrels and boxes	35-70	to 6	210-420
Rope (Manila) in coils	42	to 6	252
Metal products in loose bars and coils	75-225	to 10	750-2,250
Automobiles	7.5-15	—	15

Note: Representative weights and stack heights are given. Specific applications should be investigated independently where storage loads are critical. Values given were averaged from various sources.

Figura A.1: Cargas Típicas para muelles de diferentes Usos

2.3 Carga Viva Vehicular (Lv)

H-10		
Eje delantero	[Tonf]	1,81
Eje posterior	[Tonf]	7,26

Table 3.6.2.1-1—Dynamic Load Allowance, *IM*

Component	IM
Deck Joints—All Limit States	75%
All Other Components:	
• Fatigue and Fracture Limit State	15%
• All Other Limit States	33%

Figura A.3: Porcentaje de carga dinámica

[Fuente: AASHTO LRFD Bridge Design Specifications]

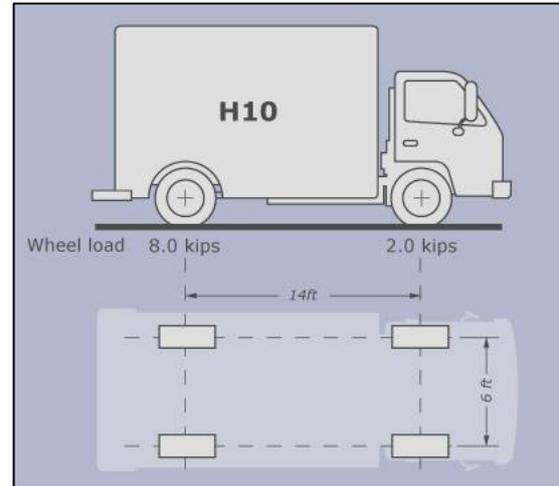


Figura A.2: Camión de diseño

Se escoge un aumento del 33% de la carga vehicular para el efecto dinámico del paso del vehículo.

2.4 Carga de Amarre Debido al Efecto de la Corriente (C_s)

θ_w	Fuerzas de la corriente en Ton y Ton-m		
	F_{yc}	F_{xc}	M_{xyc}
0	0	1,66	0,00
15	2,49	1,60	-37,90
30	4,81	1,44	-73,00
45	6,80	1,18	-102,93
60	8,32	0,83	-125,70
75	9,28	0,43	-139,79
90	9,61	0,00	-144,30
105	9,28	-0,43	-138,98
120	8,32	-0,83	-124,24
135	6,80	-1,18	-101,14
150	4,81	-1,44	-71,31
165	2,49	-1,60	-36,80
180	0,00	-1,66	0,00

2.5 Carga de Amarre Debido al Efecto del Viento (W_s)

$-\theta_w$	Fuerzas del viento en Ton y Ton-m		
	F_{yw}	F_{xw}	M_{xyw}
0	0	0,615	0,00
15	0,629	0,653	-3,42
30	1,418	0,601	-5,25
45	2,217	0,341	-4,67

60	2,715	0,091	-1,93
75	2,845	-0,025	6,26
90	2,836	-0,125	18,56
105	2,845	-0,287	27,63
120	2,715	-0,476	31,87
135	2,217	-0,616	30,56
150	1,418	-0,659	23,92
165	0,629	-0,635	13,10
180	0,000	-0,615	0,00

2.6 Carga debido al sismo de diseño (Eq)

La carga de sismo de la obtuvo mediante un análisis estático según lo requerido por (NEC, 2015)

	Wi [Ton]	T [s]	V [Ton]	V [KN]	V (30%) [KN]
Tramo 1	156,03	0,66	78,0	777,0	233,1
Tramo 2	164,54	1,19	55,1	549,0	164,7
Tramo 3	174,01	1,9	39,2	390,0	117,0
Tramo 4	94,84	2,12	19,3	192,7	57,8
Tramo 5	143,13	2	30,6	305,1	91,5

Los tramos hacen referencia a las estructuras que conforman el puente de acceso. Los cuales están detallados en el Plano #1.

2.7 Carga debido al atraque (Be)

1.7.1. Energía de atraque absorbida por el sistema de defensas.

El sistema de defensas es generalmente conformado por elementos de caucho capaces de absorber del 70% al 90% de la energía producida por el buque al atracar en la estructura, mientras que el restante es distribuido a la estructura adjunto al sistema de defensas.

Esta energía es determinada por la ecuación:

$$E_f = \frac{\Delta}{2g} * V_n^2 * C_e * C_m * C_c * C_s * C_g \quad (A1.1)$$

Siendo:

- Δ ; Desplazamiento del buque en condición de carga (KN)
- g ; Aceleración de la gravedad (m/s^2)
- V_n ; Componente normal respecto a la velocidad de atraque (m/s)
- C_e ; Coeficiente de excentricidad (adimensional)

- Cm; Coeficiente de masa hidrodinámica (adimensional)
- Cc; Coeficiente de configuración al atraque (adimensional)
- Cs; Coeficiente de rigidez del sistema de atraque (adimensional)
- Cg; Coeficiente geométrico del buque (adimensional)

1.7.2. Coeficiente de masa hidrodinámica (Cm).

Considera el efecto de la masa de agua que se moviliza en conjunto con el buque en la maniobra al atracar, aumentando la masa que produce la energía de atraque.

$$C_m = \frac{M_b + M_w}{M_b} \quad (A1.2)$$

Siendo:

- Mw, la masa de agua que se moviliza.
- Mb; la masa del buque.

La masa del agua movilizada es determinada a través de las propiedades geométricas del buque, usando como referencias el calado, eslora, y franco bordo. Sin embargo, la normativa ROM 2.0-11 recomienda el uso de valores entre 1,5 a 1,8 para el coeficiente de masa hidrodinámica.

Cm: 1,5 Cuando FB > 0.5*(De)

Cm: 1,8 Cuando FB < 0.1*(De)

Donde:

- FB; Franco Bordo del buque
- De; Calado del buque

A continuación, se colocan las dimensiones del buque, información brindada por el Departamento de Obras Civiles y Portuarias de la Armada (DYNCIP)

Tabla A.1. Dimensiones del buque de diseño

Fuente: DYNCIP, Armada del Ecuador

Desplazamiento (Δ):	2300	Ton.
Eslora (L):	76	m
Calado (De):	5,5	m
Amplitud (B):	16	m
Puntal (P):	7	m
Franco Bordo (FB):	1,5	m

Conocida las dimensiones se determina el valor del coeficiente hidrodinámico donde de ser necesario se debe interpolar.

$$C_m = 1.67$$

1.7.3. Componente normal de velocidad de ataque.

Este parámetro es uno de los factores más importantes para determinar la valoración de la energía cinética, siendo este parámetro dependiente de varios factores tales como, el tamaño del buque, tipo de buque, tipo de cargas, características de maniobrabilidad, condiciones medioambientales, dificultad de aproximación a la instalación de ataque o factores humanos.

Es por ello por lo que a través de un registro histórico y estudios probabilísticos se ha determinado gráficas que permiten aproximar un valor para dicho parámetro.

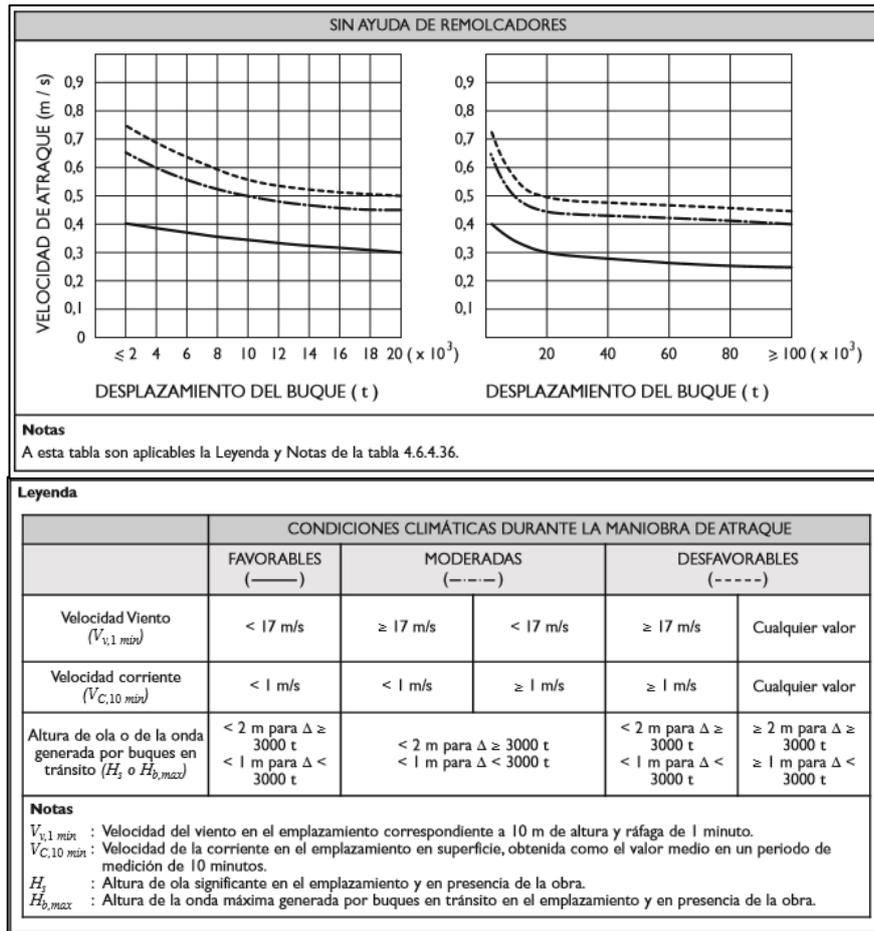


Figura A.4: Valores representativos de la componente normal de velocidad de aproximación del buque de impacto sin ayuda de remolcadores

[Fuente: ROM 2.0-11]

Para determinar nuestra fuerza de atraque se ha decidido considerar una condición de maniobra de atraque moderada, por lo que al relacionarlo con la gráfica así mismo conociendo el desplazamiento del buque se ha determinado que la velocidad normal del atraque corresponde aproximadamente de **0.55 m/s** y presenta ondas de ola menores de 1 metros de altura.

1.7.4. Coeficiente de excentricidad

Uno de los factores que tiene conocimiento una proporción de la energía cinética del buque no transmitido al sistema de defensas y es obtenida a través de la siguiente ecuación.

$$C_e = \frac{K^2 + R^2 * \text{Cos}^2(\phi)}{K^2 + R^2} \quad (A1.3)$$

Siendo:

- K; radio de giro del buque con respecto al eje vertical pasando por su centro de gravedad.

Suele aproximarse a la siguiente ecuación

$$K = (0.19 * C_b + 0.11) * L \quad (A1.4)$$

- C_b; coeficiente de bloque dependiente del tipo de buque.

Para buques de guerra el coeficiente de bloque se encuentra en 0.30 a 0.50

- L; Dimensión de la eslora del buque.
- R; distancia desde el punto de impacto y centro de gravedad del buque considerando la línea de atraque.

Este parámetro se determina en función de la experiencia local, sin embargo, puede ser aproximado a través de la siguiente ecuación

$$R = r * \text{cos}(\alpha) - \left(\frac{B}{2}\right) * \text{sen}(\alpha) \quad (A3.5)$$

- r; distancia entre punto de impacto y centro de gravedad del buque, desde el eje longitudinal de buque. (L/4)
- α; ángulo de aproximación que varia dependiendo del desplazamiento del buque.
 - 5° - 6°; desplazamiento de buque (Δ) >= 70000 Ton.
 - 10° - 15°; desplazamiento de buque (Δ) < 70000 Ton.
- φ; ángulo entre vector velocidad del buque y línea de punto de impacto con centro de gravedad del buque.

Así mismo, este parámetro suele depender de la experiencia local, pero puede ser aproximado por la ecuación

$$\phi = 90^\circ - \alpha - \arctg\left(\frac{B}{2r}\right) \quad (A1.6)$$

Manga de buque (B):	16 m
Eslora del buque (L):	76 m
α :	10°
r:	19 m
ϕ :	57.17°
R:	16.28 m
Cb:	0.3
K:	12.69 m
Ce:	0.56

1.7.5. Coeficiente geométrico del buque

Considera cierta proporción de energía cinética desarrollado por el buque absorbido por el sistema de defensa.

La normativa española adopta de carácter general **0.95** como un valor representativo.

1.7.6. Coeficiente de configuración del atraque

Toma en cuenta el efecto de amortiguamiento del agua atrapada entre el casco del buque y estructura de atraque. Entre los valores representativos se tiene:

- Cc: 1; Estructura abierta, corresponde a un sistema sin presencia de muros, mas solo la cimentación.
- Cc: 0.9; Estructura fija, sistema en base de cimentación y muros.

El sistema propuesto es una estructura abierta por lo que el coeficiente de configuración adecuado es igual a **1**.

1.7.7. Coeficiente de rigidez del sistema de atraque

Proporción de energía absorbida por el casco del buque y distribuido a lo largo del eje longitudinal del buque. Entre los valores representativos se tiene:

- Cs: 0.9; Sistema de atraque rígidos y buques de gran eslora. Nota: se considera grandes esloras mayores a 300 metros.
- Cs: 1; Restos de casos.

Por lo que nuestro coeficiente de rigidez es igual a **1**.

ENERGÍA DE ATRAQUE DISIPADA

Con los parámetros ya determinado se conoce que la energía de atraque disipada es igual a **Ef = 308.96 KN-m**

2.8 Fuerza de atraque

2.8.1 Energía cinética provocada por el buque

Para ello solo es necesario utilizar la ecuación de energía cinética de cuerpos en movimiento.

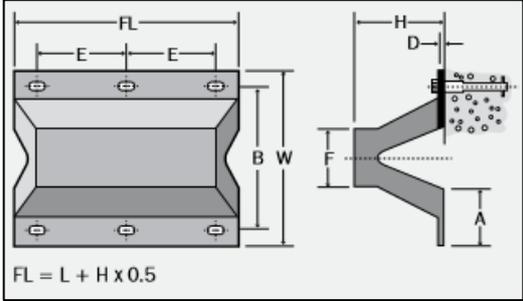
$$E = \frac{\Delta \cdot Vn^2}{2 \cdot g} \quad (A1.7)$$

Energía cinética tiene como valor **347.76 KN-m**, para conocer el porcentaje de disipación de la defensa se realiza una relación entre ambas energías.

$$\% \text{Energía Disipada} = \frac{E_f}{E} = \frac{308.96}{347.76} * 100 = \mathbf{88.84\%}$$

2.8.2 Selección de sistema de defensa.

Se ha decidido usar un sistema de defensa de la compañía TRELLEBORG y de tipo arco, por lo que para su selección es necesario tener en cuenta la energía disipada calculada previamente.

Proveedor:	Trelleborg	
Tipo:	SAN/SANP 800 E 2.9	
Energía:	312.8 KN-m	
Reacción:	929.6 KN	
Dimensiones		
A:	565 mm	
B:	1340 mm	
W:	1600 mm	
F:	560 mm	
D:	50 mm	
P:	60 mm	
Q:	120 mm	
Peso:	1495 kg/m	
Anclajes:	M56	

2.8.3 Fuerza de ataque.

Para determinar la fuerza de ataque transmitida a la estructura es necesario la curva de comportamiento de la defensa que está incluida en el catálogo, dada está gráfica y con el porcentaje de energía disipada se podrá determinar el porcentaje de la fuerza transmitida a la estructura de ataque.

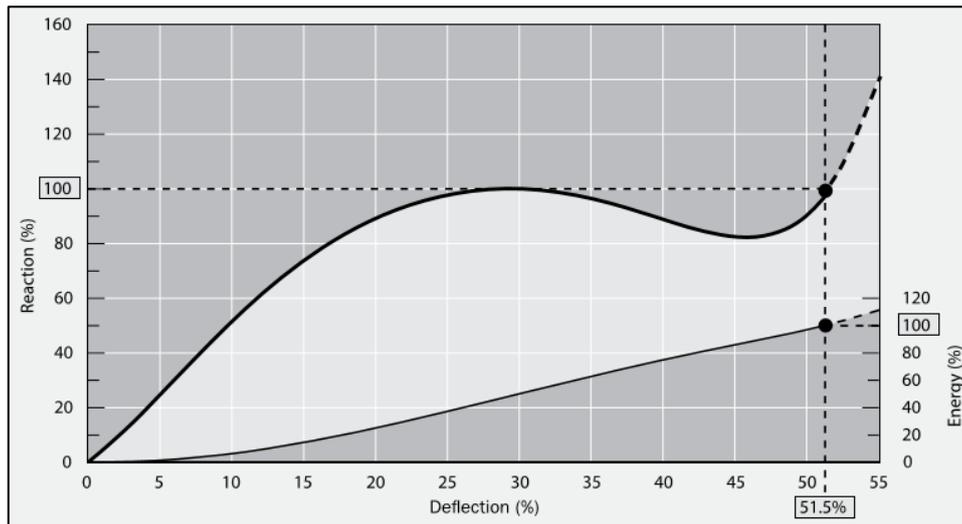


Figura A.5: Curva de comportamiento de la defensa

[Fuente: Fender Systems Catalogue, Trelleborg]

%Energía Disipada:	88.84%
%Reacción:	45%
Reacción de Defensa:	929.6 KN
Fuerza de ataque a la estructura:	418.32 N

2.9. Fuerza debido a la acción de corriente

Con velocidad de corriente de 0.5 m/s se obtienen la siguiente fuerza debido a la acción de corriente.

FD: 223.78 kg-f
 FR: 2.63 kg-f
FC: 37.74 kg-f

1. Viga Doble T Pretensadas

1.1 Predimensionamiento de Viga

En esta sección se busca realizar un pre-dimensionamiento de las vigas, Por lo tanto, se analizará las cargas sobre las vigas como si estas trabajaran de forma independiente así que la condición de máxima carga es cuando la viga soporta la mitad del peso del camión.

Carga Viva Distribuida	[psf]	300
	[Kg/m ²]	1465

q [Kg/m]	1831,25
q [Ton/m]	1,83

$$M_{max} = \frac{qL^2}{8} \quad (A1.8)$$

ML1: es el momento producido por la carga viva distribuida.

ML2: Es el momento producido por la carga viva vehicular.

Se realizará un análisis de línea de influencia sobre la viga en el centro del claro.

Para ello se necesitarán las cargas de los ejes de cada camión de diseño (H10)

Cargas Vivas		
Carga Viva Distribuida	[psf]	300
H-10		
Eje delantero	[Tonf]	1,81
Eje posterior	[Tonf]	7,26

$$M = \frac{P1 * x}{2} \quad 0 < x < \frac{L}{2} \quad (A1.9)$$

$$M = \frac{P1 * (L - x)}{2} \quad \frac{L}{2} < x < 4,27 \quad (A1.10)$$

$$M = \frac{[P1 * (L - x) + P2 * (x - 4,27)]}{2} \quad 4,27 < x < L \quad (A1.11)$$

$$M = \frac{P2 * (x - 4,27)}{2} \quad x > L \quad (A1.12)$$

Momentos Internos [Ton-m] en el centro de la Viga debido a la carga Vehicular.								
x [m]	L [m]							
	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
0,25	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
0,50	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226
0,75	0,339	0,339	0,339	0,339	0,339	0,339	0,339	0,339
1,00	0,453	0,453	0,453	0,453	0,453	0,453	0,453	0,453
1,25	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566
1,50	0,679	0,679	0,679	0,679	0,679	0,679	0,679	0,679
1,75	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792
2,00	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905
2,25	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018
2,50	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131
2,75	1,018	1,244	1,244	1,244	1,244	1,244	1,244	1,244
3,00	0,905	1,131	1,358	1,358	1,358	1,358	1,358	1,358
3,25	0,792	1,018	1,244	1,471	1,471	1,471	1,471	1,471
3,50	0,679	0,905	1,131	1,358	1,584	1,584	1,584	1,584
3,75	0,566	0,792	1,018	1,244	1,471	1,697	1,697	1,697
4,00	0,453	0,679	0,905	1,131	1,358	1,584	1,810	1,810
4,25	0,339	0,566	0,792	1,018	1,244	1,471	1,697	1,923
4,50	0,644	0,870	1,096	1,322	1,549	1,775	2,001	2,227
4,75	0,984	1,211	1,437	1,663	1,889	2,116	2,342	2,568
5,00	1,325	1,551	1,777	2,004	2,230	2,456	2,682	2,909
5,25	1,779	1,892	2,118	2,344	2,571	2,797	3,023	3,249
5,50	2,232	2,232	2,459	2,685	2,911	3,137	3,364	3,590
5,75	2,686	2,686	2,799	3,026	3,252	3,478	3,704	3,931
6,00	3,140	3,140	3,140	3,366	3,592	3,819	4,045	4,271
6,25	3,594	3,594	3,594	3,707	3,933	4,159	4,386	4,612
6,50	4,047	4,047	4,047	4,047	4,274	4,500	4,726	4,952
6,75	4,501	4,501	4,501	4,501	4,614	4,841	5,067	5,293
7,00	-	4,955	4,955	4,955	4,955	5,181	5,407	5,634
7,25	-	-	5,409	5,409	5,409	5,522	5,748	5,974
7,50	-	-	-	5,862	5,862	5,862	6,089	6,315
7,75	-	-	-	-	6,316	6,316	6,429	6,656
8,00	-	-	-	-	-	6,770	6,770	6,996
8,25	-	-	-	-	-	-	7,224	7,337
8,50	-	-	-	-	-	-	-	7,677

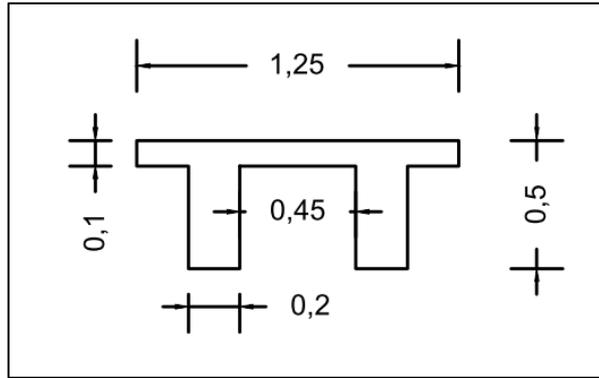


Figura A.6: Sección de viga Doble T

<i>Dimensiones</i>				
B	1,25	[m]	1250	[mm]
h	0,1	[m]	100	[mm]
t	0,2	[m]	200	[mm]
H	0,4	[m]	400	[mm]

<i>Propiedades Geométricas</i>				
A	0,285	[m ²]	285000	[mm ²]
x _o	0,625	[m]	625	[mm]
y _o	0,310	[m]	309,6	[mm]
I _x	0,0087	[m ⁴]	8,69E+09	[mm ⁴]
y ₁	0,190	[m]	190,4	[mm]
y ₂	0,310	[m]	309,6	[mm]
S ₁	0,046	[m ³]	4,57E+07	[mm ³]
S ₂	0,028	[m ³]	2,81E+07	[mm ³]

f'c [Mpa]	35
f'ci [Mpa]	21
R	0,83

fti [MPa]	2,84
fci [MPa]	-12,6
fts [MPa]	3,67
fcs [Mpa]	-21

Comportamiento supuesto	Clase	Límites de f_t
No fisurado	$U^{(1)}$	$f_t \leq 0.62\sqrt{f'_c}$
Transición entre fisurado y no fisurado	T	$0.62\sqrt{f'_c} < f_t \leq \sqrt{f'_c}$
Fisurado	C	$f_t > \sqrt{f'_c}$

Figura A.7: Clasificación de los elementos prefabricados

[Fuente: ACI-318]

Condición de carga	Límite del esfuerzo a compresión en el concreto
Preesfuerzo mas cargas permanentes en el tiempo	$0.45f'_c$
Preesfuerzo más todas las cargas	$0.60f'_c$

Figura A.8: Límite de esfuerzos

[Fuente: ACI-318]

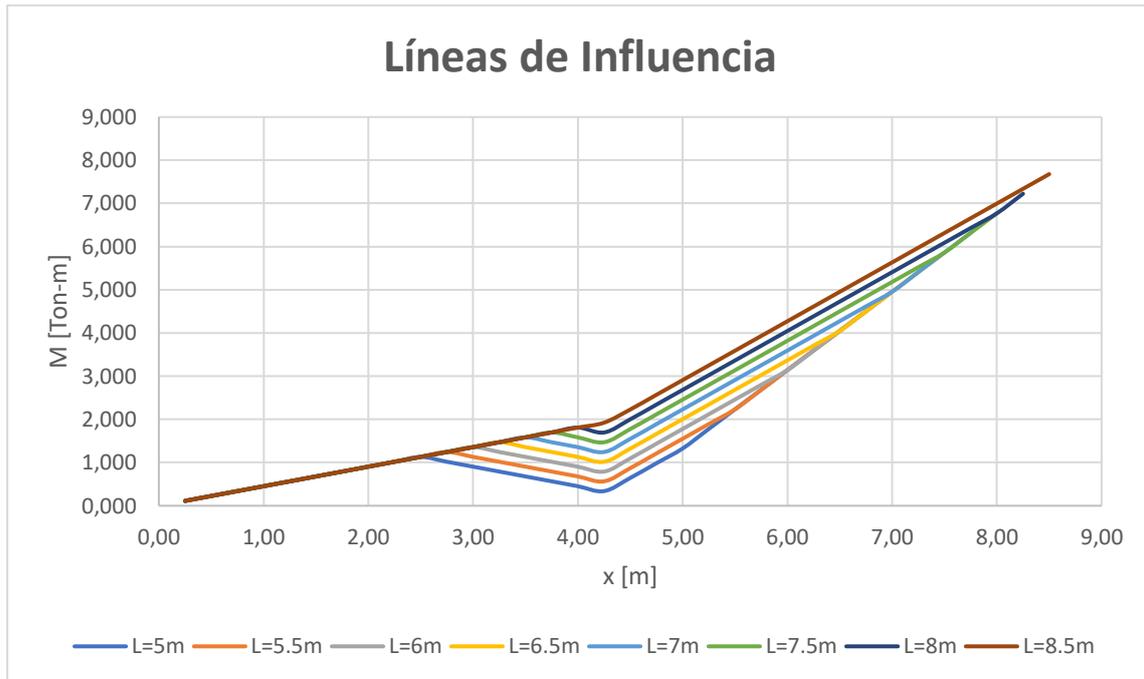


Figura A.9: Gráfica de Líneas de influencia para el diseño de vigas doble T

[Fuente: Propia]

L[m]	ML1 [Ton-m]	LL [Ton-m]	IM [Ton-m]	ML2 [Ton-m]	Md [Ton-m]	Mo [Ton-m]	Mt [Ton-m]	Mt [N-mm]
5,0	5,72	4,501	1,485	5,987	0,231	2,138	8,355	8,20E+07
5,5	6,92	4,955	1,635	6,590	0,280	2,586	9,791	9,60E+07
6,0	8,24	5,409	1,785	7,194	0,333	3,078	11,652	1,14E+08
6,5	9,67	5,862	1,935	7,797	0,391	3,612	13,674	1,34E+08
7,0	11,22	6,316	2,084	8,401	0,453	4,190	15,859	1,56E+08
7,5	12,88	6,770	2,234	9,004	0,520	4,809	18,206	1,79E+08
8,0	14,65	7,224	2,384	9,608	0,592	5,472	20,714	2,03E+08
8,5	16,54	7,677	2,534	10,211	0,668	6,177	23,384	2,29E+08

L[m]	Mo [N-mm]	Md [N-mm]	ML [N-mm]
5,0	2,10E+07	2,27E+06	5,87E+07
5,5	2,54E+07	2,74E+06	6,79E+07
6,0	3,02E+07	3,27E+06	8,08E+07
6,5	3,54E+07	3,83E+06	9,49E+07
7,0	4,11E+07	4,45E+06	1,10E+08
7,5	4,72E+07	5,10E+06	1,26E+08
8,0	5,37E+07	5,81E+06	1,44E+08
8,5	6,06E+07	6,56E+06	1,62E+08

L[m]	S1 [m3]	S2 [m3]	S1 [mm3]	S2 [mm3]
5,0	0,0035	0,0052	3,51E+06	5,23E+06
5,5	0,0041	0,0061	4,11E+06	6,13E+06
6,0	0,0049	0,0073	4,89E+06	7,30E+06
6,5	0,0057	0,0086	5,74E+06	8,57E+06
7,0	0,0067	0,0099	6,65E+06	9,93E+06
7,5	0,0076	0,0114	7,64E+06	1,14E+07
8,0	0,0087	0,0130	8,69E+06	1,30E+07
8,5	0,0098	0,0146	9,81E+06	1,46E+07

$$S_1 = \frac{M_0 + M_D + M_L}{Rf_{ti} - f_{cs}} \quad (A1.13)$$

$$S_2 = \frac{M_0 + M_D + M_L}{f_{ts} - Rf_{ci}} \quad (A1.14)$$

1.2 Diseño de Vigas de 7,5m

S1 [m3]	0,008	S1 [m3]	0,046	SI CUMPLE
S2 [m3]	0,011	S2 [m3]	0,028	SI CUMPLE

Diagrama de Magnel

$\frac{1}{P_i} \geq \frac{-1+e*\frac{y_1}{r^2}}{(f_{ti}+\frac{M_0}{S_1})*A_c} \quad (A1.15)$	$\frac{1}{P_i} \geq \frac{1+e*\frac{y_2}{r^2}}{(-f_{ci}+\frac{M_0}{S_2})*A_c} \quad (A1.16)$
$\frac{1}{P_i} \leq \frac{R(1+e*\frac{y_2}{r^2})}{(-f_{ts}+\frac{M_T}{S_2})*A_c} \quad (A1.17)$	$\frac{1}{P_i} \leq \frac{R(-1+e*\frac{y_1}{r^2})}{(f_{cs}+\frac{M_T}{S_1})*A_c} \quad (A1.18)$

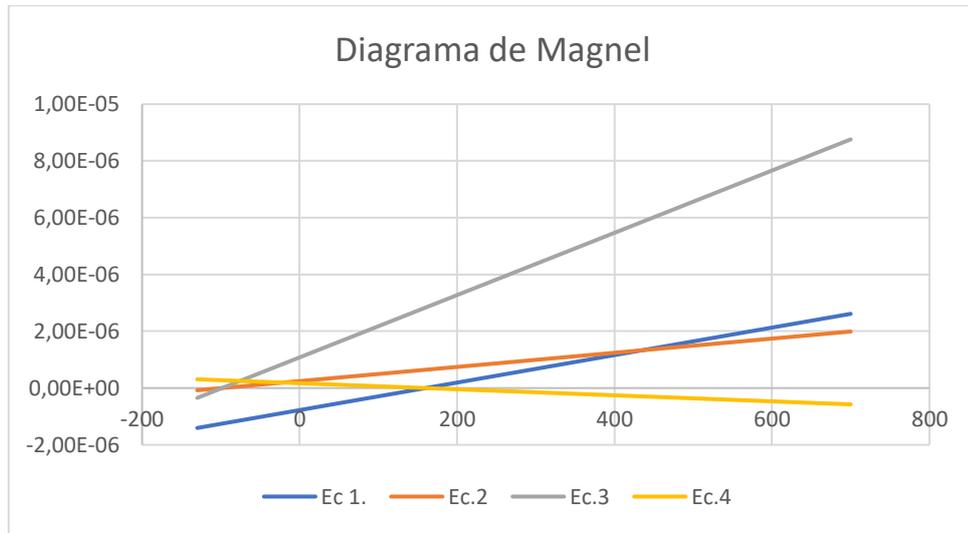


Figura A.10: Diagrama de Magnel

[Fuente: Propia]

Se aprecia que la ecuación 4. posee una pendiente negativa, esta es una situación típica de las vigas T, en las cuales el patín superior usualmente es lo suficientemente grande como para que las cargas sean soportadas sin que se exceda el valor de f_{cs} , sin usar la fuerza de prefuerzo. por lo tanto, se debe desestimar el uso de esta ecuación en el análisis. (Nielson, 1982)

Datos escogidos	
1/Pi [1/N]	1,10E-06
e [mm]	220
Pi [N]	909090,909
Pe [N]	754545,455

Pretensado Inicial			
f1 [Mpa]	-3,19	4,38	1,19
f2 [Mpa]	-3,19	-4,38	-7,57

$$f = -\frac{P_i}{Ac} \pm \frac{P_i e_0 y_1}{I_c} \quad (A1.19)$$

Pretensado Final			
f1 [Mpa]	-2,65	3,64	0,99
f2 [Mpa]	-2,65	-3,64	-6,28

$$f = -\frac{P_e}{Ac} \pm \frac{P_e e_0 y_1}{I_c} \quad (A1.20)$$

Esfuerzos en las fibras extremas		
Carga	f1 [Mpa]	f2 [Mpa]
Viva	-2,77	4,50
Muerta	-0,11	0,18
Peso Propio	-1,03	1,68

$$f_1 = \frac{M * y_1}{I_c} \quad f_2 = \frac{M * y_2}{I_c} \quad (A1.21)$$

Estado de transferencia			Cumple
f1 [Mpa]	0,16	$P_i + q_0$	SI
f2 [Mpa]	-5,89		SI
Estado de Servicio			Cumple
f1 [Mpa]	-2,92	$P_e + q_0 + q_D + q_L$	SI
f2 [Mpa]	0,08		SI
Estado de Servicio cargas mayoradas			Cumple
f1 [Mpa]	-4,81	$P_e + 1,2(q_0 + q_D) + 1,6 q_L$	SI
f2 [Mpa]	3,15		SI
Estado de transferencia			Cumple
f1 [Mpa]	1,19	P_i	SI
f2 [Mpa]	-7,57		SI
Estado de Servicio			Cumple
f1 [Mpa]	0,99	P_e	SI
f2 [Mpa]	-6,28		SI

2.3. Cálculo de Acero de Prefuerzo

fpu [Mpa]	1860
fpy [Mpa]	1674
fpi [Mpa]	1302

A [mm ²]	698,2
At [mm ²]	98,7
#torones	8
#torones	8
Asp [mm ²]	789,6

fpi [Mpa]	1151
fpe [Mpa]	956

Etapa	Ubicación	Esfuerzo máximo a tracción	
Durante el tensionamiento	En el extremo del gato	Menor de:	$0.94 f_{py}$
			$0.8 f_{pu}$
			Máxima fuerza en el gato recomendada por el fabricante de los anclajes
Inmediatamente después de transferencia	En los anclajes y conectores de postensado	$0.7 f_{pu}$	

Figura A.11: Esfuerzos máximos en el acero de prefuerzo

[Fuente: ACI-314]

2.4 Perdidas de Presfuerzo

2.4.1 Acortamiento Elástico del Hormigón

Eci [MPa]	27806
Ep [Mpa]	200000

n	7,19280217
---	------------

$$n = \frac{E_p}{E_c} \quad (A1.22)$$

Pi [N]	9,09E+05
e [mm]	220
Ix [mm ⁴]	8,69E+09
Ac [mm ²]	285000
r [mm]	174,62
Mo [N-mm]	4,72E+07

$$f_{cpi} = \frac{P_i}{A_c} * \left(1 + \frac{e^2}{r^2}\right) + \frac{M_o * e}{I_c} \quad (A1.23)$$

f _{cpi} [Mpa]	9,45E+00
f _{es} [Mpa]	6,80E+01

$$f_{Es} = n * f_{cpi} \quad (A1.24)$$

2.4.2 Retracción del Hormigón

H %	75,9
f _{sh} [Mpa]	38,8

$$f_{sH} = 117 - 1,03H \quad (A1.24)$$

2.4.3 Flujo Plástico

C _{cr}	2,35
M _d [Mpa]	5,10E+06
f _{cp} [Mpa]	8,38E+00
f _p [Mpa]	6,03E+01
f _{cr} [Mpa]	142

$$f_{CRc} = C_{cR} * f_p \quad (A1.25)$$

$$f_p = n * f_{cp} \quad (A1.26)$$

$$f_{cp} = \frac{P_i}{A_c} * \left(1 + \frac{e^2}{r^2}\right) + \frac{M_d * e}{I_c} \quad (A1.27)$$

2.4.4 Relajación del Acero de Prefuerzo

fcrs [Mpa]	19
------------	----

$$f_{CRS} = 35 - 0,1 * f_{ES} - 0,05 * (f_{CRc} + f_{SH}) \quad (A1.28)$$

Perdidas diferidas	199,7	[Mpa]	17,3%
fpe	951,6	[Mpa]	
Pe	751419	[N]	
R	0,827		
Perdidas diferidas	17,3%		

Las pérdidas son muy cercanas al valor estimado inicialmente.

2.5. Diseño a Cortante

dp [mm]	410,4
L [m]	7,5
qu [Ton/m]	3,84
qu [N/mm]	37,67
Vu [N]	125793
Mu [N-mm]	2,65E+08
fyt [Mpa]	420

$$\phi V_n = V_u \quad (A1.29)$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (A1.30)$$

$$V_u = q \left(\frac{L}{2} - x \right) \quad (A1.31)$$

El cortante último para vigas simplemente apoyadas. se debe calcularse a $dp/2$ del extremo.

V_c		
El menor de (a), (b) y (c):	$\left(0.05\lambda\sqrt{f'_c} + 4.8\frac{V_u d_p}{M_u} \right) b_w d \quad [1]$	(a)
	$(0.05\lambda\sqrt{f'_c} + 4.8) b_w d$	(b)
	$0.42\lambda\sqrt{f'_c} b_w d$	(c)

Figura A.12: Fórmula para la resistencia a cortante del concreto

[Fuente: ACI-314]

Pe [N]	754545,455
0,4Pu [N]	587462,4
Cumple	SI

$$P_e > 0,4P_u \quad (A1.32)$$

λ	1
(a) [N]	2,02E+05
(b) [N]	8,36E+05
(c) [N]	4,08E+05

$$V_c = 0,17 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_w * d \quad (A1.33)$$

Vc [N]	2,02E+05
ϕ	0,75
Vs [N]	-3,44E+04

vc [N]	1,65E+05
--------	----------

No es necesario el acero de refuerzo a cortante, por lo tanto, se evaluará a continuación si es necesario usar el acero mínimo.

Tipo de viga	$A_{v, \min} / s$			
No preesforzadas y preesforzadas con $A_{ps} f_{se} < 0,4(A_{ps} f_{pu} + A_s f_y)$	El mayor de:	$0,062 \sqrt{f'_c} \frac{b_w}{f_{yt}}$	(a)	
		$0,35 \frac{b_w}{f_{yt}}$	(b)	
Preesforzadas con $A_{ps} f_{se} \geq 0,4(A_{ps} f_{pu} + A_s f_y)$	El menor de:	El mayor de:	$0,062 \sqrt{f'_c} \frac{b_w}{f_{yt}}$	(c)
			$0,35 \frac{b_w}{f_{yt}}$	(d)
		$\frac{A_{ps} f_{pu}}{80 f_{yt} d} \sqrt{\frac{d}{b_w}}$	(e)	

Figura A.13: Acero mínimo requerido

[Fuente: ACI-314]

0,5*Vc [N]	1,01E+05
Vu/ ϕ [N]	1,68E+05
Requiere acero mínimo	

La condición de tipo de viga de la tabla 9.6.3.3 ya fue verificada con anterioridad

(c)	0,349
(d)	0,333
(e)	0,108

Asmin/s	0,108
φ est [mm]	8
s [mm]	931,8

0,75h [mm]	375
s [mm]	350

$$Av_{min} = \frac{A_p f_{pu} s}{80 f_y d_p} \sqrt{\frac{d_p}{b_w}} \rightarrow s < \frac{80 Av_{min} f_y d_p}{A_p f_{pu}} \sqrt{\frac{b_w}{d_p}} \quad (A1.34)$$

$$s < 0,75h \quad (A1.35)$$

$$s < 600 \text{ mm} \quad (A1.36)$$

2.6. Detallado de Refuerzo

φt [mm]	12,7
smin [mm]	45

Dirección X	
rec [mm]	50
φ est [mm]	8
#t/alma X	2
bw [mm]	200
Sep [mm]	71,3
CUMPLE	SI

Dirección Y	
γ2-e [mm]	89,6
	64,35
	25,3
	114,9
Sep [mm]	50,6
CUMPLE	SI

f'_c , MPa	Diámetro nominal del torón, mm	s mínimo
< 28	Todos	$4d_b$
≥ 28	< 12.7 mm	$4d_b$
	12.7 mm	45 mm
	15.2 mm	50 mm

Figura A.14: Espaciamento mínimo entre torones

[Fuente: ACI-314]

Zone	Cover over reinforcing steel	Cover over post-tensioning ducts
Atmospheric zone not subject to salt spray	2 in. (50 mm)	3 in. (75 mm)
Splash and atmospheric zone subject to salt spray	2.5 in. (65 mm)	3.5 in. (90 mm)
Submerged	2 in. (50 mm)	3 in. (75 mm)
Cover of stirrups	½ in. (13 mm) less than those listed above	

Figura A.15: Recubrimiento mínimo del acero

[Fuente: ACI-543]

Diseño geotécnico de Pilotes de Acero

3.1. Información geotécnica

Para realizar el análisis geotécnico es necesario conocer las propiedades geométricas y de material del pilote a utilizar, así mismo, tener un estudio geotécnico de la zona de implantación tales como las características de resistencia del suelo y ángulos de fricción. Del estudio geotécnico ya analizado en secciones anteriores se realizó una correlación de las propiedades donde finalmente se seleccionó un estrato de suelos conformado por arcilla de resistencia igual a 30 KPA y ángulo de fricción de 20°. Mientras que, en el estrato de roca, se determinó la presencia de limolita, roca sedimentaria de resistencia igual a 350 KPA y ángulo de fricción de 32°.

Tabla A.2. Información geotécnica y propiedades de los materiales.

[Fuente: propia]

Diámetro Pilote:	0,60	m	Diáme. Pilote A:	0,80	m
Espesor de pilote	0,03	m	Espesor de pilote	0,04	m
Su(roca):	350	KPa	Su(roca):	350	KPa
Su(suelo):	30	KPa	Su(suelo):	30	KPa
ϕ roca:	32	°	ϕ roca:	32	°
ϕ suelo:	20	°	ϕ suelo:	20	°
Lsuelo:	10	m	Lsuelo:	10	m
Yagua:	9,81	KN/m3	Yagua:	9,81	KN/m3
Yacero:	77,08	KN/m3	Yacero:	77,08	KN/m3
Longitud pila:	28	m	Longitud pila:	28	m

3.2. Capacidad por punta.

Determinar la capacidad de carga por punta (ec. 1) en un estrato de roca corresponde de un análisis de la resistencia de la roca que se obtiene de un estudio previo geotécnico, el área que corresponde a la sección transversal del pilote a hincar y un factor de capacidad (ec. 2) correspondiente al ángulo de fricción del estrato de roca.

- $Q_p = Su(\text{roca}) * (N\phi + 1) * A_p$ (A1.37)
- $N\phi = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$ (A1.38)

Pilote 60cm			Pilote 80cm		
Área pilote:	0,2827	m ²	A_p :	0,5027	m ²
$N\phi$:	3,25	unidim.	$N\phi$:	3,25	unidim.
Su(roca):	350,00	KPa	Su(roca):	350,00	KPa
Capacidad por Punta (Q_p):	421,03	KN	Capacidad por Punta (Q_p):	748,51	KN

3.3. Capacidad por fuste.

Desde el estudio geotécnico se puede presenciar la zona más crítica cuando el puente de acceso y las plataformas se encuentran a 100 metros aguas adentro de la costa, donde aproximadamente 10 metros están sumergidos por agua, seguido de 10 metros de suelo arcilloso limoso y finalmente la presencia del estrato de roca, por lo que la longitud más crítica es de 28 metros.

Recapitulado la sección 2.2. se puede concluir que más de 10 metros del pilote está siendo afectado por la resistencia al fuste debido al suelo arcilloso. Es por ello por lo que a través de la ecuación $Q_f = \sum p * \Delta L * f_s$ se determinará la capacidad del pilote por fuste. Sin embargo, el factor por fuste (f_s) corresponde a un valor de adherencia determinado a través de la relación entre la resistencia del estrato y el esfuerzo vertical producido por el pilote.

- $f_s = \alpha * S_u$ (Factor por fuste)
- ΔL ; Corresponde a la longitud del estrato.
- P ; perímetro de la sección transversal.

Siendo:

α : Factor de adhesión.

Con la relación entre la resistencia del estrato y esfuerzo vertical (Ψ) se determinará el factor de adhesión.

- S_u : Resistencia del estrato.
- $\Psi = \frac{S_u}{\sigma'_{v0}}$ (A1.39)

Tabla A.3. Factores dimensionales de adhesión.

[Fuente: (U.S. Department of transportation Federal Highway Administration, 2016)]

$\alpha = 0.5\Psi^{-0.5}$	Cuando	$\Psi \leq 1$
$\alpha = 0.5\Psi^{-0.25}$	Cuando	$\Psi > 1$

Pilote 60cm			Pilote 80cm		
σ'_v :	100,95	KN/m ²	σ'_v :	100,95	KN/m ²
Su(suelo):	30	KN/m ²	Su(suelo):	30	KN/m ²
Relación:	0,30	unidim.	Relación:	0,30	unidim.
α:	0,92	unidim.	α:	0,92	unidim.
Capacidad por fuste (Qf):	518,66	KN	Capacidad por fuste (Qf):	691,55	KN

3.4. Peso propio.

La presencia del material de acero A36 y el efecto del agua salada.

$$W_p = \pi * (R - r)^2 * L_{pila} * (\gamma_{acero} - \gamma_{agua}) \quad (A1.40)$$

Al ser un pilote de acero hueco hay que tener en consideración el peso debido al espesor, los datos geométricos y propiedades de los materiales se encuentran en la sección ____ por lo que reemplazando en la ecuación daría un resultado de

Pilote 60cm	85.06KN
Pilote 80cm	179.89N

3.5. Capacidad última por pilote.

Resultado de la suma entre las capacidades por punta y fuste y la resta debido al peso propio del elemento.

Pilote 60cm	854.64 KN
Pilote 80cm	1260.17KN

3.6. Capacidad admisible por pilote.

Relación entre la capacidad última del pilote y un factor de seguridad de 4, debido a la falta de estudios pertinentes en la zona de construcción.

Pilote 60cm	213.66KN
Pilote 80cm	315.04KN

3.7. Número de pilotes.

El cálculo del número de pilotes es obtenido a través de la ecuación de la resistencia del grupo de pilotes donde se expresa que la eficiencia del grupo es definida por la separación entre ellos (U.S. Department of transportation Federal Highway Administration, 2016) así como la relación entre la carga total a soportar por la estructura como la carga admisible de un solo pilote.

- $\#Pilotes = \frac{Q_g(\text{total})}{\xi * Q_{adm}(\text{pilote})} \quad (A1.41)$

Separación mínima:	1*D_pilote	Eficiencia min:	0.7
Separación máxima:	3.5*D.pilote	Eficiencia max:	1

Tabla A.4. Separación y eficiencia para pilotes de 60cm de diámetro.

Fuente: propia

S.mín:	0.6 m	ξ_{\min} :	0.7
S.máx:	2.1 m	ξ_{\max} :	1

S.mín:	0.8 m	ξ_{\min} :	0.7
S.máx:	2.4 m	ξ_{\max} :	1

Pilote 60cm			Pilote 80cm		
Qtotal:	1000	KN	Qtotal:	1400	KN
Qadm(pilote):	213,66	KN	Qadm(pilote):	315,04	KN
ξ :	0,94	adimensional	ξ :	0,85	adimensional
#pilotes:	4,98	unidades	#pilotes:	5,23	unidades
#pilotes:	5,00	unidades	#pilotes:	6,00	unidades

3.8. Capacidad de carga del grupo actuando como pilotes individuales.

Se designa un número de filas y columnas, para finalmente multiplicar la cantidad de estas a la capacidad ultima de un solo pilote previamente calculado.

Pilote 60cm			Pilote 80cm		
#pilas fila:	3,00	unidades	#pilas fila:	3,00	unidades
#pilas columna:	2,00	unidades	#pilas columna:	2,00	unidades
ΣQ_{ultimo}:	5127,81	KN	ΣQ_{ultimo}:	7561,008	KN

3.9. Capacidad de carga actuando como grupo de pilotes.

Al estar la separación entre pilotes dentro del rango mínimo y máximo el conjunto de todos esos pilotes actúa como grupo, siendo así el caso se determina las dimensiones que conformarían el grupo a través de las siguientes ecuaciones

- $L_g = (n_1 - 1) * (S_{\text{designado}}) + \emptyset_{\text{pilote}}$ (A1.43)
- $B_g = (n_2 - 1) * (S_{\text{designado}}) + \emptyset_{\text{pilote}}$ (A1.44)
- $\Sigma Q_{\text{ult}} = L_g * B_g * S_u(\text{punta}) * N_c + \Sigma 2 * (L_g + B_g) * S_u(\text{suelo}) * \Delta L_{\text{estrato}}$ (A1.45)

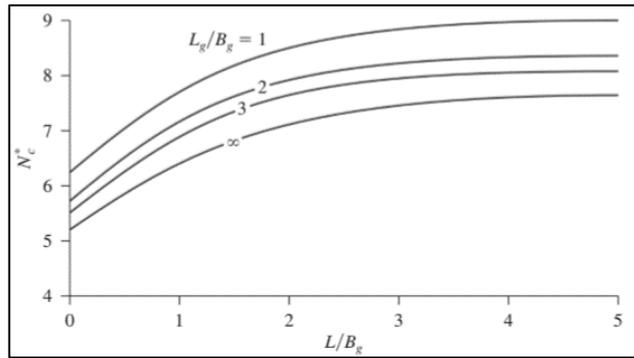


Figura A.16: Variación de N*c con Lg/Bg y L/Bg

[Fundamentos de ingeniería geotécnica]

Pilote 60cm			Pilote 80cm		
L:	5	m	L:	5	m
Lg:	4,2	m	Lg:	4,4	m
Bg:	2,4	m	Bg:	2,6	m
L/Bg:	3,00	adimens.	L/Bg:	2,00	adimens.
Lg/Bg:	2,00	adimens.	Lg/Bg:	2,00	adimens.
N*c:	7,7	adimens.	N*c:	8	adimens.
Σ Qultimo:	31125,60	KN	Σ Qultimo:	36232,00	KN

4. Diseño de pantalla de atraque (Dolphin de Atraque/Amarre)

Las pantallas de atraque son elementos estructurales que conforman parte de la plataforma de atraque, estas pantallas trabajan en conjunto al sistema de defensa distribuyendo la fuerza de impacto a todo el sistema estructural.

Existen diferentes tipos de pantallas, pero principalmente suelen ser diseñadas como pantallas de muro de contención en voladizo o con contrafuertes.

La selección del tipo de pantalla y dimensiones deben estar contempladas para la variación de nivel del mar, a través del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) e informes publicados se determinó un promedio de variación de mareas mostrado en la siguiente tabla.

Tabla A.5. Variación promedio de mareas

Fuente: INOCAR, Armada del Ecuador

Marea Alta:	Hasta 1,8 metros sobre el nivel medio de mar.
Marea Baja:	Hasta 1.2 metros bajo el nivel medio de mar

A la vez se ha decidido dejar una altura libre de 5 metros sobre el nivel medio del mar determinando así las siguientes dimensiones.

4.1. Dimensiones

Las dimensiones de la pantalla de atraque son determinadas como el predimensionamiento de un muro de contención, este tipo de predimensionamiento son recomendados cuando se encuentra bajo la acción del suelo. La pantalla de atraque, al estar en mar abierto no opera bajo estas recomendaciones.

Las pantallas de hormigón armado suelen ser de sección rectangular, o en "T", con espesores que generalmente oscilan entre 0.60 y 1.20 m. (Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre, 2012)

Tabla A.6. Dimensiones de la pantalla de atraque con contrafuertes

Fuente: ROM 2.0-11; Propia

Altura Total (H):	6.5 m
Espesor Pantalla (EP):	0.6 m
Altura Pantalla (Hp):	5.9 m
Base Talón (BT):	0.9 m
Espesor Talón (Ht):	0.6 m
Espesor Contrafuerte (EC):	0.3 m
Separación Contrafuerte (Sc):	2.4 m

4.2. Análisis estructural de la pantalla

Conocidas las dimensiones se modela la estructura en SAP2000 V20.0.2, para posteriormente la fuerza de atraque calculada en la sección 2.3.1.3 del presente proyecto sea ingresada en el área más desfavorable.

Esta área de impacto corresponde a la dimensión del franco bordo del buque y el ancho de la defensa seleccionada, se muestran estas dimensiones en la tabla adjunta.

Franco Borde del buque: 1.50 m

Ancho de la Defensa: 1.60 m

Considerando los factores medioambientales se determina que la zona más desfavorable al ocurrir el evento de atraque es cuando el nivel de la marea se encuentra baja afectando directamente la parte inferior de la pantalla por ende generando un mayor momento interno en la pantalla de atraque de hormigón armado.

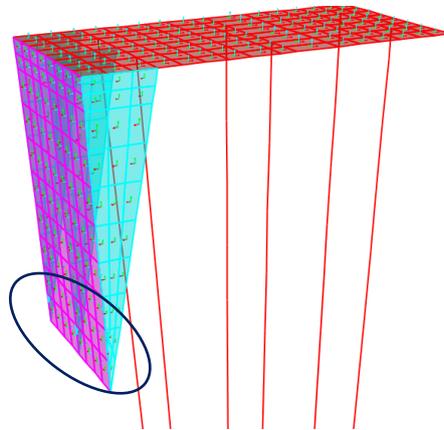


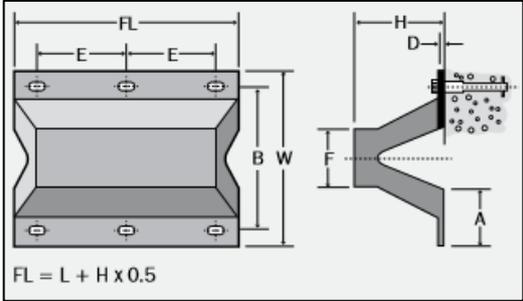
Figura A.17: Modelado de la pantalla de atraque en SAP2000

[Fuente: Propia]

La fuerza de atraque determinada previamente corresponde a una longitud de la defensa de 1000mm, se adjunta tabla informativa de la defensa y la fuerza de atraque transmitida.

Tabla A.7: Información del sistema de defensa, dimensiones y fuerza de ataque

[Fuente: Fender Systems Catalogue, Trelleborg]

Proveedor:	Trelleborg	
Tipo:	SAN/SANP 800 E 2.9	
Energía:	312.8 KN-m	
Reacción:	929.6 KN	
Dimensiones		
A:	565 mm	
B:	1340 mm	
W:	1600 mm	
F:	560 mm	
D:	50 mm	
P:	60 mm	
Q:	120 mm	
Peso:	1495 kg/m	
Anclajes:	M56	
%Energía Disipada:		88.84%
%Reacción a estructura:		45%
Reacción de Defensa:		929.6 KN
Fuerza de ataque a la estructura:		418.32 KN

Con las dimensiones del área de impacto y conociendo la fuerza de ataque se determina que la verdadera fuerza en el área de impacto es **392.18 KN/m²**

Esta fuerza distribuida es asignada en las áreas respectivas donde finalmente el programa es puesto en funcionamiento y se obtienen los siguientes resultados.

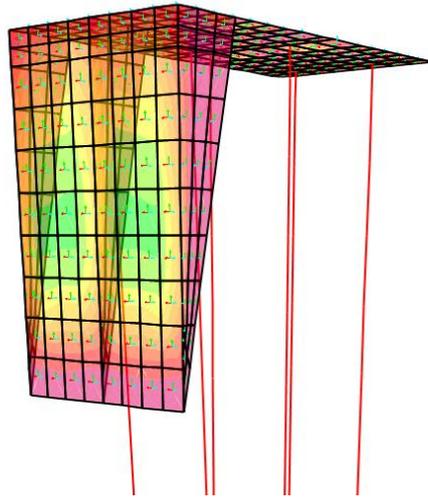


Figura A.18: Resultados de la pantalla y contrafuerte de la estructura de atraque

[Fuente: SAP 2000 V2.0.2; Propia]

Tabla A.8: Resultados de Momentos y Cortante de la pantalla de atraque

[Fuente: SAP2000 V2.0.2; Propia]

Momento Máximo de la Pantalla	
Mu_Pantalla:	504 KN-m
Momento y Cortante Máximo del Contrafuerte	
Mu_contrafuerte:	22 KN-m
Vu_Contrafuerte:	14 KN

4.3. Acero de Refuerzo

El cálculo de acero de refuerzo corresponde a un análisis de momentos derivados del diseño estructural de un muro de contención con contrafuertes.

Pantalla: Refuerzo longitudinal

El diseño de la armadura longitudinal se considera como una losa continua apoyada en los contrafuertes

Requiere de un momento máximo previamente analizado, dimensiones de la pantalla de atraque y los datos de recubrimiento, se puede determinar el acero de refuerzo a través de un proceso iterativo de las siguientes ecuaciones.

- $M_u = \phi * b * d^2 * f'_c * \omega * (1 - 0.59 * \omega)$ (A1.46)

- $d = tp(\text{pantalla}) - \text{Recu.} - \left(\frac{\phi_{var}}{2}\right)$ (A1.47)

- $\rho = \omega * \frac{f'_c}{f_y}$ (A1.48)
- $A_{st} = \rho * b * d$ (A1.49)

Mu:	504 KN-m	ϕ seleccionada:	20 mm
ω :	0.071	Asvarilla:	3.15 cm ²
ρ :	0.0047	Separación varilla	13 cm
Ast:	25.65 cm ²		

Pantalla: Refuerzo transversal

Al ser una superficie continua y sin variaciones es recomendable utilizar la mínima cuantía establecida por la ACI 318-14S.

- ρ_{min} : 0.0020; $\phi_{var} \leq 5/8"$ (1.6cm) y f_y : 4200 kg/cm²
- ρ_{min} : 0.0025; otros casos

La ecuación para el refuerzo calculado es

$$A_s: \rho_{min} * b * d$$

$\phi_{varilla}$:	16 mm
ρ_{min} :	0.0020
Asrefuerzo:	10.84 cm ²
Asvarilla:	2.01 cm ²
Separación:	19 cm

Contrafuertes: Refuerzo a flexión

El momento de la pantalla producido por la fuerza de atraque es distribuida y transferida a la sección de los contrafuertes ya que actúan como apoyo para la pantalla, por lo que, la ecuación referente necesita la información geométrica del contrafuerte, así como el momento máximo producido, si el acero calculado es menor que el mínimo tomar el valor mínimo de acero.

$$A_s = \frac{M_{contrafuerte}}{\phi * f_y * \left(d - \frac{t_p}{2}\right) * \cos(\theta)} \quad (A1.50)$$

Siendo:

- d; la longitud del talón de la pantalla de atraque considerando la varilla y recubrimiento.
- t_p ; espesor de la pantalla de atraque.

- θ ; ángulo de inclinación del contrafuerte.
- f_y ; resistencia del acero. (4200 kg/cm²)

d:	142.90 cm
tp:	60 cm
θ :	8 °
f_y :	4200 kg/cm ²
ϕ :	0.9
Recubrimiento:	5 cm
As:	0.521 cm ²

Corroboramos el acero mínimo

ρ_{min} :	0,002	adimen
As _{min} :	28,58	cm ² /m
$\phi_{varilla}$:	1,6	cm
As _{Varilla} :	2,01	cm ² /m
Separación:	8,00	cm

Contrafuerte: Refuerzo horizontal (Cortante)

El contrafuerte trabaja como un apoyo, se genera una fuerza cortante debido al momento máximo producido en el contrafuerte.

Determinar su refuerzo consta de una relación entre el cortante producido por el momento del contrafuerte como por el cortante producido por la fuerza de ataque.

- $T_u = \frac{M_{contrafuerte}}{\cos(\theta) * \left(d - \left(\frac{tp}{2}\right)\right)}$ (A1.51)
- $V_u \text{ contrafuerte} = 1,7 * V_{contrafuerte}$ (A1.51)
- $V_{concreto} (V_c) = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$ (A1.52)
- $V_u = V_{contrafuerte} - (T_u * \text{sen}(\theta))$ (A1.52)
- $\text{Separación} = \frac{\phi_{varilla} * d * f_y}{V_u}$ (A1.53)

Mucontrafuerte:	22 KN-m
d:	142.90 cm
tp:	60 cm
θ:	8 °
Tu:	1.94 KN
Vcontrafuerte:	14 KN
Vucontrafuerte:	23.8 KN
Vu:	23.53 KN
φvarilla:	12 mm
Separación:	30 cm

Contrafuerte: Refuerzo Vertical (Tracción)

Acero de refuerzo al cortante producido por la masa propia del contrafuerte.

- $Tu = Wu * L$; Peso propio y la longitud de separación entre contrafuertes
- $As = \frac{Tu}{\phi * fy}$

Peso propio (Wu):	6264 kg
Separación contrafuertes (L):	400 cm
As:	6.61 cm ²
φvarilla:	12 mm
Separación entre varillas:	18 m

5. Diseño de losa maciza (Amarre/Atraque)

5.1. Espesores de losa macizas para las plataformas

Generalmente las losas son diseñadas como vigas sometidas a flexión, siempre y cuando la longitud del vano es mayor que 4 veces el peralte designado de la losa (ACI 318-14S, 2014). Si no es el caso, el elemento tendrá un comportamiento de muro sometido a momentos internos.

Así mismo se debe verificar si la losa requiere o no un refuerzo por punzonamiento, el punzonamiento es un esfuerzo cortante debido al peso propio de la losa en la sección crítica del apoyo (Pilote)

Además, la normativa española ROM 2.0 -11 sugiere que los espesores para las plataformas de atraque y amarre sean iguales o mayores a las dimensiones transversales del apoyo (Pilote). Esto para evitar el refuerzo de punzonamiento.

Definido previamente estas recomendaciones se selecciona los siguientes espesores para las plataformas o dolphins.

- Dolphin de Atraque; Espesor: 70 cm.
- Dolphin de Amarre; Espesor: 70 cm.

5.2. Secciones críticas

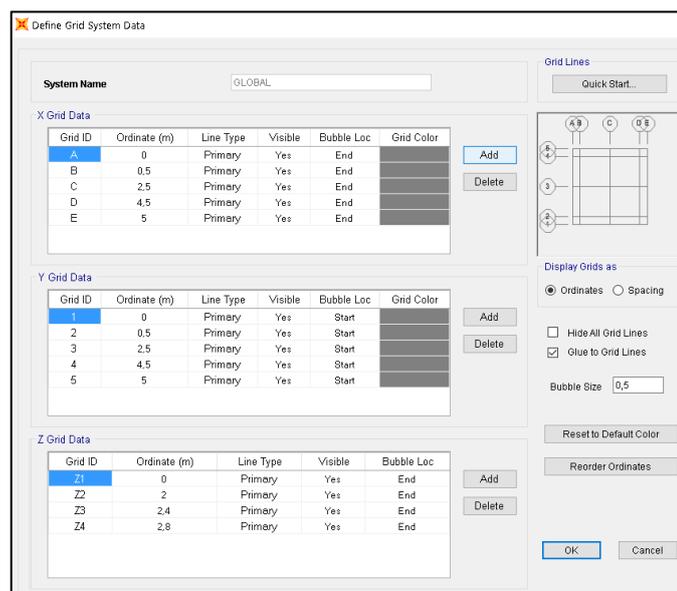
La sección crítica corresponde al área del apoyo más una cierta expansión donde no existe un efecto de punzonamiento. La ACI 318-14S destina una expansión $d/2$ del diámetro o dimensión más larga del apoyo.

Tipo de Pilote	Área del Pilote	Sección Crítica
Pilote 60cm	0.283 m ²	0.636 m ²
Pilote 80cm	0.503 m ²	1.131 m ²

5.3. Análisis estructural de losa.

Desarrollando un modelado de la estructura con el uso de SAP2000 V2.0.2 o ETBAS 2016 se determina los momentos y fuerzas internas del elemento.

a. Definimos la Grid.



b. Materiales y elementos que conforman la estructura.

Se procede a definir las propiedades de los materiales del concreto 280 kg/cm² para la losa y Acero A36 para los pilotes.

MATERIALES

Concreto (280 kg/cm²)

Acero (4200 kg/cm²)

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: CON_280

Material Type: Concrete

Material Grade: fc 4000 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 23,5631

Mass per Unit Volume: 2,4028

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 22973530,

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9,900E-06

Shear Modulus, G: 9572304,

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, fc: 27458,621

Expected Concrete Compressive Strength: 27579,032

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: REF_4200

Material Type: Steel

Material Grade: Grade 36

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 76,9729

Mass per Unit Volume: 7,849

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2,059E+09

Poisson, U: 0,3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 7,921E+08

Other Properties For Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 411879,3

Minimum Tensile Stress, Fu: 399896,

Expected Yield Stress, Fye: 372316,9

Expected Tensile Stress, Fue: 439885,6

Así mismo, se definen las dimensiones y espesores de los pilotes; y espesor de la losa.

SECCIONES

Pilotes (60cm)

Muro (70cm espesor)

Pipe Section

Section Name: PILOTE_60CM

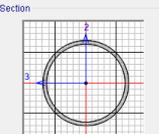
Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions

Outside diameter (D): 0,6

Wall thickness (tw): 0,025

Section



Material

ACERO

Property Modifiers

Section Properties...

Time Dependent Properties...

OK Cancel

Shell Section Data

Section Name: MuroLosa_80cm

Section Notes: Modify/Show...

Type

Shell - Thin

Shell - Thick

Plate - Thin

Plate Thick

Membrane

Shell - Layered/Nonlinear

Thickness

Membrane: 0,8

Bending: 0,8

Material

Material Name: CON_280

Material Angle: 0,

Time Dependent Properties

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties

Thermal Properties...

OK Cancel

c. Se modelan los elementos

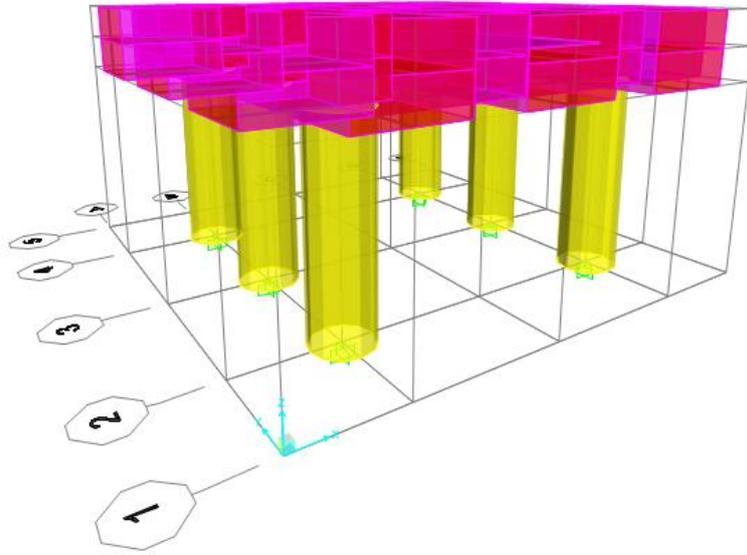


Figura A.19: Modelado de Dolphin

[Fuente: Propia]

d. Mesh de muros.

SAP2000 presenta soluciones a través del proceso de elementos finitos, haciendo los cálculos más certeros, se asignan las cargas en una membrana distribuida en el sector de la losa maciza.

La carga distribuida corresponde a 1400 KN/m^2

5.4. Resultados de los momentos y fuerzas internas máximas.

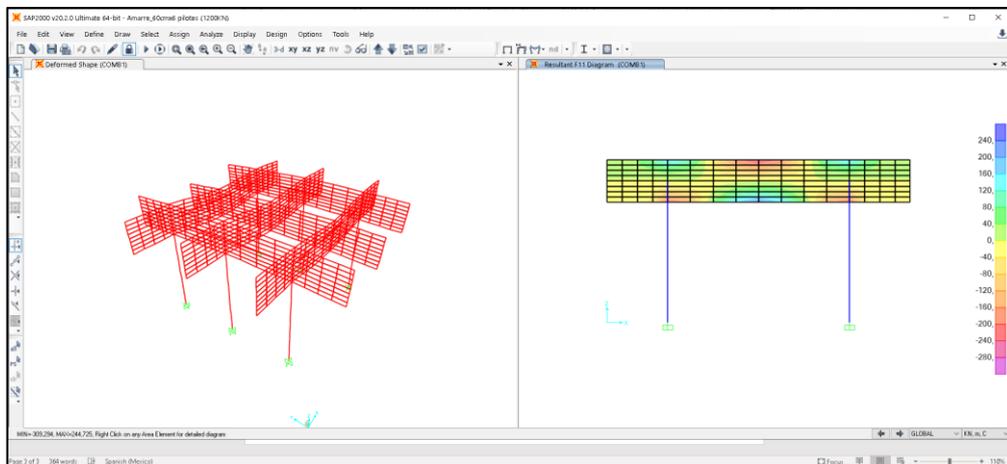


Figura A.20: Momentos en los Dolphins

[Fuente: Propia]

Momentos máximos para el cálculo de refuerzo

Mux: 190.81 KN-m

Muy: 176.64 KN-m

El efecto de las cargas produce un efecto de fuerzas internas actuantes, donde en conjunto con el espesor de la losa se puede determinar el momento interno actuante siendo este el necesario para determinar el armado requerido de la losa en ambas direcciones.

5.5. Refuerzo de la losa maciza (Dolphin de Amarre)

El acero de refuerzo para la losa se determina en base a un proceso iterativo entre las siguientes dos ecuaciones.

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (A1.55)$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \quad (A1.56)$$

Donde:

- Mu; es el momento interno actuante.
- d; peralte de la losa maciza considerando el diámetro de una varilla supuesta y el recubrimiento.
- b; Ancho del elemento a analizar (Por facilidad de cálculo se asigna 1 metro)
- a; Valor correspondiente el bloque de compresión, valor inicial a d/5

f'c:	280	kg/cm2
fy:	4200	kg/cm2
Espesor losa:	70	cm
Recubrimiento:	5	cm
b:	100	cm
Mux:	190.81	KN-m
φsupuesta:	1,6	cm
d_supuesta:	64,30	cm

Inicio de la iteración y se determina el acero requerido

a_inicial:	12,84	cm
As1:	12,60	cm2
a_2:	2,22	cm
As2:	11,54	cm2
a3:	2,04	cm
As3:	11,53	cm2
a4:	2,03	cm
As4:	11,53	cm2
a5:	2,03	cm
As5:	11,53	cm2
a5:	2,03	cm
As5:	11,53	cm2

Se selecciona la varilla de 16 mm y se determina que la separación entre varillas en dirección X.

$$\text{Separación} = \text{Avarillaescogida} * \frac{100}{\text{As}} \quad (A1.57)$$

φseleccioando:	1,6	cm
Areaφseleccio:	2,01	cm2
Separación:	18,00	cm

Nota: Por uniformidad el acero de refuerzo en la dirección Y será la misma, debido a que el momento es menor y las dimensiones del elemento es igual.

5.6. Verificación por Punzonamiento.

Se conoce al punzonamiento como el esfuerzo tangencial provocado por las cargas localizadas en una superficie más pequeña, este esfuerzo efectúa un puntal sobre un plano apoyado. Generalmente ocurre en pilares o cimentaciones superficiales. (ACI 318-14S, 2014)

La normativa indica que:

$$V_u < \phi V_c \quad (A1.58)$$

Siendo estos los valores cortantes producido por los elementos de apoyo y la losa de hormigón armado al cumplirse esta inecuación no es necesario un refuerzo por punzonamiento.

Se procede con los datos informativos para el cálculo.

Diámetro Pilas:	80	cm	60	cm
f'c:	280	Kg/cm ²	280	Kg/cm ²
fy:	4200	Kg/cm ²	4200	Kg/cm ²
Espesor Losa (d):	70	cm	70	cm
Yv:	0,40	adimen	0,40	adimen
Peso (Wu):	3500	Kg/m ²	3500	Kg/m ²

La normativa específica en el artículo 22.6.4.1.2 que para columnas o pilotes circulares se debe determinar una dimensión equivalente y los parámetros siguientes.

- $Ce_{equivalente} = \text{Diámetro} * \sqrt{\frac{\pi}{4}}$
- $bo = 4 * (Ce_{equivalente} + \text{Espesor losa})$
- $\text{Área Crítica} = bo * \text{Espesor losa}$

	Pilote 80cm		Pilote 60cm	
Cequival:	71	cm	53.11	cm
bo:	563.52	cm	494.40	cm
Ac:	39434.57	cm ²	34456.96	cm ²
c:	70.43	cm	61.54	cm
J/c:	181440.19	cm ³	165541.79	cm ³

Se realiza el análisis respectivo dependiendo si la columna es interior, exterior o esquinera ya que el valor adimensional de α_m varía respecto al elemento. (Art. 22.6.5.3 ACI 318-14S)

Siendo los cortantes y momentos calculados y determinado gracias a SAP2000.

Columna Exterior

	Pilote 80cm			Pilote 60cm		
Vu_SAP:	127.01	Kg-f		Vu_SAP:	81.24	Kg-f
Mu_SAP:	2243.80	Kgf-m		Mu_SAP:	1876.58	Kgf-m
λ :	1	adimen		λ :	1	adimen
β :	1	adimen		β :	1	adimen
α_m :	40	adimen		α_m :	40	adimen

Siendo:

- λ ; un coeficiente adimensional que depende del tipo de concreto, hormigón de 280, es reconocido como un concreto normal.
- β ; Valor adimensional respecto a la sección de la columna.

Finalmente se calculan los cortantes con las siguientes ecuaciones.

- $$V_u = \frac{(V_{uSAP} - (W_u)) * (C_{equiv} + \text{EspesorLosa})^2}{b_o * \text{EspesorLosa}} + \left(\gamma_V * \frac{M_{uSAP}}{c} \right) \quad (A1.59)$$
- $$\phi V_c = 0.75 * \text{Min} \left[4 * \lambda \sqrt{f'_c}; \left(2 + \left(\frac{4}{\beta} \right) \right) * \lambda \sqrt{f'_c}; \left(\left(\frac{\alpha_m * \text{EspesorLosa}}{b_o} \right) + 2 \right) * \lambda \sqrt{f'_c} \right] \quad (A1.60)$$

Pilote 80cm		Pilote 60cm	
Vu:	3220.05 Kgf/m ²	Vu:	1820.95 Kgf/m ²
φVc:	133400.18 Kgf/m ²	φVc:	133400.18 Kgf/m ²

Cumple la condición por lo cual no es necesario un refuerzo por punzonamiento.

6. Diseño de Conexiones

6.1. Conexión Pilote – Viga Cabezal

Un elemento importante en el proceso constructivo del muelle es la conexión entre la subestructura y la superestructura, generalmente en muelles construidos de hormigón armado suele presentarse conexiones de juntas entre elementos, por otro lado, las conexiones de estructuras mixtas requieren del diseño de estos conectores conformados por láminas de acero soldadas y varillas de anclaje.

6.1.1. Datos necesarios

Para el diseño de estos elementos es requerido la normativa AISC 360 – 1 para el diseño de placas base y varillas de anclaje. Se selecciona el pilote más desfavorable y afectado del puente de acceso, a través de un análisis en SAP2000 del pórtico se obtienen los siguientes datos.

Mr:	488	KN-m
Pr:	676	KN
Diametro:	0,6	m
fy:	4200	Kg/cm ²
f'c:	280	kg/cm ²
A1:	1	m ²
A2:	6	m ²

Las áreas 1 y 2 representan las secciones de cobertura de la posible placa base y de la losa efectuando su presencia en el pilote, respectivamente.

6.1.2. Cálculo de área mínima.

Para el área mínima de la placa base de un elemento soporte circular hueco es necesario una placa cuadrada donde las dimensiones mínimas corresponden al 80% del diámetro del pilote. Siendo así;

Nmin:	48	cm
Bmin:	48	cm

Se decide utilizar una placa rectangular de dimensiones 76 cm x 60 cm.

6.1.3. Verificar dimensiones.

Es necesario corroborar que las dimensiones de la placa base sean adecuadas, para ello se necesita determinar la excentricidad de la carga axial debido al momento, seguido de una excentricidad crítica para luego realizar una comparación entre ellos y determinar si la placa a diseñar será para momentos grandes. (Fisher & Kloiber, 2006)

- $e = \frac{Pr}{Mr}$ Ecuación de excentricidad.
- $fp_{max} = \phi_c * (0.85 * f'c) * \sqrt{\frac{A2}{A1}}$ Esfuerzo máximo del concreto en función a la resistencia de compresión
- $q_{MAX} = fp_{max} * B_{seleccionado}$ Carga máxima debido al esfuerzo
- $e_{CRITICA} = \frac{N_{seleccionado}}{2} - \left(\frac{Pr}{2 * q_{max}} \right)$ Excentricidad crítica

e:	72.12	cm
fpmax:	378.95	kgf/cm ²
qmax:	23099.28	Kgf/cm
ecritico:	36.60	cm

Se cumplen las dimensiones cuando

$$2 * Pr * \frac{e+f}{q_{max}} < \left(f + \left(\frac{N_{seleccionado}}{2} \right) \right)^2 \quad (A1.61)$$

Siendo:

f; El valor de la distancia respecto desde el borde de barra de anclaje con las dimensiones seleccionadas.

$$f = \left(\frac{N_{seleccionado}}{2} \right) - \text{Distancia borde de barra de anclaje.}$$

e>crit:	Momento grande	
Distancia borde de barra de anclaje	8	cm
f:	30.5	cm
Cumplen sus dimensiones.		

6.1.4. Cálculo de espesor de la placa

El espesor de la placa es directamente proporcional a la tensión producida por las anclas y su longitud de soporte.

Y>m:

$$t_{p(\text{req})} = 1.5 * m * \sqrt{\frac{f_{p\text{max}}}{f_y}} \quad (A1.62)$$

Y<m:

$$t_{p(\text{req})} = 2.11 * \sqrt{\frac{f_{p\text{max}} * Y * \left(m - \frac{Y}{2}\right)}{f_y}} \quad (A1.63)$$

Siendo:

- Y; Longitud de soporte de las anclas.

$$Y = f + \left(\frac{N_{\text{selecc}}}{2}\right) - \sqrt{f + 0.5 * N_{\text{seleccion}}^2 - \left(2 * Pr * \frac{e + f}{q_{\text{max}}}\right)} \quad (A1.64)$$

- m: factores de requerimientos para los espesores de la placa.

$$m = \frac{N_{\text{seleccionada}} - 0.95 * d}{2}$$

Y:	4.62 cm
m:	9.60 cm
Y<m	
Espesor requerido:	3.68 cm
Espesor seleccionado:	4.00 cm

6.1.5. Tamaño de varilla de anclaje e inserción

La inserción de la varilla y su tamaño tiene que ver con la capacidad del ancla capaz de resistir su tensión, una vez determinado esta resistencia el diseñador selecciona la cantidad de anclajes a utilizar por cara.

- $T_u = q_{max} * Y - Pr$ Tensión de las barras de anclaje.

Por el espaciamiento y dimensiones de la placa se decide colocar 3 unidades de anclajes por cara.

Tu:	83	kins
#Anclajes a utilizar por cara:	3	unidad
Fuerza por barra:	28	Kips

Seleccionamos de tabla 3.1		
Grado de Acero:	36	
Diámetro de Varilla:	1	in
Área de Varilla:	0,785	in ²
Separación:	10,00	in
Diámetro del agujero varilla:	1 4/5	in

Rod Diameter, in.	Rod Area, A_r , in ²	LRFD $\phi R_n, \phi = 0.75$			ASD $R_n / \Omega, \Omega = 2.00$		
		Grade 36, kips	Grade 55, kips	Grade 105, kips	Grade 36, kips	Grade 55, kips	Grade 105, kips
5/8	0.307	10.0	12.9	21.6	6.7	8.6	14.4
3/4	0.442	14.4	18.6	31.1	9.6	12.4	20.7
7/8	0.601	19.6	25.4	42.3	13.1	16.9	28.2
1	0.785	25.6	33.1	55.2	17.1	22.1	36.8
1 1/8	0.994	32.4	41.9	69.9	21.6	28.0	46.6
1 1/4	1.23	40.0	51.8	86.3	26.7	34.5	57.5
1 1/2	1.77	57.7	74.6	124	38.4	49.7	82.8
1 3/4	2.41	78.5	102	169	52.3	67.6	113
2	3.14	103	133	221	68.3	88.4	147
2 1/4	3.98	130	168	280	86.5	112	186
2 1/2	4.91	160	207	345	107	138	230
2 3/4	5.94	194	251	418	129	167	278
3	7.07	231	298	497	154	199	331
3 1/4	8.30	271	350	583	180	233	389
3 1/2	9.62	314	406	677	209	271	451
3 3/4	11.0	360	466	777	240	311	518
4	12.6	410	530	884	273	353	589

Figura A.21: Selección de varillas de anclaje debido a su fuerza de tensión

[Fuente: Tabla 3.1 AISC 360 – 01]

TABLE C-J9.1 Anchor Rod Hole Diameters, in.	
Anchor Rod Diameter	Anchor Rod Hole Diameter
1/2	1 1/16
5/8	1 3/16
3/4	1 5/16
7/8	1 9/16
1	1 13/16
1 1/4	2 1/16
1 1/2	2 5/16
1 3/4	2 3/4
≥ 2	d _s + 1/4

Figura A.22: Diámetro de agujero para la varilla de anclaje

[Fuente: AISC 360 – 01]

6.1.6. Verificación por cortante en barras de anclaje

Con las dimensiones de la placa, diámetro del anclaje y propiedades de los materiales se debe verificar si las varillas de anclaje cumplen y resisten el efecto cortante, es necesario determinar una longitud de anclaje que se recomienda como mínimo 30 cm. Existe un factor n_r , que corresponde a la cantidad de anclas por cara, cuando se usan 4 anclas el factor de n_r es mayor o igual a 2.

fy:	4200	Kg/cm ²
f'c:	280	Kg/cm ²
N:	76	cm
B:	60	cm
Espesor Placa:	4	cm
Diámetro Anclaje:	1	in
Longitud de anclaje:	25	cm

Para que nuestros anclajes cumplan por cortante se debe cumplir la siguiente condición

$$\phi_p * N_{cbg} > T_u \quad (A1.65)$$

Donde:

- $\phi_p * N_{cbg} = \phi * \Psi_3 * 24 * \sqrt{f'c} * he f^{1.5} * \frac{A_N}{A_{NO}}$ cuando
longitud de empotramiento de anclaje < 28 cm
- $\phi_p * N_{cbg} = \phi * \Psi_3 * 16 * \sqrt{f'c} * he f^{\frac{5}{3}} * \frac{A_N}{A_{NO}}$ cuando
longitud de empotramiento de anclaje ≥ 28 cm

Siendo los factores siguientes:

- ϕ_p ; Factor que suele ser 0.70
- Ψ_3 ; 1.25 considerando un concreto que es no fisurable ante cargas de servicio.
- h_{ef} ; profundidad de empotramiento o longitud
- A_N ; área de cono de ruptura de concreto.
- A_{Nco} ; área de cono de ruptura de concreto para el anclaje simple

Anc:	315	in2
Anco:	441	in2

$\phi_p \cdot N_{cbg}$:	948,68	Kips
Tu:	334	kips

$\phi_p \cdot N_{cbg} > Tu$	Cumple
-----------------------------	--------

6.2. Conexión Pilote – Losa Maciza

El diseño de esta conexión tiene similitud con la conexión pilote – viga cabezal, sin embargo, considerando la presencia de atraques de buques de hasta 2300 TON los elementos como la placa de acero requerirán de mayores dimensiones, así como espesores, a la vez las barras de anclaje deberán ser de mayor longitud al estar presentes en un macizo de gran dimensión.

Mr:	2969,01	KN-m
Pr:	327,83	KN
Diámetro:	0,8	m
f_y :	4200	Kg/cm ²
f'_c :	280	kg/cm ²
A1:	1,2	m ²
A2:	4,8	m ²

6.2.1. Dimensiones mínimas

Nmin:	64	cm
Bmin:	64	cm

6.2.2. Dimensiones seleccionadas

Nselecc:	97	cm
Bselecc:	89	cm

6.2.3. Verificar Dimensiones

e:	904.80	cm
f _{pmax} :	309.35	Kgf/cm ²
q _{max} :	27504.84	Kgf/cm
e _{crit} :	47.65	cm

e > e _{crit} :	Momento grande	
Distancia borde de barra de anclaje	6.5	cm
f:	42	cm
Cumplen Dimensiones		

6.2.4. Cálculo de espesor de placa.

Y:	13.85 cm
m:	10.26 cm
Y < m	
Espesor requerido:	4.17 cm
Espesor seleccionado:	5.00 cm

6.2.5. Varilla de anclaje

Tu:	765	kips
#Anclajes a utilizar por cara:	6	unidad
Fuerza por barra:	194	Kips

Seleccionamos de tabla 3.1		
Grado de Acero:	36	
Diámetro de Varilla:	2 3/4	in
Área de Varilla:	5,94	in ²
Separación:	6,33	in
Diámetro del agujero varilla:	4	in

6.2.6. Verificación por cortante en barras de anclaje.

fy:	4200	Kg/cm ²
f'c:	280	Kg/cm ²
N:	97	cm
B:	89	cm
Espesor Placa:	5	cm
Diámetro Anclaje:	7	cm
Longitud de anclaje:	44	cm

Anc:	1732.5	in ²
Anco:	1764	in ²

φp*Ncbg:	3090.87	Kips
Tu:	3060	kips

φp*Ncbg > Tu	Cumple
--------------	--------

7. Rigidez del Suelo

Debido a las condiciones de Sismo, atraque, amarre, y oleaje los pilotes están sometidos a cargas laterales, por lo tanto, para realizar un correcto modelado estructural de la infraestructura es necesario incluir la interacción suelo-estructura. por ende, se procede a calcular la rigidez estática del suelo conocido como "Coeficiente de balasto".

Se procederá a emplear la teoría de Winkler el cual considera al suelo como un medio continuo elástico, que puede ser remplazado por una serie de resortes elásticos independientes infinitamente cercanos entre sí. (Das, 2011)

$$K = \frac{p' \left(\frac{KN}{m} \right)}{x (m)} \quad (A1.66)$$

K: módulo de reacción del subsuelo.

p': Presión sobre el suelo.

x: Deflexión.

Para suelos cohesivos Vesic propuso la siguiente ecuación:

$$k = 0,65 * \sqrt[12]{\frac{E_S * D^4}{E_p * I_p}} * \frac{E_S}{1 - \mu_S^2} \quad (A1.67)$$

E_S: modulo de elasticidad del suelo.

D: ancho del pilote

$$k \approx \frac{E_S}{1 - \mu_S^2} \quad (A1.68)$$

μ: Relación de poisson para el suelo.

Es [Kg/cm ²]	100
μ	0,39
k [Kg/cm ²]	117,9
k [MPa]	11,56
D [m]	0,5
k [MPa/m]	5,78
k [KN/m]	5779

8. Muro de Contención

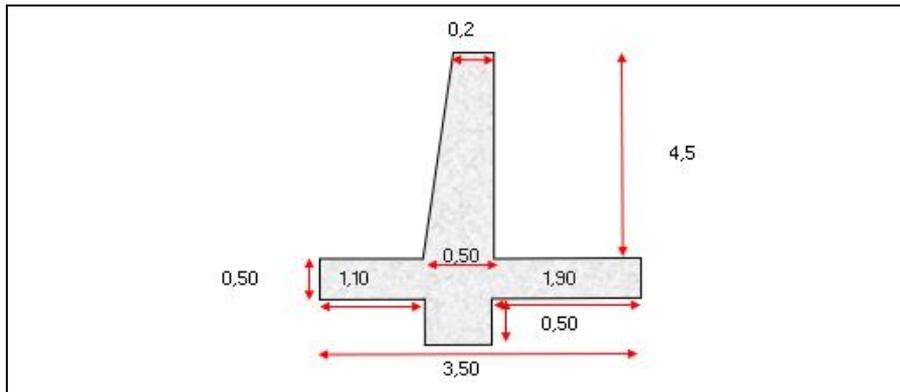
El muro contención es un elemento constructivo capaz de contener un terreno natura, rellenos, elementos de almacenamiento, etc. Existen variedad de estos elementos, entro ellos destacan muro de contención en voladizo y muro de contención con contrafuertes. Estos muros trabajan generalmente a flexión debido a la carga vertical y también como elementos que contrarresten el desplazamiento y volcamiento de lo que almacene.

8.1. Predimensionamiento:

Para el predimensionamiento se basan en recomendaciones generales para este tipo de estructuras.

- Para la base: valores entre el 40% al 70% de la altura de la estructura.
- Espesor de la base: valores que rondan entre $H/12 - H/10$, siendo H la altura del muro.
- Espesor del muro: es variable, sin embargo, en la base del muro suele ser de espesor igual a $H/12 - H/10$.
- Altura de dentellón: $H/10$.

Predimensionamiento del muro de contención			
	Min	Max	Seleccionado
Altura Total (H):	5		
Base (B):	2	3,5	3,5
Espesor Base (EB):	0,42	0,5	0,50
Espesor Final Muro (EFM):	0,42	0,5	0,50
Ancho Izquierdo (AI):	0,88	1,17	1,10
Ancho Derecho (AD):	1,90		
	Min	Recom.	Seleccionado
Ancho Superior Apoyo (ASA):	0,2	0,3	0,2
Altura de Dienton (AD):	0,50		



8.2. Casos de cargas.

Se necesitan datos iniciales con respecto al suelo de fundación y de relleno.

Suelo de Fundacion		
Y:	2000	kg/m ³
Df:	1,2	m
φ :	18	grados
c:	1,5	kg/cm ²
qultimo:	7,5	kg/cm ²

Suelo de Relleno		
Y:	2000	kg/m ³
φ :	20	grados
c:	0	kg/cm ²

Material del muro		
f'c:	280	kg/cm ³
fy:	4200	kg/cm ³
Yc:	2400	kg/m ³

Condicion de sitio	
zona sismica:	3
sobrecarga:	Vehicular

Caso 1. Empuje de tierra y sobrecarga vehicular

Determinar los pesos y momentos estabilizantes por metro de longitud del muro de contención debido a sus dimensiones y materiales de construcción.

Figura	Área (m ²)	Brazo X (m)	Brazo Y (m)	Peso (kg/m)	Momento X (kg-m/m)	Momento Y (kg-m/m)
1	1,750	1,75	0,25	4200,0	7350,00	1050,00
2	0,900	1,50	2,75	2160,0	3240,00	5940,00
3	0,675	1,30	3,50	1620,0	2106,00	5670,00
4	0,25	1,35	-0,25	600,0	810,00	-150,00
			Σ:	8580,0	13506,0	12510,0

Se procede a determinar el centro de gravedad del elemento y con ello los puntos de aplicaciones de las cargas respecto al peso de relleno y sobrecarga.

- $X_{cg} = \frac{M_{totalX}}{Peso}$ (A1.69)

- $Y_{cg} = \frac{M_{totalY}}{Peso}$ (A1.70)

Sobrecarga: Si no existe un estudio de prefactibilidad se estima un 30% del peso unitario del relleno.

Peso de sobrecarga: se determinar a través de la ecuación

- $W_s = sc * (\text{Ancho de talón} + \text{Espesor superior de muro})$

- $\text{Pto. Aplicación} = (\text{Ancho Pie} + (\text{Espesor de muro} - \text{Espesor Superior de muro})) + \frac{\text{Espesor superior de muro} + \text{Ancho de Talón}}{2}$

Relleno: se lo determina en las unidades de m³/m.

Peso de relleno: Producto entre el relleno previamente determinado y el peso específico del material de relleno.

Punto de aplicación:

- $\text{Pto. Aplicación} = \frac{\text{Ancho de la base}}{2}$

Peso Propio:	8580,0	Kg/m
Xcg:	1,574	m
Ycg:	1,458	m

Sobrecarga (S/c):	600	kg/m ²
Ws/c:	1260	kg/m
Pto aplicación:	2,45	m
Peso del relleno:	8,55	m ³ /m
Wrelle:	17100	kg/m
Pto Aplicación:	2,55	m

Empuje de tierra

- Ka: Coeficiente de empuje debido al relleno.

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} \quad (A1.71)$$

- Ea: Empuje activo de tierra.

$$E_a = \frac{1}{2} * (K_a * \gamma_{\text{relleno}} * \text{Altura}^2) \quad (A1.72)$$

$$\text{Pto. Aplicación} = \frac{\text{Altura}}{3}$$

- Es: Empuje de sobrecarga de tierra.

$$E_s = 0.3 * (\gamma * \text{Altura} * K_a) \quad (A1.73)$$

$$\text{Pto. Aplicación} = \frac{\text{Altura}}{2}$$

Coefficiente de empuje activo Ka		
Ka:	0,490	adimens
Empuje activo de tierra Ea		
Ea:	12257,26	kg/m
Pto. Aplicacion:	1,67	m
Empuje de sobrecarga Es		
Es:	1470,87	kg/m
Pto. Aplicacion:	2,5	m

Empuje Total Ea+s

- $E_{a+s} = E_a + E_s$

Peso propio de todos los elementos

- $R_v = \text{Peso Muro} + W_{s/c} + W_{\text{relleno}}$

Fuerza de roce:

Fuerza provocada por el peso propio ante el desplazamiento de la base.

- $\delta = \frac{2}{3} * \phi$
- $\mu = \tan(\delta)$
- $c' = \frac{\text{cohesión}}{2}$
- $F_r = \mu * R_v + (c' * Y_{cg}) \quad (A1.74)$

Fuerza de Roce Fr		
δ :	12,00	grados
μ :	0,21	adimen
c' :	7500,00	kg/m ²
Fr:	31976,27	kg/m ²

Factor de seguridad contra deslizamiento y volcamiento

Se ha utilizado la normativa CONVENIN 1756-98, ya que existe más información y un mejor análisis respecto a los factores de deslizamiento y volcamiento. Se indica que para ambos factores deben ser superiores a 1.5

$$FSd = \frac{Fr}{E_{a+s}} \geq 1.5 \quad (A1.75)$$

$$FSv = \frac{Me}{Mv} \geq 1.5 \quad (A1.76)$$

Factor de Seguridad contra deslizamiento		
FSd:	2,33	adimen
FSd>=1,50	Cumple	

Momento de Volcamiento Mv:		
Mv:	24105,95	kg-m/m
Momento Estabilizante Me		
Me:	60198	Kg-m/m

Factor de seguridad contra el volcamiento		
FSv:	2,50	adimen
FSd>=1,50	Cumple	

En caso de no cumplir, es necesario el uso de un dentellón, si existe uno y sigue sin cumplir, se debe aumentar o variar las dimensiones del muro.

Comprobaciones de esfuerzos admisibles.

Se designa un factor de seguridad para la capacidad portante de 3, con ello se determina los puntos de aplicación para la capacidad última, con estos valores determinados se debe cumplir que la excentricidad de la fuerza resultante sea menor a la relación entre la base sobre 6.

Esfuerzo admisible del suelo de fundación		
FS. Cap.Port.	3	adimen
qult:	7,5	kg/cm2
σadm:	2,5	kg/cm2
Pto. Aplicacion de fuerza resultante Xr		
Xr:	1,34	m

Excentricidad de fuerza resultante ex		
ex:	0,410	m
$\leq B/6m$	Cumple	

Presión de contacto Muro-Suelo de Fundación

- $\sigma_{max} = \frac{Rv}{B} * \left(1 + \frac{(6*ex)}{B}\right)$ (A1.77)

- $\sigma_{min} = \frac{Rv}{B} * \left(1 - \frac{(6*ex)}{B}\right)$ (A1.78)

Presión de contacto Muro-suelo de fundación		
σ_{max} :	1,31	kg/cm2
σ_{min} :	0,23	kg/cm2
$\leq a \sigma_{adm}$		
σ_{max} :	Cumple	
σ_{min} :	Cumple	

Caso 2. Empuje de Tierra + Sismo

Se considera las fuerzas del elemento estructural y de empujes más la presencia de sismos, para ello es necesario determinar el factor de coeficiente sísmico horizontal y vertical, donde además los factores de seguridad contra deslizamiento y volcamiento suelen reducirse al 75% del caso anterior.

Fuerza Sísmica del peso propio

- $Csh = 0,5 * z$; siendo z la aceleración del suelo según el estudio sísmico.
- $Csv = 0,7 * Csh$; el 70% del coeficiente sísmico horizontal.
- $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{Csh}{1-Csv} \right)$ (A1.79)
- $Fsp = Csh * \text{Peso del elemento}$

z:	0,4	g
Fa:	1,2	adimen
Csh:	0,2	adimen
Csv:	0,14	adimen
θ :	13,09	grados
Fsp:	1716	kg/m

Coefficiente de presión dinámica activa

φ :	0,35	radianes
Ψ :	1,57	radianes
β :	0,00	radianes
θ :	0,23	radianes
δ :	0,23	radianes
Kas:	0,839	adimen

Siendo;

- φ ; el ángulo de fricción del suelo de relleno
- Ψ ; 90°
- β ; 0°
- θ ; El ángulo de relación entre el coeficiente sísmico vertical y horizontal.
- Kas; Coeficiente de presión dinámica activa.

$$K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos}\theta \cdot \text{Sen}^2\psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Incremento dinámico del empuje activo de tierra.

- $\Delta DE_a = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * (K_{as} - K_a) * (1 - C_{sv})$ (A1.80)
- *Pto. Aplicación* = $\frac{2}{3}H$

ΔDE_a :	7498,97	kg/m
Pto. Aplic:	3,33	m

Empuje Total

Debido a la fuerza sísmica con el peso propio e incremento dinámico.

- $E_{a+\Delta} = \Delta DE_a + F_{spp}$
- $R_{vp} = R_v - W_{s/a}$

$E_{a+\Delta}$:	21472,23	kg/m
R_v :	25680,00	kg

Factores de seguridad contra el deslizamiento y volcamiento

FSD:	1,62	adimen
$\geq 1,40$	Cumple	

FSv:	1,41	adimen
$\geq 1,4$	Cumple	

8.3. Refuerzo de la base.

La base consta de dos elementos, la puntera y el talón. Para determinar su armado es necesario las dimensiones, recubrimientos y espesores de cada elemento y también los momentos generados debido al caso más desfavorable en el muro de contención.

El caso por el cual se va a realizar el armado es con respecto al peso propio y el efecto del sismo.

Caso 2: Considera el sismo		
Fuerzas y brazos respecto a la sección crítica 1-1		
Caso 2: Puntera		
Wpp:	1320	kg
bpp:	0,55	m
$\sigma_{basepunta}$:	1,388	kg/cm ²
Rs1:	21354,49	kg
V1-1:	20034,49	kg
Diagrama de presión trapezoidal debajo de la puntera		
$\sigma_{basepunta}$:	1,388	kg/cm ²
Rtrian:	6088,33	kg
btrian:	0,73	m
Rrectan:	15266,16	kg
brectan:	0,55	m
Momento en la sección 1-1		
M1-1:	12135,16	kg-m

Caso 2: Talón		
Wpp:	2280	kg
bpp:	0,95	m
σbasetalon:	0,885	kg/cm2
Rs2:	-1355,73	kg
Wrelle:	17100	kg
brelle:	0,95	m
V2-2:	-20735,7	kg
Diagrama de presión trapezoidal debajo del talón		
σbasetalon:	0,885	kg/cm2
Rtriang:	8404,314	kg/cm2
btriang:	0,633333	m
Momento en la sección 2-2		
M2-2:	13088,27	kg-m

Factores de mayorización de cargas (Base)

Empujes estaticos y s/c vivas:	1,6	
Empujes dinamicos sismicos	1	
Ea:	12257,26	kg/m
ΔDEa:	7498,97	kg/m
Fsp:	1716	kg/m
Ea+Δ:	21472,23	kg/m
Factor mayorizacion pondera		
Fcu:	1,343	adimen

$$F_{cu} = \frac{(F_{C_{eys/c}} * E_a) + (F_{C_{DS}} * \Delta DE_a) + (F_{C_{DS}} * F_{sp})}{E_{a+\Delta}} \quad (A1.81)$$

Acero de refuerzo de la base

Grado varilla corrugada 42
Asmin: 0,0018*b*t
Grado varilla corrugada 28
Asmin: 0,002*b*t
t: espesor total de losa

Datos para el calculo		
f'c:	280	kg/cm2
fy:	4200	kg/cm2
b:	100	cm
espesor:	40,00	cm
Rec. inf:	5	cm
dinf:	35,00	cm
Rec. Sup.	5	cm
dsup:	35,00	cm

Mup:	16291,52	kg-m
Mut:	18263,65	kg-m
d>=	19,58	cm
erequ:	24,58	cm
ereq<ezapata	Cumple	

Asmin:	9	cm2/ml
n:	5,67	cm

Asrequepuntera:	12,72	cm2
Aspuntera:	12,722108	cm2
φpuntera:	1,60	cm
Separa:	16	cm

Asrequetalon:	14,32	cm2
Astalon:	14,32	cm2
φtalon:	1,60	cm
Separa:	15	cm

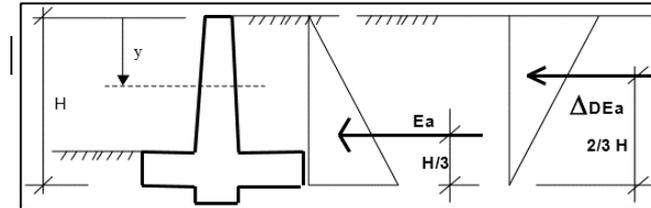
Verificación por cortante

Diseño de zapata por corte		
Vmax:	20034,49	kg
Vumax:	26896,413	kg
Recu. Inf:	5	cm
d:	45	cm
Vcmax:	39908,683	kg
Vc>Vu/φ:	OK	

8.4. Refuerzo de la pantalla.

De igual manera se sostiene el hecho de realizar el refuerzo respecto al caso más desfavorable de cargas, en este caso, debido al sismo.

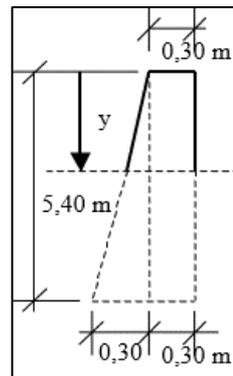
Caso 2: Empuje de tierra + sismo



Queda expresado en función de altura

y:		m
Ea:	490,29	kg/m
yEa:	0,33	m
ΔDEa :	299,96	Kg/m
y ΔDEa :	0,67	m

F _{spp-triang} :	16,00	kg
yF _{sst} :	0,33	m
F _{spp-rect} :	96,00	kg
yF _{sspr} :	0,50	m



Ea+ Δ :	902,25	kg/m
Ma+ Δ :	416,74	kg-m/m

Factores de mayorización de la pantalla.

Factores de mayorización de cargas	
Empujes estáticos y s/c vivas:	1,6
Empujes dinámicos sísmicos ponderado	1,34

Caso 2: Empuje de tierra + Sismo		
Vu-y2:	1211,27	kg
Mu-y2:	559,47	kg-m

Verificación de espesor de pantalla.

Verificación de espesor de pantalla		
d>=	29,09	cm
Recub:	5	cm
F:	34,09	cm
F<=EIM	Cumple	

Solicitaciones máximas, Corte resistente y acero de refuerzo

Solicitaciones Máximas, Corte Resistente y Acero de Refuerzo									
y (m)	Vu (kg)	Mu (kg-m)	F(y) (cm)	Recub. (cm)	d(y) (cm)	ϕV_c (kg)		Asmin (cm ² /ml)	As requerido (cm ² /ml)
1	1255,14	496,83	24,4	5	19,4	12933,37	OK	4,4	0,68
2	4587,34	3681,07	28,9	5	23,9	15889,57	OK	5,2	4,14
3	10128,19	12133,64	33,3	5	28,3	18845,77	OK	6	11,76
4,5	22498,45	40298,59	40,0	5	35,0	23280,07	OK	7,2	33,25

Acero de refuerzo pantalla (Cara interior)

Acero Pantalla (Cara interior en contacto con tierra)		
Desde 0 a 2 metros domina el acero minimo		
Asmin (0-2):	5,2	cm ² /ml
ϕ varilla:	1,40	cm
Separacion:	30	cm
Desde 2 metros hasta base de pantalla		
Asreq (2-):	7,2	cm ² /ml
ϕ varilla:	1,20	cm
Separacion:	16	cm

Acero de refuerzo pantalla (Cara exterior) y Acero de Retracción

Acero Pantalla (Cara exterior) y Acero Zapata (Retraccion y Temp)		
Acero indicado por AASHTO 2002		
As_Re_temp:	2,65	cm ² /ml
φvarilla:	1,00	cm
Separacion:	30	cm

9. Análisis Sísmico

Para las estructuras de ocupación especial y edificaciones esenciales, además de los requisitos aplicables a las estructuras de uso normal, se aplicarán verificaciones de comportamiento inelástico para diferentes niveles de terremotos. (NEC, 2015)

Z=0.4

I=1.5 factor de Importancia

R=2 factor de reducción

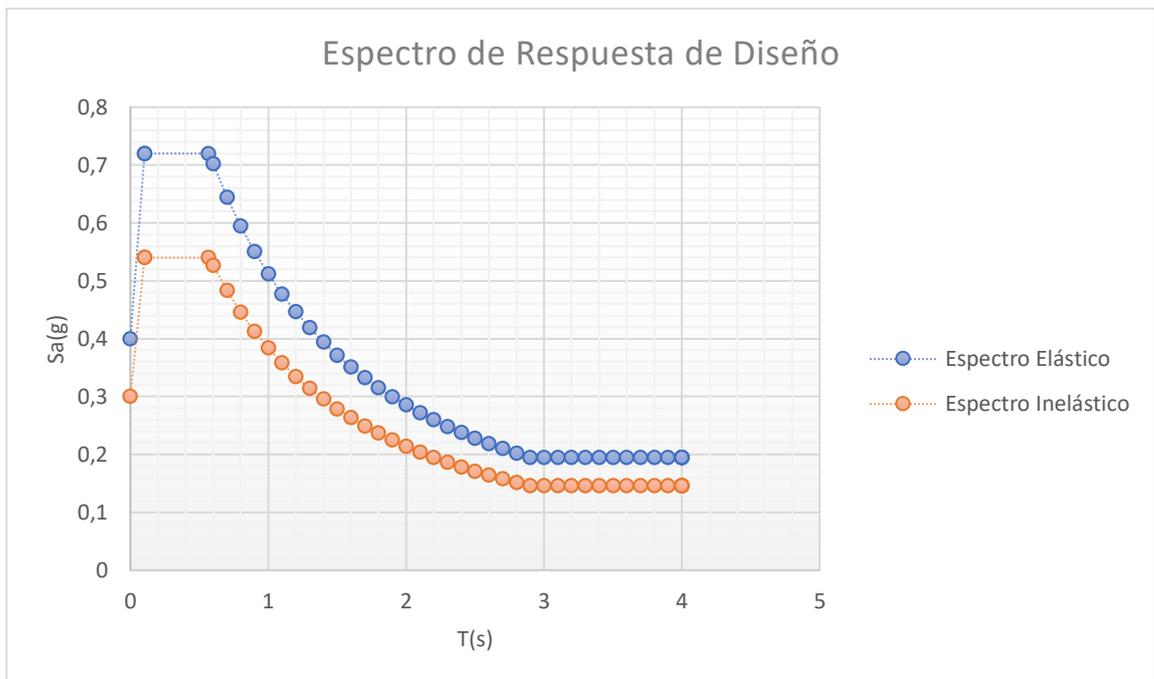


Figura A.23: Espectro de diseño Inelástico

9.1. Peso Sísmico

Tramo 4	
losa [Ton]	5,40
Vigas [Ton]	41,04
Diafragmas [Ton]	2,05
Cabezal [Ton]	12,96
Muerta [Ton]	1,11
Viva [Ton]	109,88

Pilotes [ton]	
Tramo 1	13,25
Tramo 2	21,77
Tramo 3	31,23
Tramo 4	21,29
Tramo 5	35,49

Tramos 1-3	
losa [Ton]	10,80
Vigas [Ton]	82,08
Diafragmas [Ton]	4,10
Cabezal [Ton]	21,6
Muerta [Ton]	2,22
Viva [Ton]	219,75

Tramo 5	
losa [Ton]	8,10
Vigas [Ton]	61,56
Diafragmas [Ton]	3,08
Cabezal [Ton]	16,2
Muerta [Ton]	2,22
Viva [Ton]	164,81

$$W_i = D + 0,1 * L \quad (A1.82)$$

$$V = C_s * W \quad (A1.83)$$

	D [Ton]	L [Ton]	Wi [Ton]	T [s]	Cs [g]	V [Ton]	V [KN]
Tramo 1	134,05	21,975	156,03	0,66	0,5	78,0	777,0
Tramo 2	142,57	21,975	164,54	1,19	0,335	55,1	549,0
Tramo 3	152,03	21,975	174,01	1,9	0,225	39,2	390,0
Tramo 4	83,85	10,988	94,84	2,12	0,204	19,3	192,7
Tramo 5	126,65	16,481	143,13	2	0,214	30,6	305,1

9.2. Fuerza Sísmica

Para distribuir lateralmente la fuerza sísmica entre cada pórtico del puente, se establece la rigidez lateral de estos, suponiendo que la viga cabezal es infinitamente rígida a flexión. se debe aumentar la longitud en 0,4 m para considerar el punto de empotramiento en el suelo.

$$K = 24 * E_{col} * \frac{I_{col}}{L_{col}^3} \quad (A1.83)$$

Tramo 1	L [m]	Ecol [Mpa]	Icol [m4]	Kiy [N/m]	K%	V'i [Ton]	V'i [KN]	
A	4,4	200000	0,0008701	49028672	39%	30,59	304,64	
B	5,4	200000	0,0008701	26523259	21%	16,55	164,80	
C	5,4	200000	0,0008701	26523259	21%	16,55	164,80	
D	6,4	200000	0,0008701	15931924	13%	9,94	98,99	
E	8,4	200000	0,0008701	7046449	6%	4,40	43,78	
					125053563	100%	78,0	777,0

Tramo 2	L [m]	Ecol [Mpa]	Icol [m4]	Kiy [N/m]	K%	V'i [Ton]	V'i [KN]	
A	8,4	200000	0,0008701	7046449	28%	15,57	155,05	
B	9,4	200000	0,0008701	5028340	20%	11,11	110,65	
C	9,4	200000	0,0008701	5028340	20%	11,11	110,65	
D	9,4	200000	0,0008701	5028340	20%	11,11	110,65	
E	11,4	200000	0,0008701	2818990	11%	6,23	62,03	
					24950458	100%	55,1	549,0

Tramo 3	L [m]	Ecol [Mpa]	Icol [m4]	Kiy [N/m]	K%	V'i [Ton]	V'i [KN]	
A	11,4	200000	0,0008701	2818990	32%	12,61	125,62	
B	13,4	200000	0,0008701	1735776	20%	7,77	77,35	
C	14,4	200000	0,0008701	1398687	16%	6,26	62,33	
D	14,4	200000	0,0008701	1398687	16%	6,26	62,33	
E	14,4	200000	0,0008701	1398687	16%	6,26	62,33	
					8750829	100%	39,2	390,0

Tramo 4	L [m]	Ecol [Mpa]	Icol [m4]	Kiy [N/m]	K%	V'i [Ton]	V'i [KN]	
A	15,4	200000	0,0008701	1143526	33%	6,45	64,23	
B	15,4	200000	0,0008701	1143526	33%	6,45	64,23	
C	15,4	200000	0,0008701	1143526	33%	6,45	64,23	
					3430578	100%	19,3	192,7

Tramo 5	L [m]	Ecol [Mpa]	Icol [m4]	Kiy [N/m]	K%	V'i [Ton]	V'i [KN]
A	15,4	200000	0,0008701	1143526	20%	6,13	61,01
B	15,4	200000	0,0008701	1143526	20%	6,13	61,01
C	15,4	200000	0,0008701	1143526	20%	6,13	61,01
D	15,4	200000	0,0008701	1143526	20%	6,13	61,01
E	15,4	200000	0,0008701	1143526	20%	6,13	61,01
				5717629	100%	30,6	305,1

9.3. Centro de Torsión

El centro de Torsión y el centroide de las estructuras coinciden para los tramos 4 y 5. La coordenada y del centro de torsión y del centroide es la misma para todos los tramos.

$$y_t = \frac{\sum K_{jy} * y_j}{\sum K_{jy}} \quad (A1.84)$$

$$x_t = \frac{\sum K_{jx} * x_j}{\sum K_{jx}} \quad (A1.85)$$

Tramo 1	Kiy [N/m]	x [m]	K*x [N]
A	49028672,1	0	0
B	26523258,7	7,5	198924440
C	26523258,7	15	397848880
D	15931924,5	22,5	358468300
E	7046448,83	30	211393465
		125053563	1166635086

Xt [m]	9,32908315
--------	------------

Tramo 2	Kiy [N/m]	x [m]	K*x [N]
A	7046449	0	0
B	5028340	7,5	37712547
C	5028340	15	75425094
D	5028340	22,5	113137641
E	2818990	30	84569714
		24950458	310844995

Xt [m]	12,4584885
--------	------------

Tramo 3	Kiy [N/m]	x [m]	K*x [N]
A	2818990	0	0
B	1735776	7,5	13018323
C	1398687	15	20980312
D	1398687	22,5	31470468
E	1398687	30	41960624
	8750829		107429727

Xt [m]	12,2765196
--------	------------

[m]	Xt	Yt	Xm	Ym	ex	ey	0,05 L	0,05 B	e max		e min	
									ex+0,05L	ey+0,05B	ex-0,05L	ey-0,05B
Tramo 1	9,33	2,5	15	2,5	5,67	0,00	1,5	0,25	7,17	0,25	4,17	-0,25
Tramo 2	12,46	2,5	15	2,5	2,54	0,00	1,5	0,25	4,04	0,25	1,04	-0,25
Tramo 3	12,28	2,5	15	2,5	2,72	0,00	1,5	0,25	4,22	0,25	1,22	-0,25
Tramo 4	7,5	2,5	7,5	2,5	0,00	0,00	0,75	0,25	0,75	0,25	-0,75	-0,25
Tramo 5	15	1,875	15	1,875	0,00	0,00	1,5	0,188	1,50	0,19	-1,50	-0,19

9.4. Fuerza Sísmica debido a momento torsores

$$\text{Sismo en X: } V_{ix} = \left[\frac{K_{ix} * y_{it}}{I_p} \right] * V_x * e_y \quad (A1.86)$$

$$\text{Sismo en Y: } V_{iy} = \left[\frac{K_{iy} * x_{it}}{I_p} \right] * V_y * e_x \quad (A1.88)$$

$$\text{Sismo en Y: } V_{ix} = \left[\frac{K_{ix} * y_{it}}{I_p} \right] * V_y * e_x \quad (A1.87)$$

$$\text{Sismo en X: } V_{iy} = \left[\frac{K_{iy} * x_{it}}{I_p} \right] * V_x * e_y \quad (A1.89)$$

Dirección Y

Tramo 1				e max		e min		e max		e min	
Portico	xit [m]	Kiy*xit [N]	Kiy*xit^2	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
A	-9,33	-457392559	4,27E+09	-229,43	-8,00	-133,44	8,00	-229,43	296,64	-133,44	312,64
B	-1,83	-48513245,6	8,87E+07	-24,33	-0,85	-14,15	0,85	-24,33	163,95	-14,15	165,65
C	5,67	150411195	8,53E+08	75,45	2,63	43,88	-2,63	75,45	167,43	43,88	162,17
D	13,17	209838052	2,76E+09	105,25	3,67	61,22	-3,67	105,25	102,66	61,22	95,32
E	20,67	145656558	3,01E+09	73,06	2,55	42,50	-2,55	73,06	46,33	42,50	41,24
				1,10E+10							

Tramo 2				e max		e min		e max		e min	
Pórtico	xit [m]	Kiy*xit [N]	Kiy*xit^2	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
A	-12,46	-87788101,9	1,09E+09	-73,53	-4,55	-18,95	4,55	-73,53	150,50	-18,95	159,60
B	-4,96	-24932964,1	1,24E+08	-20,88	-0,44	-5,38	1,29	-20,88	110,21	-5,38	111,94
C	2,54	12779582,8	3,25E+07	10,70	0,22	2,76	-0,66	10,70	110,87	2,76	109,98
D	10,04	50492129,7	5,07E+08	42,29	0,88	10,90	-2,62	42,29	111,53	10,90	108,03
E	17,54	49449353,6	8,67E+08	41,42	0,86	10,67	-2,56	41,42	62,90	10,67	59,47
			2,62E+09								

Tramo 3				e max		e min		e max		e min	
Pórtico	xit [m]	Kiy*xit [N]	Kiy*xit^2	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
A	-12,28	-34607391,8	4,25E+08	-53,31	-3,16	-15,44	3,16	-53,31	122,46	-15,44	128,77
B	-4,78	-8290969,81	3,96E+07	-12,77	-0,76	-3,70	0,76	-12,77	76,59	-3,70	78,11
C	2,72	3809297,85	1,04E+07	5,87	0,35	1,70	-0,35	5,87	62,68	1,70	61,98
D	10,22	14299453,9	1,46E+08	22,03	1,30	6,38	-1,30	22,03	63,63	6,38	61,02
E	17,72	24789609,9	4,39E+08	38,19	2,26	11,06	-2,26	38,19	64,59	11,06	60,07
			1,06E+09								

Tramo 4				e max		e min		e max		e min	
Portico	xit [m]	Kiy*xit [N]	Kiy*xit^2	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
A	-7,5	-8576444,1	6,43E+07	-9,38	-3,13	9,38	3,13	-9,38	61,11	9,38	67,36
B	0	0	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,23	0,00	64,23
C	7,5	8576444,1	6,43E+07	9,38	3,13	-9,38	-3,13	9,38	67,36	-9,38	61,11
			1,29E+08								

Tramo 5				e max		e min		e max		e min	
Portico	xit [m]	Kiy*xit [N]	Kiy*xit^2	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
A	-15	-17152888,2	2,57E+08	-12,15	-1,52	12,15	1,52	-12,15	59,49	12,15	62,53
B	-7,5	-8576444,1	6,43E+07	-6,08	-0,76	6,08	0,76	-6,08	60,25	6,08	61,77
C	0	0	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,01	0,00	61,01
D	7,5	8576444,1	6,43E+07	6,08	0,76	-6,08	-0,76	6,08	61,77	-6,08	60,25
E	15	17152888,2	2,57E+08	12,15	1,52	-12,15	-1,52	12,15	62,53	-12,15	59,49
			6,43E+08								

	Ip [N-m]
Tramo 1	1,11E+10
Tramo 2	2,65E+09
Tramo 3	1,07E+09
Tramo 4	1,32E+08
Tramo 5	6,46E+08

Dirección X

$$K_x = \sum \frac{3 * E_{col} * I_{col}}{L_{i-col}^3} \quad (A1.90)$$

					e max		e min		e max		e min	
Tramo 1	Kix [N/m]	yit [m]	Kix*yit [N]	Kix*yit^2	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
1	15631695,3	-2	-31263390,7	62526781,4	-0,55	31,36	0,55	18,24	387,96	31,36	389,06	18,24
2	15631695,3	2	31263390,7	62526781,4	0,55	31,36	-0,55	18,24	389,06	31,36	387,96	18,24
				125053563								

Tramo 2	Kix [N/m]	yit [m]	Kix*yit [N]	Kix*yit^2	e max		e min		e max		e min	
					Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
1	3118807,26	-2	-6237614,51	12475229	-0,32	10,45	0,32	2,69	274,19	10,45	274,83	2,69
2	3118807,26	2	6237614,51	12475229	0,32	10,45	-0,32	2,69	274,83	10,45	274,19	2,69
				24950458								

Tramo 3	Kix [N/m]	yit [m]	Kix*yit [N]	Kix*yit^2	e max		e min		e max		e min	
					Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
1	1093853,65	-2	-2187707,3	4375414,61	-0,20	6,74	0,20	1,95	194,78	6,74	195,18	1,95
2	1093853,65	2	2187707,3	4375414,61	0,20	6,74	-0,20	1,95	195,18	6,74	194,78	1,95
				8750829,22								

Tramo 4	Kix [N/m]	yit [m]	Kix*yit [N]	Kix*yit^2	e max		e min		e max		e min	
					Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
1	428822,205	-2	-857644,41	1715288,82	-0,31	1,88	0,31	-1,88	96,04	1,88	96,66	-1,88
2	428822,205	2	857644,41	1715288,82	0,31	1,88	-0,31	-1,88	96,66	1,88	96,04	-1,88
				3430577,64								

Tramo 5	Kix [N/m]	yit [m]	Kix*yit [N]	Kix*yit^2	e max		e min		e max		e min	
					Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi'' en X [KN]	Vi'' en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]	Vi en X [KN]	Vi en Y [KN]
1	714703,675	-1,375	-982717,554	1351236,64	-0,09	0,96	0,09	-0,96	152,45	0,96	152,62	-0,96
2	714703,675	1,375	982717,554	1351236,64	0,09	0,96	-0,09	-0,96	152,62	0,96	152,45	-0,96
				2702473,27								

10 Diseño de Pilotes Tubulares

El diseño de los pilotes tubulares se regirá a las recomendaciones de (AISC360, 2010) y (Jack C. McCormac, 2012)

Propiedades Geométricas	
D [mm]	600
t [mm]	25
L' [m]	15,4
A [mm ²]	45160
I [mm ⁴]	1869922580
S [mm ³]	6233075
Z [mm ³]	13476000
r [mm]	203,5

Compacidad	
------------	--

$$\lambda_{ps} = 0,038 * E/F_y$$

λ_{ps}	30,61
relación ancho-espesor	
D/t	24

Viga Cabezal	
f'c [Mpa]	28
b [mm]	700
h [mm]	600
A [mm ²]	420000
I [mm ⁴]	12600000000
L [mm]	5000
Es [Ksi]	3606
Es [Mpa]	24870

Propiedades	
Acero A36	
Fy [Ksi]	36
Es [Ksi]	29000
Fy [Mpa]	248,3
Es [Mpa]	200000

10.1. Efecto de Esbeltez

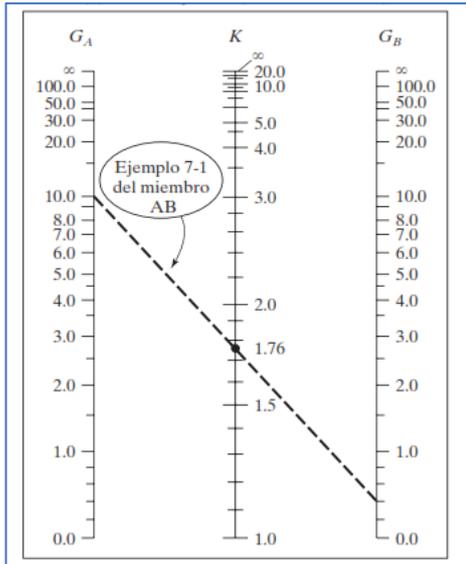
$$si \frac{KL}{r} \leq 4,71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ o } F_y/F_e \leq 2,25$$

$$si \frac{KL}{r} > 4,71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ o } F_y/F_e > 2,25$$

$$F_{cr} = [0,658^{F_y/F_e}] * F_y \quad (A1.91)$$

$$F_{cr} = 0,887 * F_e \quad (A1.92)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{(KL/r)^2} \quad (A1.93)$$



$$G = \frac{\sum \left(\frac{E_c * I_c}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{E_g * I_g}{L_g} \right)} \quad (A1.94)$$

Figura A.24: Nomograma para marcos sin arriostrar

[Fuente: Diseño de estructuras metálicas (McCormac)]

La dirección en X no presenta ningún tipo de arriostramiento por lo tanto se comporta como un elemento en voladizo. Se debe usar un $K=2,1$

10.2. Diseño a Flexo Compresión

En la Sección H1 de la Especificación del AISC, se dan las siguientes ecuaciones de interacción para perfiles simétricos sujetos simultáneamente a flexión y a compresión axial.

$$\text{Si } \frac{P_r}{P_c} \geq 0,2 \quad \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \quad (A.95)$$

$$\text{Si } \frac{P_r}{P_c} < 0,2 \quad \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \quad (A.96)$$

Tramo 1	Máximos Momentos en Y [KN-m]		Máximos Momentos en X [KN-m]		Máximos Axial [KN]	
	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2
Portico						
A	510	488	255	277	337	384
B	425	426	294	332	631	631
C	425	426	376	414	631	631
D	368	368	384	420	631	666
E	278	278	328	345	353	437

Tramo 2	Máximos Momentos en Y [KN-m]		Máximos Momentos en X [KN-m]		Máximos Axial [KN]		
	Portico	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2
A		573	172	108	322	353	425
B		502	151	120	331	648	676
C		502	151	131	370	648	676
D		502	151	143	407	648	676
E		390	117	109	331	366	444

Tramo 3	Máximos Momentos en Y [KN-m]		Máximos Momentos en X [KN-m]		Máximos Axial [KN]		
	Portico	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2
A		639	192	111	333	460	459
B		511	153	112	311	660	660
C		457	137	111	310	664	664
D		454	137	120	340	664	664
E		454	137	117	360	374	466

Tramo 4	Máximos Momentos en Y [KN-m]		Máximos Momentos en X [KN-m]		Máximos Axial [KN]		
	Portico	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2
A		481	481	125	321	383	442
B		481	481	112	355	673	660
C		481	481	111	321	383	442

Tramo 5	Máximos Momentos en Y [KN-m]		Máximos Momentos en X [KN-m]		Máximos Axial [KN]		
	Portico	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2	Envolvente #1	Envolvente #2
A		457	457	260	280	299	427
B		457	457	260	300	536	604
C		457	457	260	300	536	604
D		457	457	260	300	536	604
E		454	454	260	280	299	427

				Envolvente #1	Envolvente #2
Tramo 1				$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$	$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$
Portico	M_{cx}	M_{cy}	Pc		
A	1878	1878	9189	0,4256854	0,4282428
B	1878	1878	8730	0,4189938	0,4397606
C	1878	1878	8730	0,4626573	0,4834241
D	1878	1878	8174	0,4390240	0,4603342
E	1878	1878	6924	0,3481748	0,3632928

				Envolvente #1	Envolvente #2
Tramo 2				$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$	$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$
Portico	M_{cx}	M_{cy}	Pc		
A	1878	1878	6924	0,3881109	0,2937361
B	1878	1878	6266	0,3829110	0,3105979
C	1878	1878	6266	0,3887683	0,3313647
D	1878	1878	6266	0,3951581	0,3510665
E	1878	1878	4963	0,3025811	0,2832827

				Envolvente #1	Envolvente #2
Tramo 3				$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$	$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$
Portico	M_{cx}	M_{cy}	Pc		
A	1878	1878	4963	0,4457040	0,3257949
B	1878	1878	3792	0,4187612	0,3340967
C	1878	1878	3284	0,4035456	0,3391154
D	1878	1878	3284	0,4067405	0,3550898
E	1878	1878	3284	0,3609896	0,3355933

				Envolvente #1	Envolvente #2
Tramo 4				$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$	$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$
Portico	M_{cx}	M_{cy}	Pc		
A	1878	1878	2871	0,3893852	0,5040267
B	1878	1878	2871	0,4329680	0,5600969
C	1878	1878	2871	0,3819305	0,5040267

				Envolvente #1	Envolvente #2
Tramo 5				$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$	$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \leq 1,0$
Portico	M_{cx}	M_{cy}	Pc		
A	1878	1878	4963	0,4119120	0,4354571
B	1878	1878	3792	0,4524642	0,4827297
C	1878	1878	3284	0,4633969	0,4950494
D	1878	1878	3284	0,4633969	0,4950494
E	1878	1878	3284	0,4257154	0,4558535

11. Fuerza de Amarre

11.1. Fuerza de Amarre debido al Viento

Ecuación de Fuerza de arrastre

$$F_D = \frac{\gamma}{2g} * C_D * V^2 * A_p \quad (A1.97)$$

C_D depende de la orientación del Objeto, orientación del flujo, rugosidad de la superficie y número de Reynolds. (Gaythwaite, 2016)

Se transforma la ecuación de arrastre para analizar el efecto del viento sobre los ejes de forma independiente. Un barco posee 6 grados de libertad y para este análisis se usarán solo 3: Surge, Sway y Yaw.

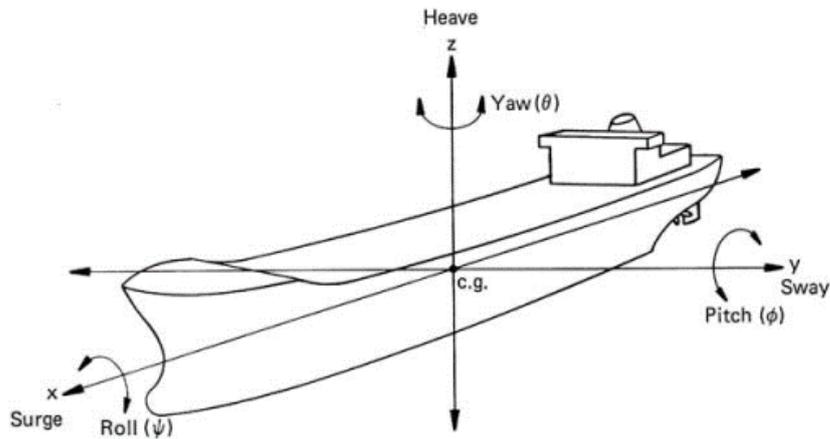


Figura A.25: Grados de Libertad de un buque

[Design of marine facilities (Gaythwaite2016)]

$$F_{yw} = \frac{\gamma}{2g} * C_{yw} * V^2 * A_y * f_{yw}(\theta_w) \quad (A1.97)$$

$$F_{xw} = \frac{\gamma}{2g} * C_{xw} * V^2 * A_x * f_{xw}(\theta_w) \quad (A1.98)$$

$$C_{yw} = C * \frac{\left(\frac{V_S}{V_R}\right)^2 * A_S + \left(\frac{V_H}{V_R}\right)^2 * A_H}{A_y} \quad (A1.99)$$

$$\frac{V_S}{V_R} = \left(\frac{h_S}{h_R}\right)^{1/7} \quad (A1.100)$$

$$\frac{V_H}{V_R} = \left(\frac{h_H}{h_R}\right)^{1/7} \quad (A1.101)$$

$\frac{V_S}{V_R}$: Promedio normalizado de velocidad del viento sobre la superestructura.

$\frac{V_H}{V_R}$: Promedio normalizado de velocidad del viento sobre el casco.

h_S : Altura promedio de la superestructura.

h_R : Altura de referencia (10 m).

h_H : Altura promedio del casco.

A_S : Proyección longitudinal del área de la superestructura.

A_H : Proyección longitudinal del área del casco.

hs (m) =	3,9
hh (m) =	4,75
As (m2) =	240
Ah (m2) =	360
Ay (m2) =	600
C =	1,02
Cyw =	0,80650208

Tabla A.9: Coeficiente de viento para diferentes buques

[Fuente: UFC(2005)]

Buque	C	Ejemplos
De casco grande	0,82	Portaaviones
Típico	0,92	Barcos con superestructura de área moderada
Superestructura extensa	1,02	Cruceros, Destruyores.

$$f_{yw}(\theta_w) = \frac{\sin(\theta_w) - \frac{\sin(5\theta_w)}{20}}{1 - \frac{1}{20}} \quad (A1.102)$$

La función es positiva para vientos con ángulos de $0^\circ < \theta < 180^\circ$ y es negativa para ángulos entre $180^\circ < \theta < 360^\circ$.

θ_w	$f_{yw}(\theta_w)$	θ_w	$f_{yw}(\theta_w)$	θ_w	$f_{yw}(\theta_w)$
0	0	150	0,500	300	-0,957
15	0,222	165	0,222	315	-0,782
30	0,500	180	0,000	330	-0,500
45	0,782	195	-0,222	345	-0,222
60	0,957	210	-0,500	360	0,000
75	1,003	225	-0,782		
90	1,000	240	-0,957		
105	1,003	255	-1,003		
120	0,957	270	-1,000		
135	0,782	285	-1,003		

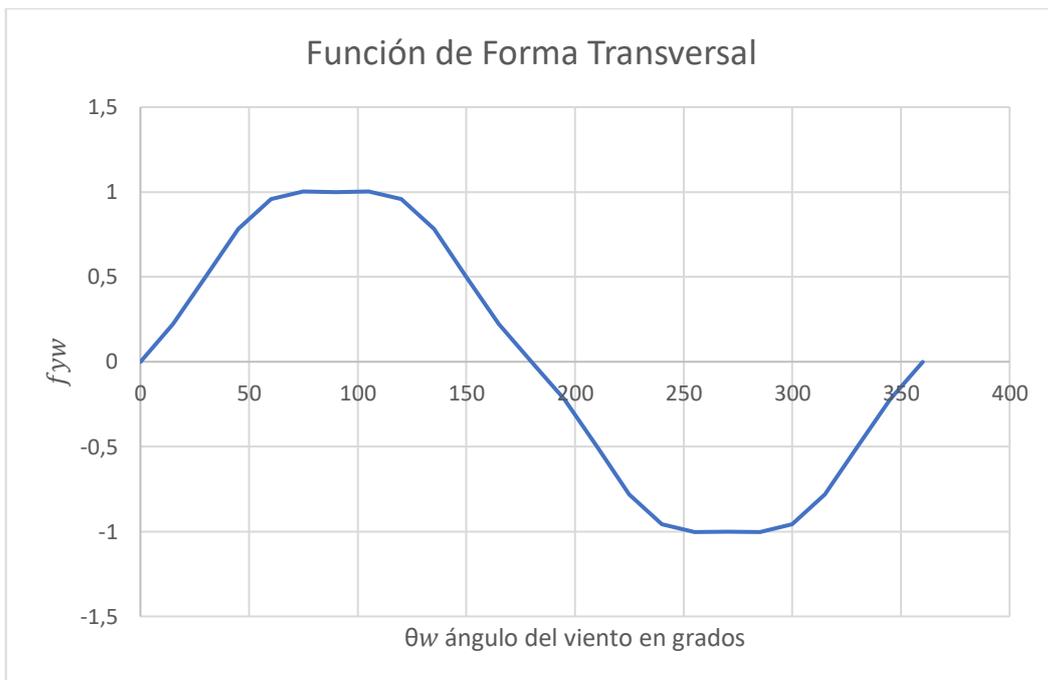


Figura A.26: Función de forma transversal de viento

Tabla A.10: Coeficientes de arrastre recomendados para fuerza longitudinal del viento.

[Fuente: UFC(2005)]

Tipo de Buque	C_{xwB}	C_{xwS}
Grandes Cascos (portaviones, submarinos y transatlánticos)	0,4	0,4
Normales	0,7	0,6
Center-island tanker	0,8	0,6
Excesiva superestructura	0,7	0,8

Tabla A.11: Selección del ángulo

[Fuente: UFC(2005)]

Ubicación de la superestructura	θ_x (deg)
Delante de la sección transversal media	100
En la sección media del barco	90
Destras de la sección media (petroleros)	80
Barcos de Guerra	70
Grandes Cascos	60

Existen dos casos de cálculo para obtener la función de forma de fuerza longitudinal del viento, el caso I: para estructuras con distribución irregular de la superestructura y el Caso II: para distribución uniforme de la superestructura.

Para el buque de diseño se analizará por el caso II.

$$f_{xw}(\theta_w) = \frac{-\sin(\gamma) - \frac{\sin(5\gamma)}{10}}{1 - \frac{1}{10}} \quad (A1.103) \quad \gamma_{(-)} = 90^\circ \left(\frac{\theta_w}{\theta_x} \right) + 90^\circ \quad \text{para } \theta_w < \theta_x$$

$$\gamma_{(+)} = 90^\circ \left(\frac{\theta_w}{180^\circ - \theta_x} \right) + \left(180^\circ - \frac{90^\circ * \theta_x}{180^\circ - \theta_x} \right) \quad \text{para } \theta_w > \theta_x \quad (A1.104)$$

El valor de $f_{xw}(\theta_w)$ es simétrico sobre el eje longitudinal del buque. Por lo tanto, cuando $\theta_w > 180^\circ$, se debe usar $360 - \theta_w$ en vez de θ_w para determinar la función de forma.

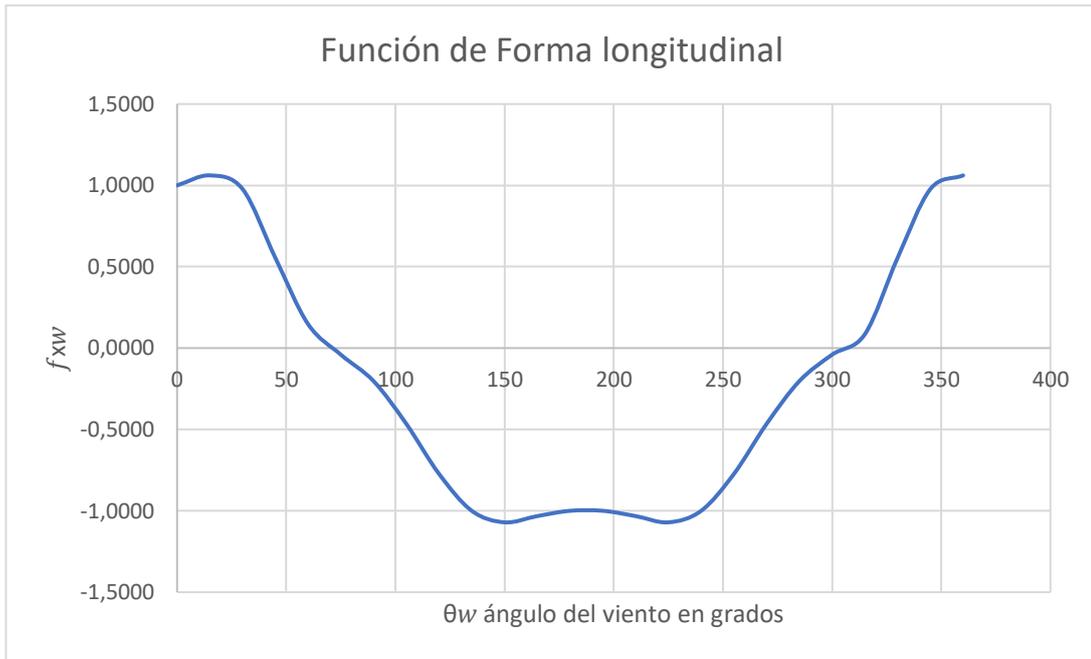


Figura A.27: Función de forma longitudinal

$$M_{xyw} = \frac{\gamma}{2g} * C_{yxw}(\theta_w) * V^2 * A_y * L \quad (A1.105)$$

$$C_{yxw}(\theta_w) = a_1 * \text{sen}\left(\frac{\theta_w * 180^\circ}{\theta_z}\right) \quad \text{para } \theta_w < \theta_z \quad (A1.106)$$

$$C_{yxw}(\theta_w) = a_2 * \text{sen}((\theta_w - \theta_z) * \lambda) \quad \text{para } 180^\circ > \theta_w > \theta_z \quad (A1.107)$$

a_1 : Valor máximo negativo.

a_2 : Valor máximo positivo.

$C_{xyw}(\theta_w)$: Coeficiente de momento

θ_z : Ángulo de momento cero.

$$\lambda = \frac{180^\circ}{180^\circ - \theta_z} \quad (A1.108)$$

Tabla A.12: Variables para determinar el momento debido al viento

[Fuente: UFC(2005)]

Tipo de Embarcación	θ_z	a1	a2	Descripción
Liner	80	0,075	0,14	
Carrier	90	0,068	0,072	
Tanker	95	0,077	0,07	Center island w/ cluttered deck
Tanker	100	0,085	0,04	Center island w/ trim deck
Crucero	90	0,064	0,05	
Destructor	68	0,02	0,12	
Otros:	130	0,13	0,025	stern superstructure
	102	0,096	0,029	Aft midship superstructure
	90	0,1	0,1	midships superstructure
	75	0,03	0,05	forward midships superstructure
	105	0,18	0,12	Bow superstructure

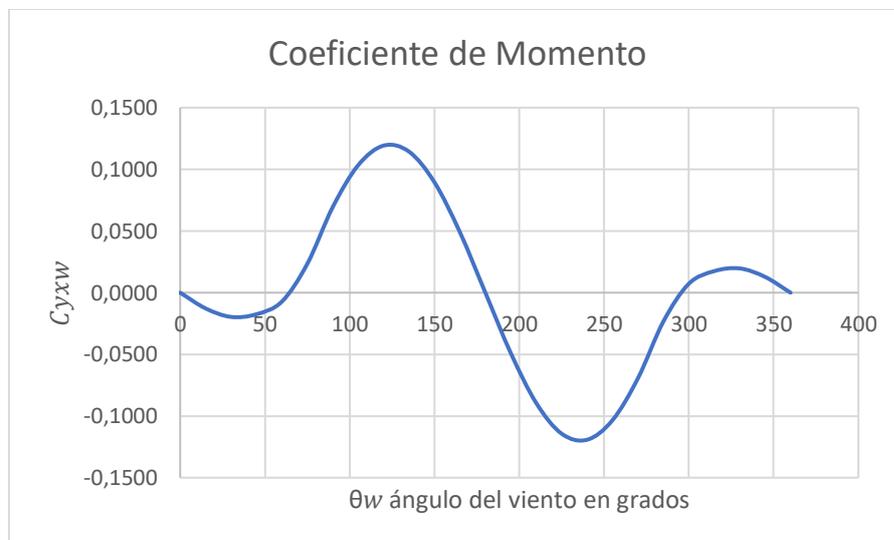


Figura A.28: Coeficiente de Momento

V [m/s] =	9,7
L [m] =	76
γ [N/m ³] =	11,978
g [m/s ²]	9,81
Ax [m ²]	150

Fuerzas del viento en N y N-m			
θ_w	F_{yw}	F_{xw}	M_{xyw}
0	0,0	6031,4	0,0
15	6159,7	6400,5	-33467,3
30	13898,1	5892,8	-51495,0
45	21723,8	3344,1	-45766,5
60	26606,1	887,4	-18924,4
75	27883,5	-243,9	61321,2
90	27796,2	-1224,7	181889,2
105	27883,5	-2810,1	270729,6
120	26606,1	-4667,0	312345,7
135	21723,8	-6033,3	299478,2
150	13898,1	-6458,3	234371,8
165	6159,7	-6227,2	128383,0
180	0,0	-6031,4	0,0

11.2 Fuerza de Amarre debido a la Corriente

El análisis está basado en lo indicado en (UFC, 2005), se obtendrán fuerzas en la dirección longitudinal, transversal y momento debido a la fuerza de la corriente en el buque.

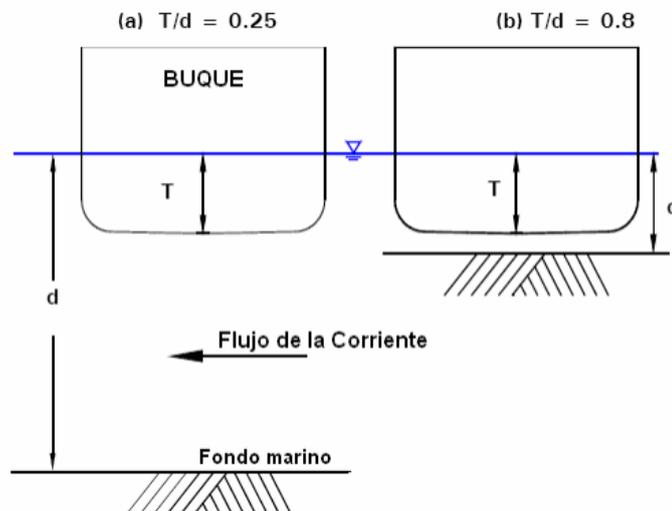


Figura A.29: Relación entre el calado del buque (T) y la profundidad del agua (d)

[Fuente: UFC(2005)]

Se considera el efecto de la corriente si la relación $T/d > 0,25$ en este caso es necesario realizar un análisis por efecto de la corriente.

T [m]	5,5	Calado
d [m]	10	Profundidad

T/d	0,55
-----	------

11.2.1 Fuerza estática transversal de la corriente

$$F_{yc} = 0,5 * \rho_w * V_c^2 * T * L_{wl} * C_{yc} * \sin(\theta_c) \quad (A1.109)$$

$$C_{yc} = C_0 + (C_1 - C_0) * \left(\frac{T}{d}\right)^k \quad (A1.110)$$

$$C_0 = 0,22 * \sqrt{X} \quad (A1.111)$$

$$A_m = C_m * B * T \quad (A1.112)$$

$$X = \frac{L_{wl}^2 * A_m}{B * V} \quad (A1.113)$$

C_1 : Coeficiente de fuerza de resistencia para pequeñas profundidades. Para $T/d = 1$ y corrientes de 1,5 m/s o menores, se recomienda $C_1 = 3,2$.

Para el valor adimensional k se recomienda:

k = 3 Para buques de carga, portaviones y submarinos

k = 2 Para los casos restantes.

Los valores del coeficiente C_m son dados en las tablas características de cada buque. El procedimiento descrito se refiere apenas a condiciones normales de diseño con corrientes moderadas cuya velocidad no supere los 1,5 m/s (2,9 nudos) y buques atracados en canales anchos o puertos.

C_m	0,8
B [m]	16
T [m]	5,5
L_{wl} [m]	76
V [m ³]	2300
d [m]	10
C_1	3,2
k	2

Am [m2]	70,4
X	11,050
Co	0,73
Cyc	1,48

Vc [m/s]	0,5
pw [Kg/m3]	1221

11.2.2 Fuerza estática Longitudinal de la corriente

$$F_{xc} = F_{xForm} + F_{xFriction} + F_{xPro} \quad (A1.114)$$

$$F_{xForm} = 0,5 * \rho_w * V_c^2 * B * T * C_{xcb} * \cos(\theta_c) \quad (A1.115)$$

$$F_{xFriction} = 0,5 * \rho_w * V_c^2 * S * C_{xca} * \cos(\theta_c) \quad (A1.116)$$

$$F_{xPro} = 0,5 * \rho_w * V_c^2 * A_p * C_{Pro} * \cos(\theta_c) \quad (A1.117)$$

$$S = 1,7 * T * L_{wL} + \left(\frac{D}{T * \gamma_w} \right) \quad (A1.118)$$

$$C_{xca} = \frac{0,075}{((\log_{10} R_N) - 2)^2} \quad (A1.119)$$

$$R_N = \left| \frac{V_c * L_{wL} * \cos(\theta_c)}{\nu} \right| \quad (A1.120)$$

$$A_P = \frac{A_{TPP}}{0,838} \quad (A1.121)$$

$$A_{TPP} = \frac{L_{wL} * B}{A_R} \quad (A1.120)$$

Buque	A _R
Destroyer	100
Crucero	160
Portador	125
Carga	240
Tanque	270
Submarino	125

Figura A.30: Valor de Ar para buques

[Fuente: UFC(2005)]

θ_c	Rn	$Cxca$
0	2533333	0,00386747
15	2447012	0,00389406
30	2193931	0,00397958
45	1791337	0,00414605
60	1266667	0,00445584
75	655675	0,00514858
90	0	0,0005378
105	655675	0,00514858
120	1266667	0,00445584
135	1791337	0,00414605
150	2193931	0,00397958
165	2447012	0,00389406
180	2533333	0,00386747

Tabla A.13: Tabla de resultados Fxc

θ_c	$Fxform$	$Fxfriktion$	$Fxpro$	$Fxc [N]$
0	13431	621,6	2214,7	16267
15	12973	604,6	2139,2	15717
30	11632	553,9	1918,0	14104
45	9497	471,2	1566,0	11534
60	6716	358,1	1107,4	8181
75	3476	214,2	573,2	4264
90	0	0,0	0,0	0
105	-3476	-214,2	-573,2	-4264
120	-6716	-358,1	-1107,4	-8181
135	-9497	-471,2	-1566,0	-11534
150	-11632	-553,9	-1918,0	-14104
165	-12973	-604,6	-2139,2	-15717
180	-13431	-621,6	-2214,7	-16267

11.2.3 Momento estático debido a la Corriente

$$M_{xyc} = F_{yc} * L_{wL} * \left(\frac{e_c}{L_{wL}} \right) \quad (A1.121)$$

$$\frac{e_c}{L_{wL}} = a + b * \theta_c \quad (A1.122)$$

SHIP	a Y-INTERCEPT	b SLOPE PER DEGREE	NOTES
SERIES 60	-0.291	0.00353	Full hull form typical of cargo ships
FFG	-0.201	0.00221	"Rounded" hull typical of surface warships
CVE-55	-0.168	0.00189	Old attack aircraft carrier
SS-212	-0.244	0.00255	Old submarine

Figura A.31: Variables para determinar el cociente de excentricidad

[Fuente: UFC(2005)]

Tabla A.14: Resultados fuerzas debido a corriente

ϑ_w	F_{yc} [N]	F_{xc} [N]	M_{xyc} [N-m]
0	0	16267	0
15	24406,1	15717	-371754
30	47148,9	14104	-716100
45	66678,6	11534	-1009786
60	81664,3	8181	-1233140
75	91084,7	4264	-1371384
90	94297,8	0	-1415614
105	91084,7	-4264	-1363373
120	81664,3	-8181	-1218776
135	66678,6	-11534	-992195
150	47148,9	-14104	-699514
165	24406,1	-15717	-361022
180	0	-16267	0

ANEXO 2: PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO.

PRESUPUESTO DE OBRA

Obra: Diseño Estructural de la infraestructura portuaria de la capitania de posorja

Cálculos: Pedro Burgos Guizado
Anthony Balón Cortez

Ubicación: Parroquia de Posorja, Guayaquil, Guayas

Hoja: 1 / 1

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	Unidad	Cantidad	PRECIOS	
				Unitario	Total
100	MOVILIZACIÓN				\$20 576,56
101	Movilización de Equipos y personal (Incluye adecuación del lugar)	global	1	12 176,56	\$ 12 176,56
103	Desmovilización de equipos y personal	global	1	8400,00	\$ 8 400,00
200	PILOTES CIRCULARES DE ACERO				\$2 139 241,33
201	Pilotes de Acero D = 80cm e = 4cm, (incluye soldadura)	Ton	252	2 013,44	\$ 507 387,08
202	Pilotes de Acero D = 60cm e = 3cm, (incluye soldadura)	Ton	703	1 997,78	\$ 1 404 440,91
203	Pilotes de Acero D = 25 cm, (incluye soldadura)				
204	Hincado de pilotes verticales	m	864	230,36	\$ 199 027,79
205	Hincado de pilotes inclinados	m	48	455,08	\$ 21 843,66
206	Pruebas de carga dinámica en pilotes	und	5	1 308,38	\$ 6 541,88
300	MOVIMIENTO DE TIERRA				\$ 2 071,46
301	Excavación y Desalojo (5,5 km)	m ³	61,25	14,36	\$ 879,71
302	Relleno Compactado incluye transporte	m ³	48,25	18,34	\$ 885,10
303	Relleno Compactado (cimiento del muro) incluye transporte	m ³	17,5	17,52	\$ 306,65
400	PLATAFORMA DE OPERACIÓN Y ACCESO				\$135 734,90
401	Vigas cabezal Tipo I h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	23,4	520,64	\$ 12 182,90
402	Vigas cabezal Tipo II h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	34	441,89	\$ 15 024,15
403	Vigas cabezal Tipo III h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	11,3	488,44	\$ 5 519,34
404	Vigas doble T prefabricadas de h.a. (Tipo 1)	und	76	1 142,54	\$ 86 832,71
405	Losas de 3 cm h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	22,29	404,95	\$ 9 026,31
406	Muro de contención h.a (incluye acero)	m ³	10,27	352,64	\$ 3 621,57
407	Planchas de neopreno e = 30 mm	und	152	23,21	\$ 3 527,92
500	DOLPHINS AMARRE-ATRAQUE				\$55 612,39
501	Cabezales de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	81,48	453,44	\$ 36 946,03
502	Pantallas de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	36,48	511,69	\$ 18 666,36
600	OTROS				\$3 531,29
601	Junta de construcción	m	47	75,13	\$ 3 531,29
602	Fabricación e instalación de pasarelas metálicas				
700	EQUIPOS				\$2 985,53
701	Defensas para muelle	m	26	56,25	\$ 1 462,53
702	Bolardo fijo de acero inoxidable; 10 tf	und	6	253,83	\$ 1 523,00
COSTO DIRECTO					\$2 359 753,47
COSTO INDIRECTO (20%)					\$ 471 836,10
TOTAL PRESUPUESTADO PARA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA					\$ 2 831 589,57

COSTOS INDIRECTOS

Gastos Administrativos								
Item	Costo/mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Total
Gerente	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 15 000,00
Contador	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 850,00	\$ 5 100,00
Secretaria	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Oficina	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
Muebles de Oficina	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 3 000,00
Equipo de Oficina	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 3 900,00
Luz	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 420,00
Agua	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ 36,00
Telefono	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 360,00
Vehículo Alquiler	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 720,00
Útiles de Oficina	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 1 800,00
Art. De Limpieza	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 300,00
Conserje	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 2 700,00
Chofer	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
TOTAL	\$ 7 756,00							\$ 46 536

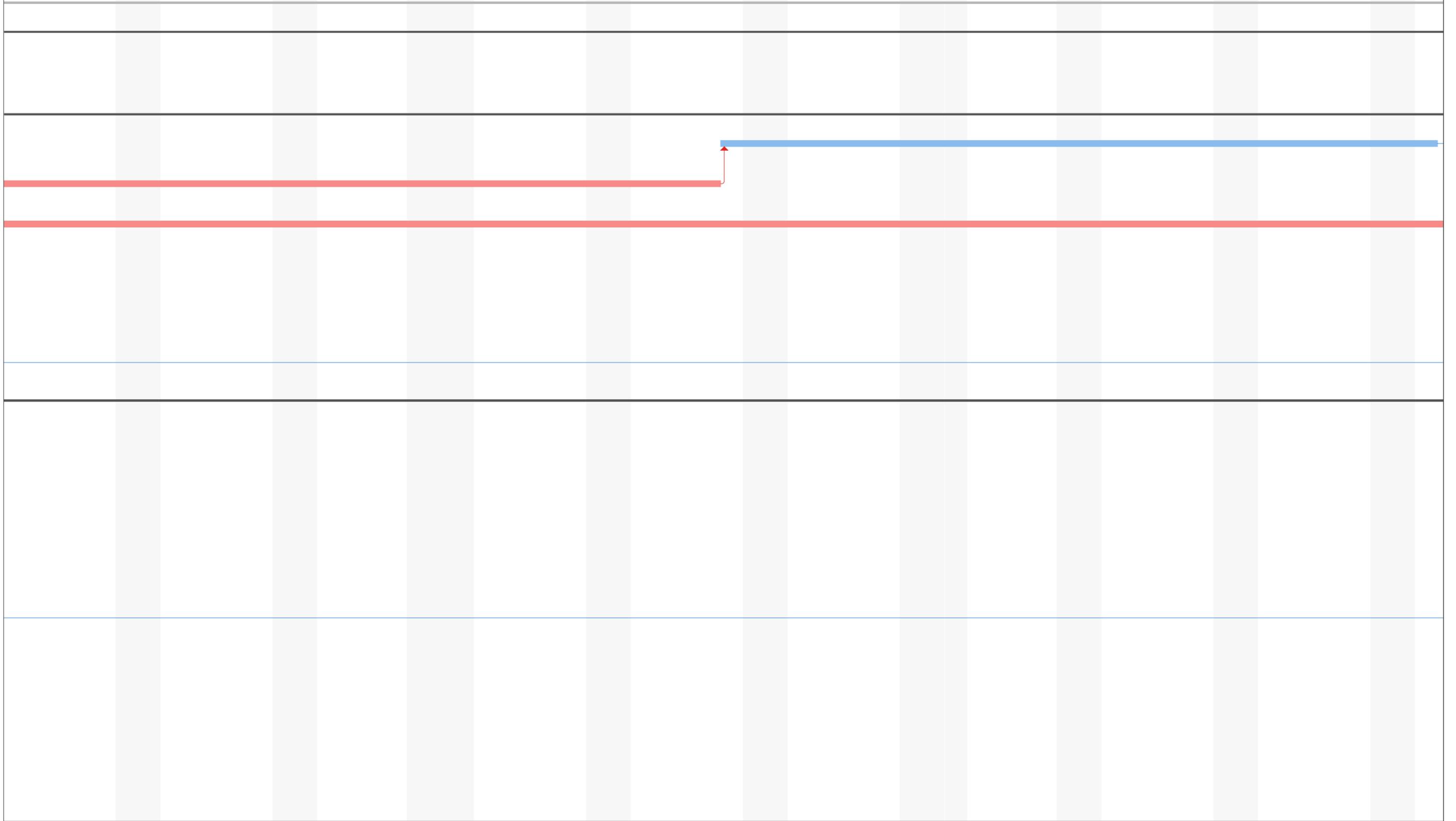
Gastos de Operación								
Item	Costo/mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Total
Residente	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 9 000,00
Ayudante de Residente	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Oficina de Campo (Container)	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 18 000,00
Secretaria	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Ayudante de Secretaria	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 2 700,00
Guardia	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
Chofer	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 4 200,00
Equipos de Oficina	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 3 900,00
Servicios Básicos (Agua, Luz, telefono)	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 1 120,00	\$ 6 720,00
Área de Vestidores	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 600,00
Inspector de Soldadura	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 4 800,00
Vehículo Alquiler (2)	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 200,00	\$ 1 200,00
Servicios Higiénicos	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 900,00
Vestidores (Duchas y Lavamanos)	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00	\$ 9 000,00
Bodeguero	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 3 600,00
Art. De Limpieza	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 600,00
Conserje	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 450,00	\$ 2 700,00
TOTAL	\$ 13 620,00							\$ 81 720

Gastos Administrativos	1,97%	\$ 46 536,00
Gastos de Operación	3,46%	\$ 81 720,00
Utilidad	10,91%	\$ 257 449,10
Imprevistos	3%	\$ 70 792,60
Financiamiento	0,65%	\$ 15 338,40
TOTAL	20,00%	\$ 471 836,10

CÁLCULO DE CRONOGRAMA VALORADO

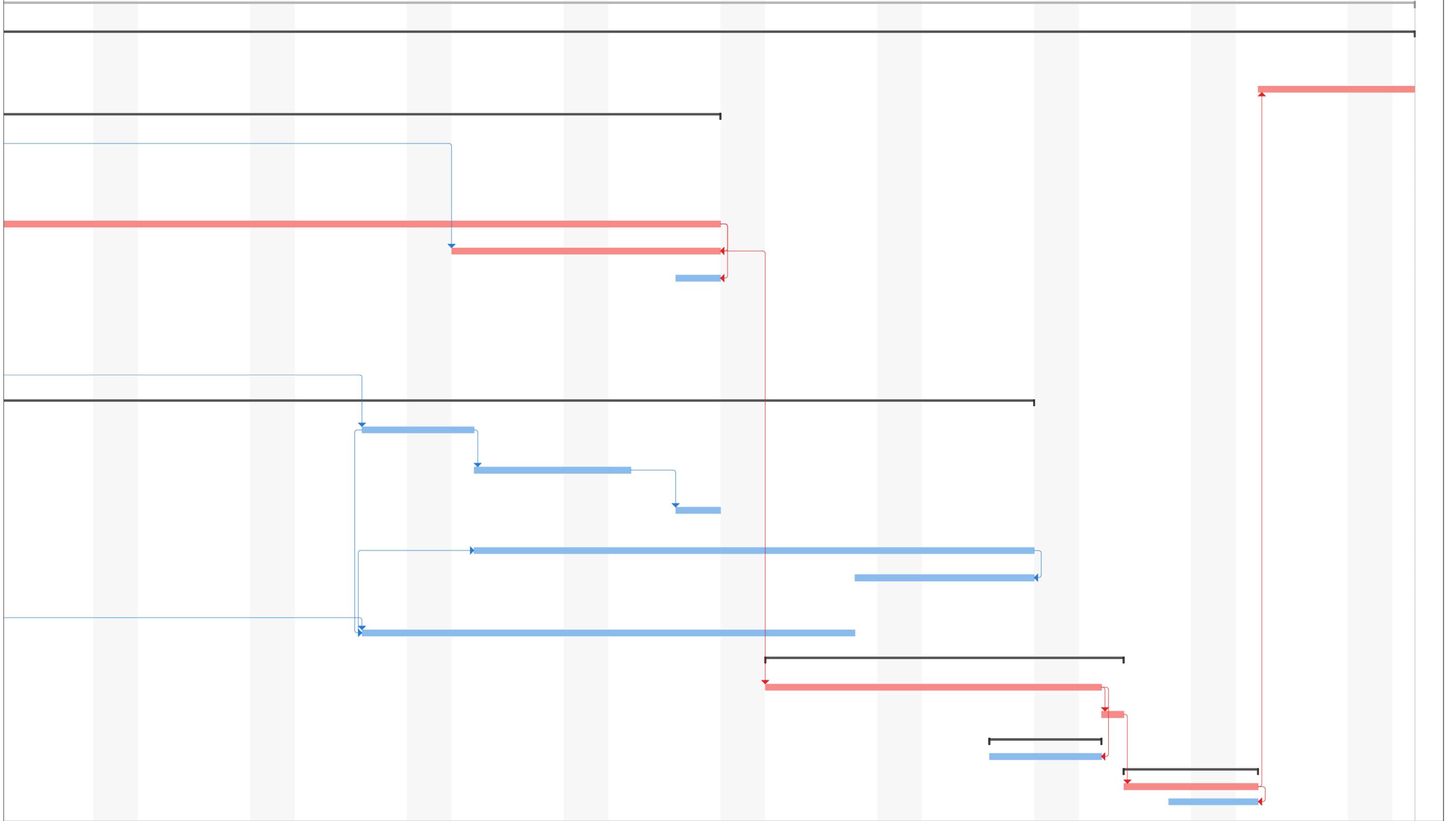
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	Unidad	Cantidad	PRECIOS		Rendimiento (und/h)	Duración [Horas]	Duración [Días]	
				Unitario	Total				
100	MOVILIZACIÓN								
					\$20 576,56				
101	Movilización de Equipos y personal (Incluye adecuación del lugar)	global	1	12 176,56	\$ 12 176,56				5
103	Desmovilización de equipos y personal	global	1	8400	\$ 8 400,00				5
200	PILOTES CIRCULARES DE ACERO								
					\$2 139 241,33				
201	Pilotes de Acero D = 80cm e = 4cm, (incluye soldadura)	Ton	252	2 013,44	\$ 507 387,08	1,50	168,00	21,00	21
202	Pilotes de Acero D = 60cm e = 3cm, (incluye soldadura)	Ton	703	1 997,78	\$ 1 404 440,91	1,88	374,93	46,87	47
204	Hincado de pilotes verticales	m	864	230,36	\$ 199 027,79	1,25	691,20	86,40	87
205	Hincado de pilotes inclinados	m	48	455,08	\$ 21 843,66	0,63	76,80	9,60	10
206	Pruebas de carga dinámica en pilotes	und	5	1 308,38	\$ 6 541,88	0,38	13,33	1,67	2
300	MOVIMIENTO DE TIERRA								
					\$ 2 071,46				
301	Excavación y Desalojo (5,5 km)	m ³	61,25	14,36	\$ 879,71	6,75	9,07	1,13	2
302	Relleno Compactado incluye transporte	m ³	48,25	18,34	\$ 885,10	6,25	7,72	0,97	1
303	Relleno Compactado (cimiento del muro) incluye transporte	m ³	17,5	17,52	\$ 306,65	3,75	4,67	0,58	1
400	PLATAFORMA DE OPERACIÓN Y ACCESO								
					\$132 206,98				
401	Vigas cabezal Tipo I h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	23,4	520,64	\$ 12 182,90	1,00	23,40	2,93	3
402	Vigas cabezal Tipo II h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	34	441,89	\$ 15 024,15	1,00	34,00	4,25	5
403	Vigas cabezal Tipo III h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	11,3	488,44	\$ 5 519,34	1,00	11,30	1,41	2
404	Vigas doble T prefabricadas de h.a. (Tipo 1)	und	76	1 142,54	\$ 86 832,71	0,50	152,00	19,00	19
405	Losas de 3 cm h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	22,29	404,95	\$ 9 026,31	0,50	44,58	5,57	6
406	Muro de contención h.a (incluye acero)	m ³	10,27	352,64	\$ 3 621,57	5,00	2,05	0,26	1
407	Planchas de neopreno e = 30 mm	und	152	23,21	\$ 3 527,92	1,25	121,60	15,20	16
500	DOLPHINS AMARRE-ATRAQUE								
					\$55 612,39				
501	Cabezales de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	81,48	453,44	\$ 36 946,03	1,00	81,48	10,19	11
502	Pantallas de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	m ³	36,48	511,69	\$ 18 666,36	5,00	7,30	0,91	1
600	OTROS								
					\$3 531,29				
601	Junta de construcción	m	47	75,13	\$ 3 531,29	2,00	23,50	2,94	3
700	EQUIPOS								
					\$2 985,53				
701	Defensas para muelle	m	26	56,25108571	\$ 1 462,53	0,88	29,71	3,71	4
702	Bolardo fijo de acero inoxidable; 10 tf	und	6	253,83	\$ 1 523,00	0,50	12,00	1,50	2
COSTO DIRECTO					\$2 356 225,55				
COSTO INDIRECTO (17%)					\$ 471 130,69				
TOTAL PRESUPUESTADO PARA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA					\$ 2 827 356,24				

13 abr '20 L M X J V S D | 20 abr '20 L M X J V S D | 27 abr '20 L M X J V S D | 4 may '20 L M X J V S D | 11 may '20 L M X J V S D | 18 may '20 L M X J V S D | 25 may '20 L M X J V S D | 1 jun '20 L M X J V S D | 8 jun '20 L M X J V S D | 15 jun '20 L M X J V S D



Proyecto: Cronograma construc
 Fecha: vie 7/2/20

Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	División crítica
División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual



Proyecto: Cronograma construc
 Fecha: vie 7/2/20

Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	División crítica
División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 102 **Unidad:** global
Detalle: Desmovilización de Equipos y personal
Rendimiento: Unidades/Día **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Trasporte	20,00	#N/A	1,00	420,00	8 400,00	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	8 400,00
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)	20,00% x (CD)	1 679,59
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO	CI+CD	10 079,59
	VALOR OFERTADO		10 079,59

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 201 **Unidad** Ton
Detalle: Pilotes de Acero D = 80cm e = 4cm, (incluye soldadura)
Rendimiento: 12 **Unidades/Día** 0,667 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra			-	-	0,22	
soldadora	1,00	1,50	1,50	0,67	0,36	
Grúa	1,00	70,00	70,00	0,67	46,67	
Moladora	1,00	4,50	4,50	0,67	3,00	
Montacarga	1,00	25,00	25,00	0,67	16,67	
Compresor	1,00	10,00	10,00	0,67	6,67	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					73,58	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Soldador	1,00	3,82	3,82	0,67	2,55	
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	0,67	2,28	
EO C2 Perfilero	1,00	3,65	3,65	0,67	2,43	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					7,26	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Acero Estructural Rolado	Kg	1000,00	1,90	1897,50		
Soldadura	Kg	30,00	1,15	34,50		
Anticorrosivo Cromato 5 (CO)	gal	0,05	12,00	0,60		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					1932,60	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					2 013,44	
2 COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)					402,59	
3 COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD					2 416,03	
VALOR OFERTADO					2 416,03	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

VAE DEL RUBRO

PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
0,01%	0	-		#VALUE!
0,02%	0	-		#VALUE!
2,32%	491150011	NP	0%	0,00%
0,15%	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
0,83%	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
0,33%	442400111	NP	0%	0,00%
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
3,65%				
PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
0,13%	2,114583225	14,48		#VALUE!
0,11%	2,129618695	12,82		#VALUE!
0,12%	2,119776697	13,75		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
0,36%				
PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
94,24%	0	-		#VALUE!
1,71%	0	-		#VALUE!
0,03%	351100212	EP	100%	0,03%
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
95,98%				
PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE (%)	VAE (%) ELEMENTO
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
	0	-		#VALUE!
0,00%				
100,00%			-	

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 202 **Unidad** Ton
Detalle: Pilotes de Acero D = 60cm e = 3cm, (incluye soldadura)
Rendimiento: 15 **Unidades/Día** 0,533 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		0,17
soldadora	1,00	1,50	1,50	0,53		0,80
Grúa	1,00	70,00	70,00	0,53		37,33
Moladora	1,00	4,50	4,50	0,53		2,40
Montacarga	1,00	25,00	25,00	0,53		13,33
Compresor	1,00	10,00	10,00	0,53		5,33
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						59,37
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Soldador	1,00	3,82	3,82	0,53		2,04
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	0,53		1,82
EO C2 Perfilero	1,00	3,65	3,65	0,53		1,95
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						5,81
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Acero Estructural Rolado	Kg	1 000,00	1,90	1 897,50		
Soldadura	Kg	30,00	1,15	34,50		
Anticorrosivo Cromato 5 (CO)	gal	0,05	12,00	0,60		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
	-	-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						1 932,60
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
				1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		1 997,78
				2 COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)		399,46
				3 COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD		2 397,24
				VALOR OFERTADO		2 397,24

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 204 **Unidad** m
Detalle: Hincado de pilotes verticales
Rendimiento: 10 **Unidades/Día** 0,800 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,35	
Teodolito e Implementos	1,00	3,00	3,00	0,80	2,40	
Gabarra	1,00	125,00	125,00	0,80	100,00	
Grua de Castillo 30 Ton	1,00	80,00	80,00	0,80	64,00	
Martillo Neumático	1,00	65,00	65,00	0,80	52,00	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					218,75	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Topógrafo	1,00	3,82	3,82	0,80	3,06	
EO E2 Ayudante	2,00	3,42	6,84	0,80	5,47	
EO B1 Residente	1,00	3,85	3,85	0,80	3,08	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					11,61	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					-	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					230,36	
2 COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)					46,06	
3 COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD					276,42	
VALOR OFERTADO					276,42	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 205 **Unidad** m
Detalle: Hincado de pilotes inclinados
Rendimiento: 5 **Unidades/Día** 1,600 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,53	
Teodolito e Implementos	1,00	3,00	3,00	1,60	4,80	
Gabarra	1,00	125,00	125,00	1,60	200,00	
Grua de Castillo 30 Ton	1,00	80,00	80,00	1,60	128,00	
Martillo Neumático	1,00	65,00	65,00	1,60	104,00	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					437,33	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Topógrafo	1,00	3,82	3,82	1,60	6,11	
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	1,60	5,47	
EO B1 Residente	1,00	3,85	3,85	1,60	6,16	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					17,74	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
	-		-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					-	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					455,08	
2 COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)					90,99	
3 COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD					546,07	
VALOR OFERTADO					546,07	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 206 **Unidad** und
Detalle: Pruebas de carga dinámica en pilotes
Rendimiento: 3 **Unidades/Día** 2,667 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		1,60
Gabarra	1,00	125,00	125,00	2,67		333,33
Grúa de Castillo 30 Ton	1,00	80,00	80,00	2,67		213,33
Martillo Neumático	1,00	65,00	65,00	2,67		173,33
Equipo de Medición	1,00	200,00	200,00	2,67		533,33
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						1 254,94
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	1,00	3,82	3,82	2,67		10,19
EO E2 Ayudante	2,00	3,42	6,84	2,67		18,24
Ingeniero Especialista	1,00	9,38	9,38	2,67		25,01
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						53,44
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
	-					0
	m3					0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						-
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:		1 308,38
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)			20,00% x (CD)		261,61
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD		1 569,99
	VALOR OFERTADO					1 570,00

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 301 **Unidad** m3
Detalle: Excavación y Desalojo (5,5 km)
Rendimiento: 54 **Unidades/Día** 0,148 **Horas/unid**

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,03		
Excavadora de Oruga	1,00	80,00	80,00	0,15	11,85		
Bomba de Agua	1,00	4,00	4,00	0,15	0,59		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					12,48		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
EO C1 Maestro de Obras	0,10	3,82	0,38	0,15	0,06		
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	0,15	0,51		
EO D2 Operador de Equipo	1,00	3,46	3,46	0,15	0,51		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1,08		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
	-		-	0			
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				-			
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
Desalojo de material	3,00	m ³ / km	1,00	0,27	0,81		
		-		-	0		
		-		-	0		
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					0,81		
				1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	14,36
				2	COSTOS INDIRECTOS (CI)	20,00% x (CD)	2,87
				3	COSTO TOTAL DEL RUBRO	CI+CD	17,23
					VALOR OFERTADO		17,23

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA

.ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 302 **Unidad** m3
Detalle: Relleno Compactado incluye transporte
Rendimiento: 50 **Unidades/Día** 0,160 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Retroexcavadora	1,00	26,00	26,00	0,16	4,16	
Rodillo Liso Vibratorio	1,00	30,00	30,00	0,16	4,80	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					8,96	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obras	0,10	3,82	0,38	0,16	0,06	
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	0,16	0,55	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0,61	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Cascajo importado	1,00	1,05	5,77	6,08		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					6,08	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Transporte de material petreo	10,00	m³ / km	1,00	0,27	2,70	
		-	-	-	0	
		-	-	-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					2,70	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	18,34	
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)			20,00% x (CD)	3,67	
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	22,01	
VALOR OFERTADO					22,01	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 303 **Unidad** m3
Detalle: Relleno Compactado (cimiento del muro) incluye transporte
Rendimiento: 30 **Unidades/Dia** 0,267 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Retroexcavadora	1,00	26,00	26,00	0,27	6,93	
Compactador Pequeño Manual	1,00	3,00	3,00	0,27	0,80	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					7,73	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro de Obras	0,10	3,82	0,38	0,27	0,10	
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	0,27	0,91	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1,01	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Cascajo importado	m3	1,05	5,77	6,08		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				6,08		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Transporte de material petreo	10,00	m³ / km	1,00	0,27	2,70	
		-	-	-	0	
		-	-	-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					2,70	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	17,52	
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)			20,00% x (CD)	3,50	
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	21,03	
	VALOR OFERTADO				21,03	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 401 **Unidad** m3
Detalle: Vigas cabezal Tipo I h.a. fundidos en sitio (incluye acero)
Rendimiento: 8 **Unidades/Dia** 1,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,94	
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	1,00	1,75	
Bomba de Hormigón	1,00	13,65	13,65	1,00	13,65	
Cortadora-Dobladora	2,00	1,60	3,20	1,00	3,20	
Vibrador	1,00	2,50	2,50	1,00	2,50	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					22,04	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	1,00	1,91	
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	1,00	10,26	
EO D2 Fierro	2,00	3,46	6,92	1,00	6,92	
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	1,00	1,93	
EO D2 Albañil	3,00	3,46	10,38	1,00	10,38	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					31,40	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	160,00	160,00		
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	Kg	116,00	0,95	110,20		
Alambre Recocido # 18	Kg	1,00	1,00	1,00		
Encofrado: Tableros, Puntales y Vigas	m2	4,90	40,00	196,00		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					467,20	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	520,64	
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)			20,00% x (CD)	104,10	
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	624,74	
	VALOR OFERTADO				624,74	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 302 **Unidad** m3
Detalle: Vigas cabezal Tipo II h.a. fundidos en sitio (incluye acero)
Rendimiento: 8 **Unidades/Día** 1,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,94	
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	1,00	1,75	
Bomba de Hormigón	1,00	13,65	13,65	1,00	13,65	
Cortadora-Dobladora	2,00	1,60	3,20	1,00	3,20	
Vibrador	1,00	2,50	2,50	1,00	2,50	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					22,04	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	1,00	1,91	
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	1,00	10,26	
EO D2 Fierro	2,00	3,46	6,92	1,00	6,92	
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	1,00	1,93	
EO D2 Albañil	3,00	3,46	10,38	1,00	10,38	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					31,40	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	160,00	160,00		
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	Kg	71,00	0,95	67,45		
Alambre Recocido # 18	Kg	1,00	1,00	1,00		
Encofrado: Tableros, Puntales y Vigas	m2	4,00	40,00	160,00		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				388,45		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	441,89	
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)			20,00% x (CD)	88,36	
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	530,24	
	VALOR OFERTADO				530,24	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 403 **Unidad** m3
Detalle: Vigas cabezal Tipo III h.a. fundidos en sitio (incluye acero)
Rendimiento: 8 **Unidades/Dia** 1,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,94	
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	1,00	1,75	
Bomba de Hormigón	1,00	13,65	13,65	1,00	13,65	
Cortadora-Dobladora	2,00	1,60	3,20	1,00	3,20	
Vibrador	1,00	2,50	2,50	1,00	2,50	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					22,04	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	1,00	1,91	
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	1,00	10,26	
EO D2 Fierro	2,00	3,46	6,92	1,00	6,92	
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	1,00	1,93	
EO D2 Albañil	3,00	3,46	10,38	1,00	10,38	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					31,40	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	160,00	160,00		
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	Kg	200,00	0,95	190,00		
Alambre Recocido # 18	Kg	1,00	1,00	1,00		
Encofrado: Tableros, Puntales y Vigas	m2	2,10	40,00	84,00		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					435,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				-	-	
				-	0	
				-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
			1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		488,44
			2	COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)		97,66
			3	COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD		586,10
				VALOR OFERTADO		586,10

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 404 **Unidad** und
Detalle: Vigas doble T prefabricadas de h.a. (Tipo 1)
Rendimiento: 4 **Unidades/Día** 2,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,85	
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	2,00	3,50	
Gabarra	1,00	125,00	125,00	2,00	250,00	
Grua de Castillo 30 Ton	1,00	80,00	80,00	2,00	160,00	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					414,35	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	2,00	3,82	
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	2,00	20,52	
		-	-	-	-	
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	2,00	3,85	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					28,19	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Viga Doble T presforzada	und	1,00	700,00	700,00		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					700,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
				1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:		1 142,54
				2 COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)		228,45
				3 COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD		1 370,99
				VALOR OFERTADO		1 371,00

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 405 **Unidad** m3
Detalle: Losas de 3 cm h.a. fundidos en sitio (incluye acero)
Rendimiento: 4 **Unidades/Día** 2,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		1,88
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	2,00		3,50
Bomba de Hormigón	1,00	13,65	13,65	2,00		27,30
Cortadora-Dobladora	2,00	1,60	3,20	2,00		6,40
Vibrador	1,00	2,50	2,50	2,00		5,00
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						44,08
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	2,00		3,82
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	2,00		20,52
EO D2 Ferrero	2,00	3,46	6,92	2,00		13,84
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	2,00		3,85
EO D2 Albañil	3,00	3,46	10,38	2,00		20,76
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						62,79
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	160,00			160
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	Kg	124,50	0,95			118,28
Alambre Recocido # 18	Kg	1,00	1,00			1
Encofrado: Tableros, Puntales y Vigas	m2	0,47	40,00			18,8
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						298,08
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					404,95
2	COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)					80,97
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD					485,92
	VALOR OFERTADO					485,92

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 406 **Unidad** m3
Detalle: Muro de Contención h.a (incluye acero)
Rendimiento: 40 **Unidades/Dia** 0,200 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		0,11
Vibrador de Manguera	1,00	4,00	4,00	0,20		0,80
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						0,91
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Mestro	0,50	3,82	1,91	0,20		0,38
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	0,20		2,05
EO D2 Fierro	2,00	3,46	6,92	0,20		1,38
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						3,82
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	180,00			180,00
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	Kg	52,74	0,95			50,10
Alambre Recocido # 18	Kg	1,00	1,00			1,00
Encofrado: Tableros, Puntales y Vigas	m2	2,92	40,00			116,80
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						347,90
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
						-
						0
						0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	352,64
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)				20,00% x (CD)	70,51
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	423,15
	VALOR OFERTADO					423,15

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 407 **Unidad** und
Detalle: Planchas de Neopreno e= 30mm
Rendimiento: 10 **Unidades/Dia** 0,800 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		0,21
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						0,21
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	0,80		1,53
EO E2 Ayudante	2,00	3,42	6,84	0,80		5,47
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						7,00
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Neopreno 200x200x30	u	1,00	16,00			16,00
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						16,00
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					23,21
2	COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)					4,64
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD					27,85
	VALOR OFERTADO					27,85

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 501 **Unidad** m3
Detalle: Cabezales de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)
Rendimiento: 8 **Unidades/Día** 1,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,94	
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	1,00	1,75	
Bomba de Hormigón	1,00	13,65	13,65	1,00	13,65	
Cortadora-Dobladora	2,00	1,60	3,20	1,00	3,20	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					19,54	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	1,00	1,91	
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	1,00	10,26	
EO D2 Fierro	2,00	3,46	6,92	1,00	6,92	
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	1,00	1,93	
EO D2 Albañil	3,00	3,46	10,38	1,00	10,38	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					31,40	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	116,00	116,00		
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	Kg	90,00	0,95	85,50		
Alambre Recocido # 18	Kg	1,00	1,00	1,00		
Encofrado: Tableros, Puntales y Vigas	m2	5,00	40,00	200,00		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				402,50		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	453,44	
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)			20,00% x (CD)	90,67	
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	544,10	
	VALOR OFERTADO				544,10	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 502 **Unidad** m3
Detalle: Pantallas de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)
Rendimiento: 40 **Unidades/Día** 0,200 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-	0,19	
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	0,20	0,35	
Bomba de Hormigón	1,00	13,65	13,65	0,20	2,73	
Cortadora-Dobladora	2,00	1,60	3,20	0,20	0,64	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					3,91	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	0,20	0,38	
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	0,20	2,05	
EO D2 Fierro	2,00	3,46	6,92	0,20	1,38	
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	0,20	0,39	
EO D2 Albañil	3,00	3,46	10,38	0,20	2,08	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					6,28	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	116,00	116,00		
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	Kg	110,00	0,95	104,50		
Alambre Recocido # 18	Kg	1,00	1,00	1,00		
Encofrado: Tableros, Puntales y Vigas	m2	7,00	40,00	280,00		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
		-	-	0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				501,50		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	511,69	
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)			20,00% x (CD)	102,31	
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO			CI+CD	614,00	
	VALOR OFERTADO				614,00	

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 601 **Unidad** m
Detalle: Junta de construcción
Rendimiento: 16 **Unidades/Día** 0,500 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		0,21
Andamio metálico	5,00	0,35	1,75	0,50		0,88
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						1,09
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Maestro	0,50	3,82	1,91	0,50		0,96
EO E2 Ayudante	3,00	3,42	10,26	0,50		5,13
		-	-	-		-
EO B1 Residente	0,50	3,85	1,93	0,50		0,96
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						7,05
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Junta de dilatación tipo TRANSFLEX B-7 (inc. todos los accesorios)	und	1,00	67,00			67,00
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						67,00
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					75,13
2	COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)					15,02
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD					90,16
	VALOR OFERTADO					90,16

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 602 **Unidad** m
Detalle: Fabricación e instalación de pasarelas metálicas
Rendimiento: 7 **Unidades/Día** 1,143 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		0,25
soldadora	1,00	1,50	1,50	1,14		1,71
Cortadora	1,00	5,00	5,00	1,14		5,71
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						7,68
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1 Soldador	1,00	3,82	3,82	1,14		4,37
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	1,14		3,91
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						8,27
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Tubo metálico D = 5cm	m	4,00	3,20			12,80
Pintura con inhibidor de corrosión	galón	0,50	55,00			27,50
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
		-	-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						40,30
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
						-
						0
						0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:				56,25
	2	COSTOS INDIRECTOS (CI) 20,00% x (CD)				11,25
	3	COSTO TOTAL DEL RUBRO CI+CD				67,50
		VALOR OFERTADO				67,50

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 701 **Unidad** m
Detalle: Defensa para muelle
Rendimiento: 7 **Unidades/Día** 1,143 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 3% de mano de obra			-	-	-	0,25
soldadora		1,00	1,50	1,50	1,14	1,71
Cortadora		1,00	5,00	5,00	1,14	5,71
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						7,68
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EO C1	Soldador	1,00	3,82	3,82	1,14	4,37
EO E2	Ayudante	1,00	3,42	3,42	1,14	3,91
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						8,2743
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO
Defensa, caucho E1.4.		m	4,00	3,20		12,80
Pintura con inhibidor de corrosión		galón	0,50	55,00		27,50
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						40,30
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			-		-	-
			-		-	0
			-		-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	56,25
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)				20,00% x (CD)	11,25
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	67,50
	VALOR OFERTADO					67,50

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

FECHA .ENERO/2020

FIRMA

Nombre del Oferente: Pedro Burgos; Anthony Balón
Proyecto: Diseño Estructural de la Infraestructura portuaria de la Capitanía de Posorja

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 702 **Unidad** und
Detalle: Bolardo fijo de acero inoxidable; 10 tf
Rendimiento: 4 **Unidades/Día** 2,000 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 3% de mano de obra		-	-	-		0,41
Bomba de Hormigón	1,00	13,65	13,65	2,00		27,30
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						27,7128
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
EO D2 Albañil	1,00	3,46	3,46	2,00		6,92
EO E2 Ayudante	1,00	3,42	3,42	2,00		6,84
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						13,76
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Bolardo fijo cilíndrico, altura 98cm, diametro 10cm incluye pernos de anclaje	unidad	1,00	96,36			96,36
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1,00	116,00			116,00
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
	-		-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						212,36
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-		-
		-		-		0
		-		-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)				TOTAL CD:	253,83
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)				20,00% x (CD)	50,75
3	COSTO TOTAL DEL RUBRO				CI+CD	304,59
	VALOR OFERTADO					304,59

****VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA**

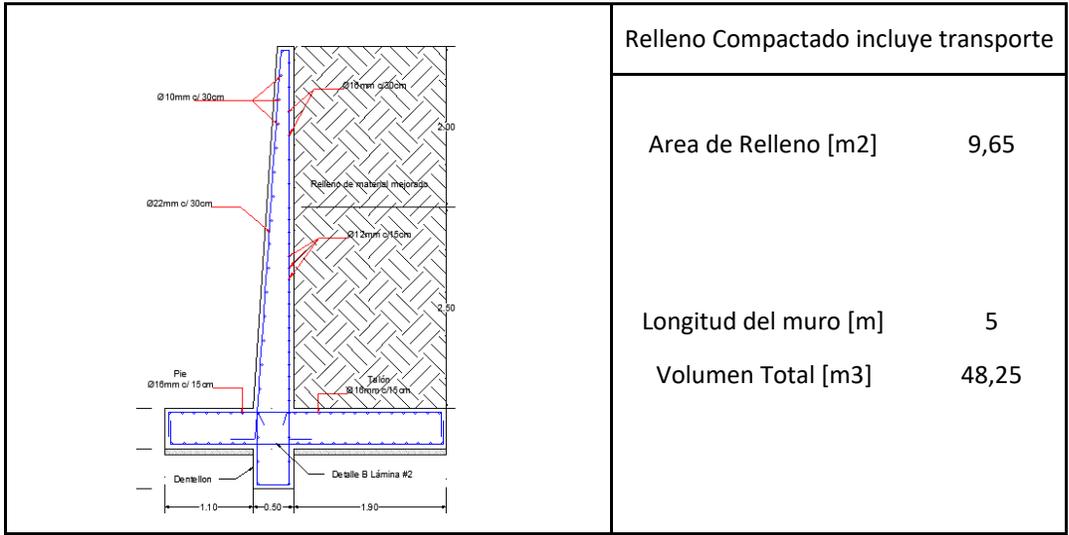
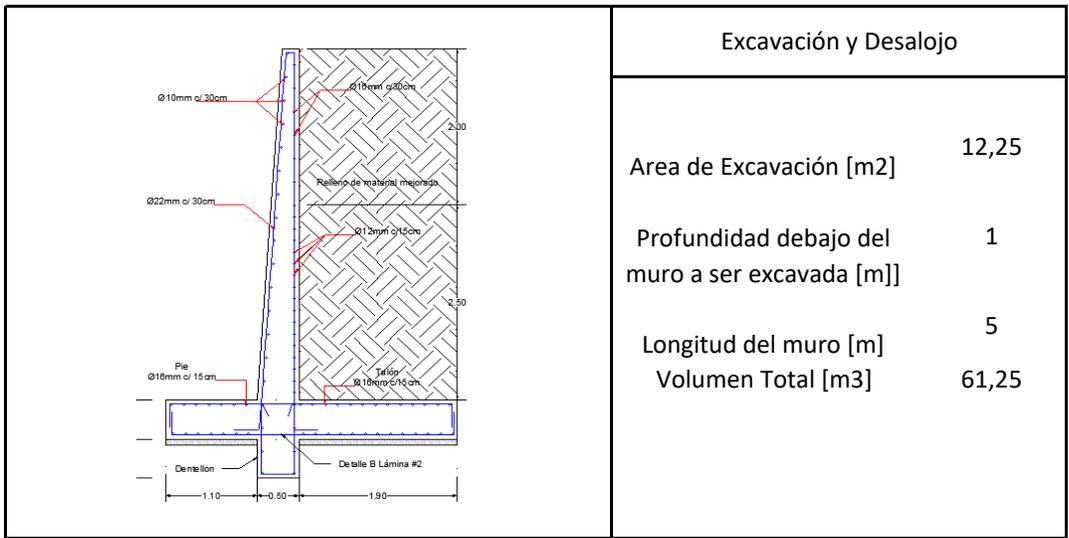
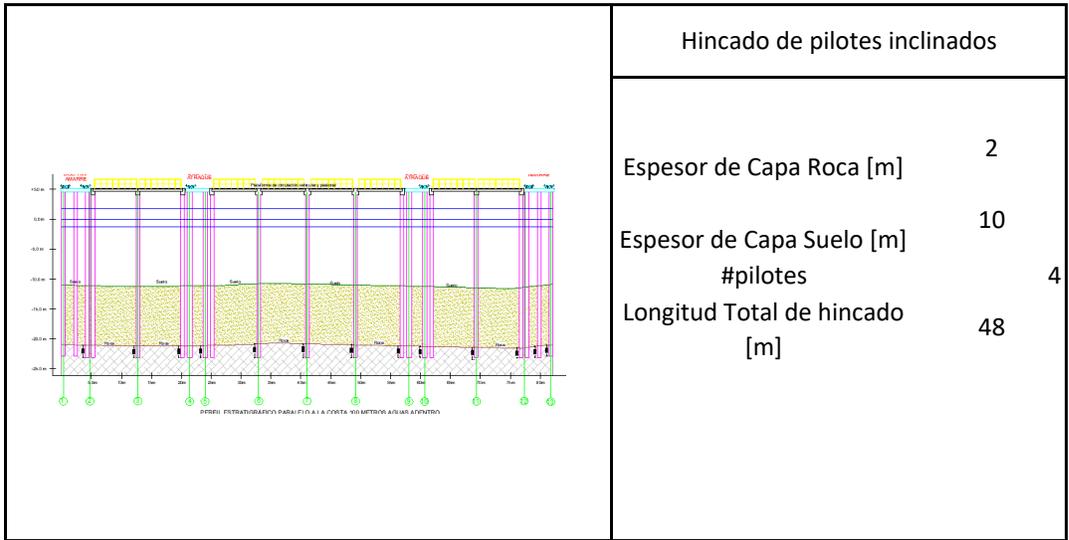
FECHA .ENERO/2020

FIRMA

	Pilotes de Acero D = 80cm e = 4cm, (incluye soldadura)	
	Diametro [m] Espesor [m] Área [m ²] Longitud [m] #pilotes Volumen [m ³] Volumen Total [m ³] Densidad [Ton/m ³] Peso [Ton]	0,8 0,04 0,0955 28 12 2,674 32,088 7,85 251,89

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Eje</th> <th>Φ [cm]</th> <th>L [m]</th> <th>Pilote Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>2</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>3</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>4</td><td>80</td><td>28</td><td>Tipo 2</td></tr> <tr><td>5</td><td>80</td><td>28</td><td>Tipo 2</td></tr> <tr><td>6</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>7</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>8</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>9</td><td>80</td><td>28</td><td>Tipo 2</td></tr> <tr><td>10</td><td>80</td><td>28</td><td>Tipo 2</td></tr> <tr><td>11</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>12</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>13</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> </tbody> </table>	Eje	Φ [cm]	L [m]	Pilote Tipo	1	60	28	Tipo 1	2	60	28	Tipo 1	3	60	28	Tipo 1	4	80	28	Tipo 2	5	80	28	Tipo 2	6	60	28	Tipo 1	7	60	28	Tipo 1	8	60	28	Tipo 1	9	80	28	Tipo 2	10	80	28	Tipo 2	11	60	28	Tipo 1	12	60	28	Tipo 1	13	60	28	Tipo 1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Eje</th> <th>Φ [cm]</th> <th>L [m]</th> <th>Pilote Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>60</td><td>13.5</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>B</td><td>60</td><td>14.5</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>C</td><td>60</td><td>14.5</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>D</td><td>60</td><td>15.5</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>E</td><td>60</td><td>17.5</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>F</td><td>60</td><td>19</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>G</td><td>60</td><td>19</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>H</td><td>60</td><td>20</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>I</td><td>60</td><td>22</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>J</td><td>60</td><td>24</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>K</td><td>60</td><td>26</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>L</td><td>60</td><td>27.5</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>M</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> <tr><td>N</td><td>60</td><td>28</td><td>Tipo 1</td></tr> </tbody> </table>	Eje	Φ [cm]	L [m]	Pilote Tipo	A	60	13.5	Tipo 1	B	60	14.5	Tipo 1	C	60	14.5	Tipo 1	D	60	15.5	Tipo 1	E	60	17.5	Tipo 1	F	60	19	Tipo 1	G	60	19	Tipo 1	H	60	20	Tipo 1	I	60	22	Tipo 1	J	60	24	Tipo 1	K	60	26	Tipo 1	L	60	27.5	Tipo 1	M	60	28	Tipo 1	N	60	28	Tipo 1	Pilotes de Acero D = 60cm e = 3cm, (incluye soldadura)
Eje	Φ [cm]	L [m]	Pilote Tipo																																																																																																																			
1	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
2	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
3	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
4	80	28	Tipo 2																																																																																																																			
5	80	28	Tipo 2																																																																																																																			
6	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
7	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
8	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
9	80	28	Tipo 2																																																																																																																			
10	80	28	Tipo 2																																																																																																																			
11	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
12	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
13	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
Eje	Φ [cm]	L [m]	Pilote Tipo																																																																																																																			
A	60	13.5	Tipo 1																																																																																																																			
B	60	14.5	Tipo 1																																																																																																																			
C	60	14.5	Tipo 1																																																																																																																			
D	60	15.5	Tipo 1																																																																																																																			
E	60	17.5	Tipo 1																																																																																																																			
F	60	19	Tipo 1																																																																																																																			
G	60	19	Tipo 1																																																																																																																			
H	60	20	Tipo 1																																																																																																																			
I	60	22	Tipo 1																																																																																																																			
J	60	24	Tipo 1																																																																																																																			
K	60	26	Tipo 1																																																																																																																			
L	60	27.5	Tipo 1																																																																																																																			
M	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
N	60	28	Tipo 1																																																																																																																			
	Diametro [m] Espesor [m] Área [m ²] Longitud [m]	0,6 0,03 0,0537 1670																																																																																																																				
		Volumen Total [m ³] Densidad [Ton/m ³] Peso [Ton]	89,679 7,85 703,98																																																																																																																			

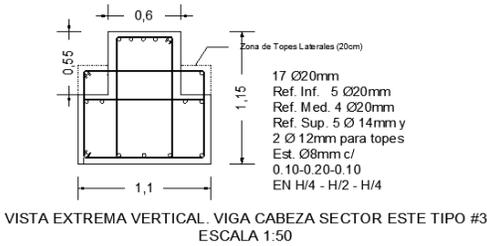
	Hincado de pilotes verticales	
	Espesor de Capa Roca [m] Espesor de Capa Suelo [m] #pilotes Longitud Total de hincado [m]	2 10 72 864

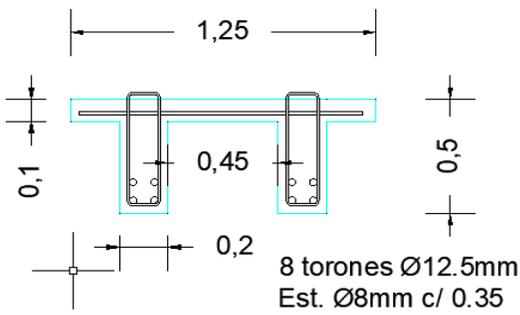


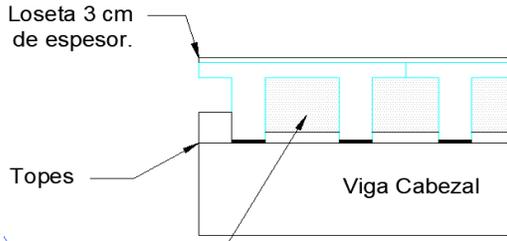
	Relleno Compactado (cimiento del muro) incluye transporte	
	Área de relleno debajo del muro	3,5
	Longitud del muro [m]	5
	Volumen Total [m3]	17,5

<p style="text-align: center;">VISTA EXTREMA VERTICAL. VIGA CABEZA SECTOR NORTE TIPO #1 ESCALA 1:50</p>	Vigas cabezal Tipo I h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	
	H [m]	0,7
	B [m]	0,6
	Área [m2]	0,42
	Longitud [m]	5
	#Vigas	11
	Volumen [m3]	2,1
	Volumen de tope [m3]	0,028
Volumen Total [m3]	23,408	

<p style="text-align: center;">VISTA EXTREMA VERTICAL. VIGA CABEZA SECTOR NORTE TIPO #2</p>	Vigas cabezal Tipo II h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	
	Área [m2]	0,595
	Longitud [m]	5
	#Vigas	11,4
	Volumen [m3]	2,975
	Volumen de tope [m3]	0,014
	Volumen Total [m3]	34,075

 <p>VISTA EXTREMA VERTICAL. VIGA CABEZA SECTOR ESTE TIPO #3 ESCALA 1:50</p>	Vigas cabezal Tipo III h.a. fundidos en sitio (incluye acero)												
	<table border="0"> <tr> <td>Área [m2]</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Longitud [m]</td> <td>3,75</td> </tr> <tr> <td>#Vigas</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Volumen [m3]</td> <td>3,75</td> </tr> <tr> <td>Volumen de tope [m3]</td> <td>0,016</td> </tr> <tr> <td>Volumen Total [m3]</td> <td>11,298</td> </tr> </table>	Área [m2]	1	Longitud [m]	3,75	#Vigas	3	Volumen [m3]	3,75	Volumen de tope [m3]	0,016	Volumen Total [m3]	11,298
Área [m2]	1												
Longitud [m]	3,75												
#Vigas	3												
Volumen [m3]	3,75												
Volumen de tope [m3]	0,016												
Volumen Total [m3]	11,298												

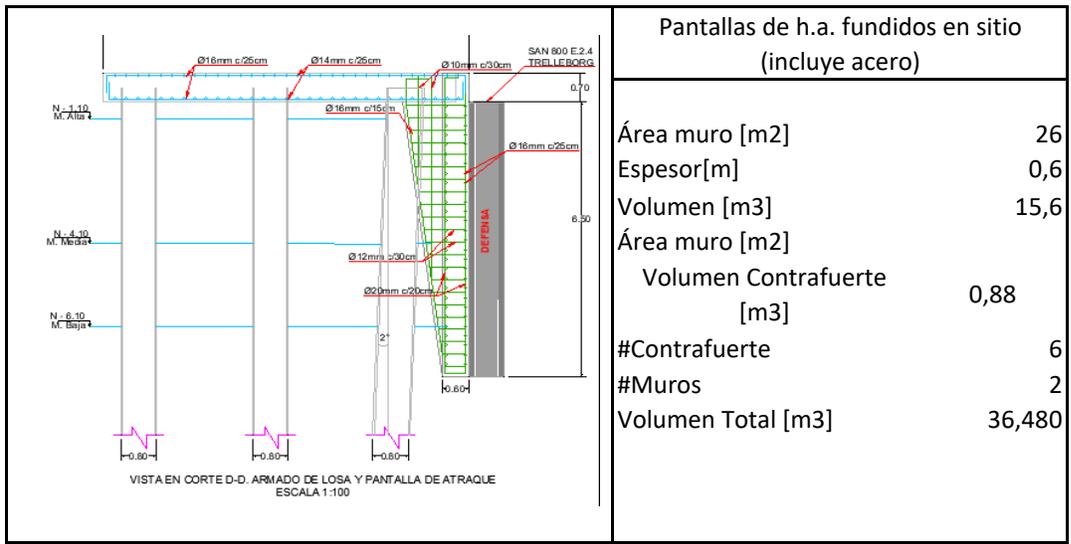
 <p>8 torones Ø12.5mm Est. Ø8mm c/ 0.35</p>	Vigas doble T prefabricadas de h.a. (Tipo 1)								
	<table border="0"> <tr> <td>Área [m2]</td> <td>0,285</td> </tr> <tr> <td>Longitud [m]</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>#Vigas</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>Volumen [m3]</td> <td>162,450</td> </tr> </table>	Área [m2]	0,285	Longitud [m]	7,5	#Vigas	76	Volumen [m3]	162,450
Área [m2]	0,285								
Longitud [m]	7,5								
#Vigas	76								
Volumen [m3]	162,450								

	Losas de 3 cm h.a. fundidos en sitio (incluye acero)						
	<table border="0"> <tr> <td>Área [m2]</td> <td>743</td> </tr> <tr> <td>Espesor [m]</td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td>Volumen [m3]</td> <td>22,29</td> </tr> </table>	Área [m2]	743	Espesor [m]	0,03	Volumen [m3]	22,29
Área [m2]	743						
Espesor [m]	0,03						
Volumen [m3]	22,29						

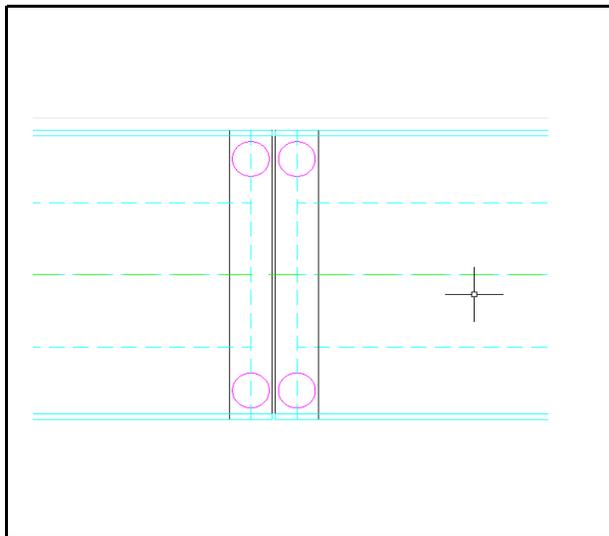
	Muro de contención h.a	
	Area Dentellon [m2]	0,25
	Area [m2]	1,25
	Área Muro [m2]	1,58
	Longitud [m]	5
Volumen [m3]	10,27	

	Planchas de neopreno e = 30 mm	
	# Placas por viga	2
	#Vigas	76
	# Placas	152

	Cabezales de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	
	Área [m2]	58,2
	Espesor[m]	0,7
	#Losas	2
	Volumen [m3]	40,74
Volumen Total [m3]	81,480	



Pantallas de h.a. fundidos en sitio (incluye acero)	
Área muro [m2]	26
Espesor[m]	0,6
Volumen [m3]	15,6
Área muro [m2]	
Volumen Contrafuerte [m3]	0,88
#Contrafuerte	6
#Muros	2
Volumen Total [m3]	36,480



Junta de construcción	
# Juntas	9,4
Longitud de Juntas [m]	5
Longitud Total [m]	47

ANEXO 3: REGISTRO AMBIENTAL.

FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

TRAMITE(suia)	REGISTRO AMBIENTAL
FECHA	ENERO-2020
PROPONENTE	BALON ANTHONY – BURGOS PEDRO
ENTE RESPONSABLE	DINCYP – Armada del Ecuador

Registro Ambiental 1. <u>Información del proyecto</u> 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	1. INFORMACION DEL PROYECTO		
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)		
	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA FACILIDAD PORTUARIA EN LA CAPITANÍA DE POSORJA		
	1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catalogo	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE ESPIGONES PARA CARGA Y DESCARGA CONECTADOS A TIERRA (MUELLES)	

	1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Se plantea realizar el diseño estructural de una infraestructura portuaria, siendo la solución pórticos formados por pilotes de acero huecos y juntas de vigas cabezales, sobre ellos vigas dobles tee preforzadas. Garantizando un presupuesto adecuado y cumpliendo con las normativas establecidas.		

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. finalización	2. DATOS GENERALES		
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)		
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)
	583474.07	9701527.31	0-4
	583550.67	9701318.59	
	583955.35	9701726.87	
	583994.38	9701494.97	
	ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	
	<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	
	<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento	
	<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono	
	DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD		
Parroquia rural de Posorja.			
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	
Guayas	Guayaquil	Posorja	
TIPO DE ZONA			
Urbana	<input type="checkbox"/>		
Rural	<input checked="" type="checkbox"/>		

Registro Ambiental	DATOS DEL PROMOTOR	
	NOMBRE	
	Dirección de Ingeniería Civil y Portuaria	
	CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR	TELEFONO/CELULAR
	aperez@armada.mil.ec	

1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	DOMICILIO DEL PROMOTOR							
	Edificio DIGMAT, 4to piso, Base Naval Sur.							
	CARACTERISTICAS DE LA ZONA							
	Infraestructura:							
	<input type="checkbox"/> Industrial <input checked="" type="checkbox"/> Otros: Puertos							
	DESCRIPCION DE LA ZONA							
	Cubre alrededor de 1200 m ² en mar adentro, localizado sin vegetación en la zona costera, pero con alta presencia de fauna y flora silvestre marina. El terreno costero posee un suelo árido y abandonado por que servirá como punto de establecimiento de los equipos constructivos.							
	ESPACIO FISICO DEL PROYECTO							
	Área del proyecto (m ²)		1200		Área de implantación (m ²)		1000	
Agua potable		SI	X	NO	Consumo de agua por mes (m ³)			
Energía eléctrica		SI	X	NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)		---	
Acceso vehicular	X	SI		NO	Tipo de vías:		Vías Principales	1
Alcantarillado		SI	X	NO			Vías Secundarias	
SITUACION DEL PREDIO								
		<input type="checkbox"/>		Alquiler				
		<input type="checkbox"/>		Concesionadas				
		<input type="checkbox"/>		Propia				
		<input checked="" type="checkbox"/>		Otros (Armada del Ecuador)				

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. <u>Marco legal referencial</u> 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	3. MARCO LEGAL REFERENCIAL			
	Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal			
	NORMATIVAS			
	Constitución de la República del Ecuador			
	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.			
	Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.			
	Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural			
	Ley de Gestión Ambiental			
	Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio. Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo			
Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario				
Art. ...- Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de				

repuestos para estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación

Acuerdo Ministerial 134

Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental

Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas

Art. 150.- Los constructores y contratistas respetarán las ordenanzas municipales y la legislación ambiental del país, adoptarán como principio la minimización de residuos en la ejecución de la obra. Entran dentro del alcance de este apartado todos los residuos (en estado líquido, sólido o gaseoso) que genere la propia actividad de la obra y que en algún momento de su existencia pueden representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o del medio ambiente.
 Art. 151.- Los constructores y contratistas son los responsables de la disposición e implantación de un plan de gestión de los residuos generados en la obra o centro de trabajo que garantice el cumplimiento legislativo y normativo vigente

Acuerdo Ministerial No. 061

Art. 262 "De los Informes Ambientales de Cumplimiento. - Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente.
 Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación.
Art. 263 De la periodicidad y revisión. - Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de Cumplimiento.

Reglamento para Funcionamiento de Aeropuertos en Ecuador

Ordenanza que Regula la Aplicación del Subsistema de Manejo Ambiental, Control y Seguimiento Ambiental en el cantón Guayaquil

He leído y comprendo las Normativas

4. DESCRIPCION DE PROCESOS – FASES			
Registro Ambiental	MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	ACTIVIDAD	IMPACTOS POTENCIALES
		Maquinaria: Maquinaria de pilotajes; Bomba de hormigonado; Pontones; Cajoneros.	<ul style="list-style-type: none"> • Dolphin de amarre y atraque y Vigas

1. Información del proyecto	Insumo: Combustible; agregados finos, gruesos, cemento, agua, aditivos, hierro.	cabezales	combustión de vehículo pesado
2. Datos generales			Contaminación del aire por ruido.
3. Marco legal referencial	Equipos: Madera para encofrado; Herramientas menores.		Contaminación del lecho marino debido a al material particulado.
4. <u>Descripción del proceso</u>			
5. Descripción del área de implantación	Maquinaria: Gánguiles o pontones; Remolcadores; Cajoneros; Grúas. Insumo: Combustible; Energía Eléctrica de Generador.	• Colocación de pontones, juntas de construcción y fabricación de pasarelas, Colocación de Sistemas de Defensas.	Contaminación del aire por ruido y material particulado. Contaminación del lecho marino y aire por gases de combustión.
6. Principales impactos ambientales	Equipos: Mano de obra; juntas metálicas; Pasarelas.		
7. Plan de manejo ambiental (PMA)			
8. Inventario forestal			
9. Finalización	Maquinaria: Maquinaria de pilotaje; Gánguiles o Pontones; Remolcadores; Cajoneros; Herramientas menores. Insumo: Combustible. Equipos: Herramientas menores.	• Traslado e hincado de pilotes de acero.	Contaminación del aire y lecho marino por material particulado. Contaminación del lecho marino por material de desalojo Contaminación del aire por combustión de maquinarias.
	Maquinaria: Excavadora, Remolcadora, Gánguiles, Grúa cargadora; Bomba de hormigonado. Insumo: Combustible, Cemento; agregados finos, gruesos, aguas, aditivos, hierro. Equipos: Herramientas menores.	• Construcción de muro de contención.	Contaminación del aire y lecho marino por material particulado y desalojo. Contaminación del suelo y mar por desechos del hormigonado.

Registro Ambiental 10. Información del proyecto 11. Datos generales 12. Marco legal referencial 13. Descripción del proceso 14. <u>Descripción del área de implantación</u> 15. Principales impactos ambientales 16. Plan de manejo ambiental (PMA) 17. Inventario forestal 18. Finalización	5. DESCRIPCION DEL AREA DE IMPLANTACION	
	CLIMA	
	Clima	<input type="checkbox"/> Cálido - húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Cálido - seco
	Tipo de Suelo	
	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Francos <input type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Saturados <input type="checkbox"/> Otros
Pendiente del Suelo		
Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)	

	<input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)								
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. <u>Descripción del área de implantación</u> 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Demografía (población mas cercana)								
	Demografía <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.</td> <td><input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.				
	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.							
	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.							
	Abastecimiento de agua población								
	Abastecimiento o de agua población <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Agua lluvia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Agua potable</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria</td> <td><input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Grifo publico</td> <td><input type="checkbox"/> Pozo profundo</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Tanquero</td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Agua lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Agua potable	<input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria	<input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales	<input type="checkbox"/> Grifo publico	<input type="checkbox"/> Pozo profundo	<input type="checkbox"/> Tanquero	
	<input type="checkbox"/> Agua lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Agua potable							
	<input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria	<input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales							
	<input type="checkbox"/> Grifo publico	<input type="checkbox"/> Pozo profundo							
	<input type="checkbox"/> Tanquero								
	Evacuación de aguas servidas población								
	Evacuación de aguas servidas población <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado</td> <td><input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Fosa séptica</td> <td><input type="checkbox"/> Letrina</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ninguno</td> <td></td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales	<input type="checkbox"/> Fosa séptica	<input type="checkbox"/> Letrina	<input type="checkbox"/> Ninguno			
<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales								
<input type="checkbox"/> Fosa séptica	<input type="checkbox"/> Letrina								
<input type="checkbox"/> Ninguno									
Electrificación									
Electrificación <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Planta eléctrica</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Red publica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Otra</td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica	<input type="checkbox"/> Otra						
<input type="checkbox"/> Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica								
<input type="checkbox"/> Otra									
Vialidad y acceso a la población									
Vialidad y acceso a la población <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Caminos vecinales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Vías principales</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vías secundarias</td> <td><input type="checkbox"/> Otras</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input checked="" type="checkbox"/> Vías principales	<input type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras					
<input type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input checked="" type="checkbox"/> Vías principales								
<input type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras								
Organización social									
Organización social <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)</td> <td><input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)</td> <td></td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)	<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)						
<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)								
<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)									
Componente fauna									
Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)								
<input type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)									

	<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)	
Grupos faunísticos	<input type="checkbox"/> Anfibios	<input checked="" type="checkbox"/> Aves
	<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input type="checkbox"/> Mamíferos
	<input checked="" type="checkbox"/> Peces	<input type="checkbox"/> Reptiles
	<input type="checkbox"/> Ninguna	

Registro Ambiental	6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES		
	MATERIALES E INSUMOS		
	ACTIVIDAD	FACTOR	IMPACTO
1. Información del proyecto	• Adecuación de campamento	HUMANO (el aire)	Quejas de la comunidad (Ruido)
2. Datos generales	• Transporte de materiales de construcción • Movimiento de Maquinaria y Equipo • Excavación, relleno y compactación de material granular	AGUA SUELO AIRE HUMANO	Cambios en los patrones de drenaje Emisiones de material particulado, gases, ruido Cambios en la calidad del suelo Salud y seguridad de los trabajadores. Generación de empleo.
3. Marco legal referencial			
4. Descripción del proceso			
5. Descripción del área de implantación	• Traslado e hincado de pilotes en el mar.	AGUA AIRE	Emisión de material particulado, gases y ruido. Cambios del lecho marino. Afectación a la fauna.
6. <u>Principales impactos ambientales</u>	• Encofrado y fundición de Vigas Cabezales	AGUA AIRE HUMANO FAUNA	Seguridad de los trabajadores en altamar. Generación de empleo local. Efectos negativos en la fauna marina por emisión de material particulado, o fuga de hormigón en fundición. Generación de residuos de hormigón
7. Plan de manejo ambiental (PMA)	• Encofrado y fundición de Losas Macizas para plataforma de atraque y amarre.	AGUA AIRE HUMANO FAUNA	Seguridad de los trabajadores en altamar. Generación de empleo local. Efectos negativos en la fauna marina por emisión de material particulado, o fuga de hormigón en fundición Generación de residuos.
8. Inventario forestal	• Encofrado y fundición de muro de contención	AGUA SUELO AIRE	Cambios en el terreno natural.
9. Finalización			

		HUMANO FAUNA	Emisión de material particulado, gases y ruido. Afecta negativamente las condiciones de vida de especies acuáticas por derrames accidentales de hormigón. Emisión de quema de combustibles Generación de residuos.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

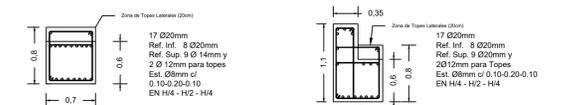
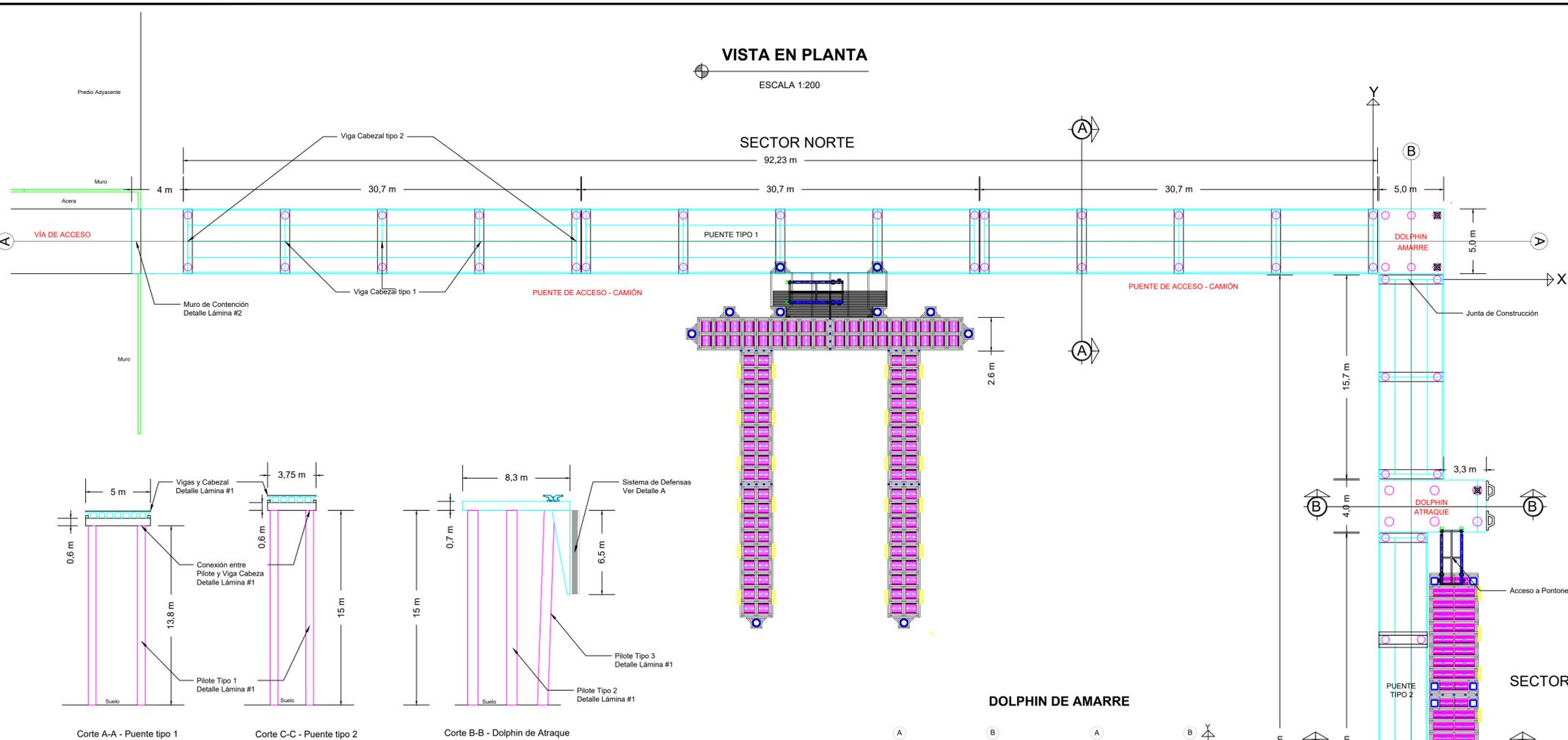
Registro Ambiental	7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (ingresar los planes que apliquen a su proyecto, obra o actividad)				
	Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. <u>Plan de manejo ambiental (PMA)</u> 8. Inventario forestal 9. Finalización	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo Todo vehículo para transporte de materiales debe contar con lona debidamente ajustada y en buen estado	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 60	Plan de Manejo Ambiental
	Control de materiales de construcción Las excavaciones y rellenos, así como los materiales de construcción deberán sujetarse a las especificaciones técnicas de los diseños	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 120	Plan de Manejo Ambiental
	Plan de manejo de desechos (PMD)				
	Manejo de residuos líquidos y sólidos no peligrosos (no incluye material de construcción) Las maderas usadas para los encofrados o desechos líquidos de fundición.	Proponente Constructor	Día 7	Día 110	Indirectos
Manejo de desechos de construcción y escombros Exceso de hormigón; escombros de roca en la construcción del muro de contención	Proponente Constructor	Día 7	Día 110	Plan de Manejo Ambiental	
Plan de relaciones comunitarias (PRC)					

Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Información y participación ciudadana Establecer la participación ciudadana a través de charlas para socializar a la comunidad	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 120	Plan de Manejo Ambiental
Plan de contingencias (PC)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Plan de Contingencias Fuga de hormigón. Desestabilización del encofrado. Accidentes laborales en la mano de obra Presencia de fuertes oleajes, o sismos de considerable magnitud.	Proponente Constructor	Día 1	Día 120	Plan de Manejo Ambiental
Plan de comunicación y capacitación (PCC)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Capacitación y entrenamiento ambiental Reuniones semanales con autoridades y dirigentes de cada sector. Visitas de campo y avances del proyecto.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 120	Plan de Manejo Ambiental
Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Seguridad y Salud ocupacional – Control de riesgo Sistema de capacitación para proteger la vida del trabajador, capacitaciones para prevención de riesgos	Proponente Constructor	Día 1	Día 120	Plan de Manejo Ambiental
Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Control de polvo				
Seguimiento al Plan de Manejo Ambiental				
Plan de rehabilitación (PR)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Plan de cierre, abandono y entrega del área (PCA)				

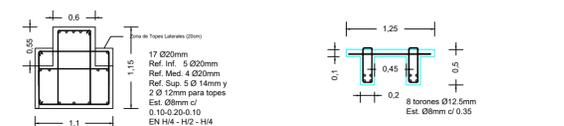
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto									
Plan de abandono Retiro y cierre de campamento, limpieza	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 110	Día 120	Plan de Manejo Ambiental									
Cronograma del Plan de Manejo Ambiental													
PMA	meses											Costo \$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
<i>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.</i>	X												Por evaluar
<i>Plan de Manejo de Desechos.</i>	X	X	X										Por evaluar
<i>Plan de Relaciones Comunitarias</i>	X	X	X										Por evaluar
<i>Plan de Contingencias.</i>	X	X	X										Por evaluar
<i>Plan de Comunicación y Capacitación</i>	X	X											Por evaluar
<i>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.</i>	X	X											Por evaluar
<i>Plan de Monitoreo y Seguimiento.</i>	X	X	X										Por evaluar
<i>Plan de Rehabilitación</i>													
<i>Plan de Cierre, abandono y entrega del área.</i>													

8. INVENTARIO FORESTAL	
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. <u>Inventario forestal</u> 9. Finalización	<p>¿Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>

ANEXO 4: PLANOS ESTRUCTURALES.



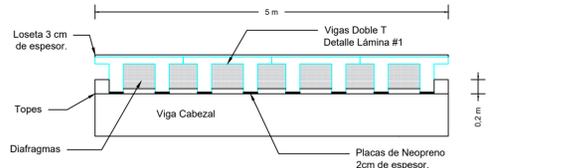
VISTA VERTICAL, EXTREMO VIGA CABEZAL SECTOR NORTE TIPO #1 ESCALA 1:50
 VISTA VERTICAL, EXTREMO VIGA CABEZAL SECTOR NORTE TIPO #2 ESCALA 1:50



VISTA VERTICAL, EXTREMO VIGA CABEZAL SECTOR ESTE TIPO #3 ESCALA 1:50
 VISTA FRONTAL, VIGA DOBLE TEE ESCALA 1:50



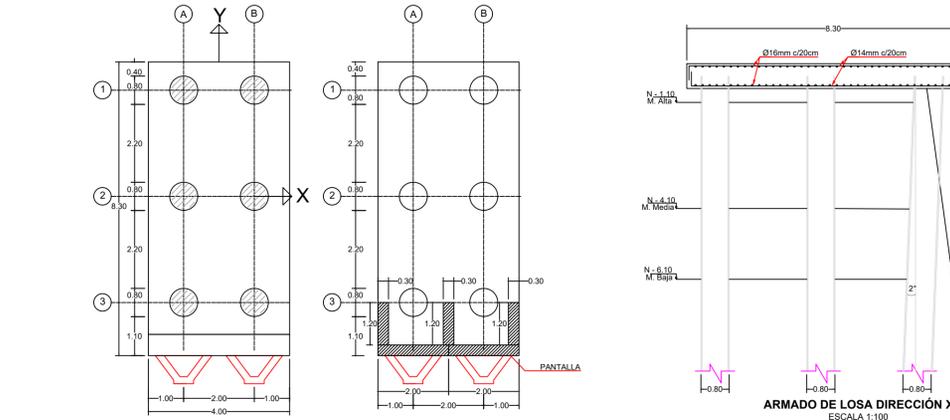
VIGA DOBLE TEE, VISTA LATERAL ESCALA 1:50



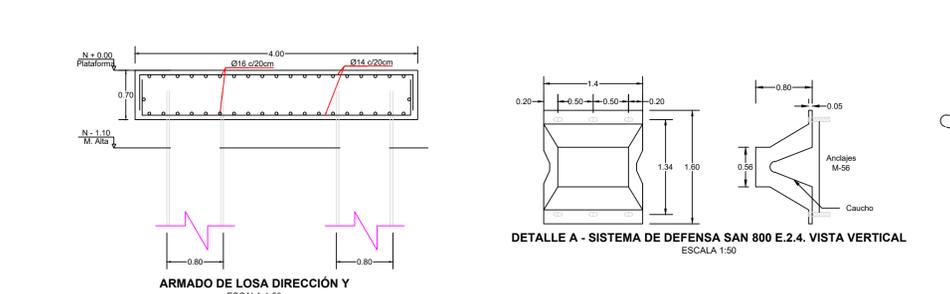
DETALLE SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DEL PUENTE DE ACCESO VEHICULAR Y PEATONAL ESCALA 1:50



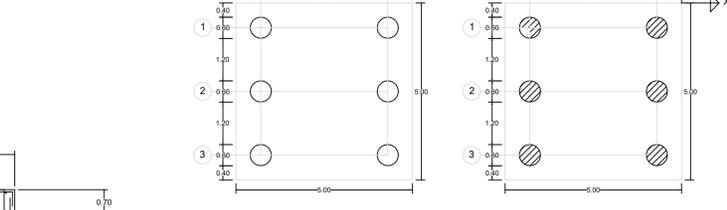
CORTE - DETALLE DE LA SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA ESCALA 1:200



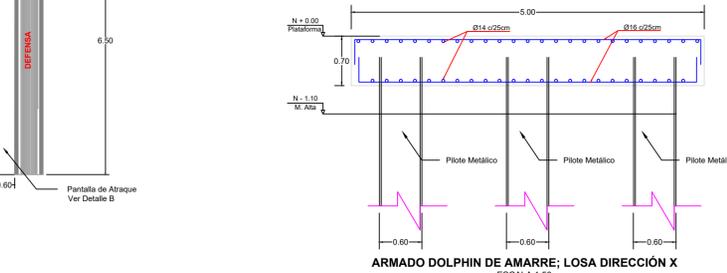
VISTA EN PLANTA DOLPHIN DE ATRAQUE ESCALA 1:100
 ARMADO DE LOSA DIRECCIÓN X ESCALA 1:100



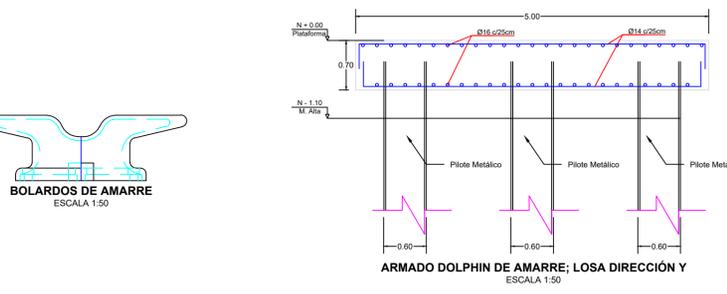
DETALLE A - SISTEMA DE DEFENSA SAN 800 E.2.4. VISTA VERTICAL ESCALA 1:50
 ARMADO DE LOSA DIRECCIÓN Y ESCALA 1:50



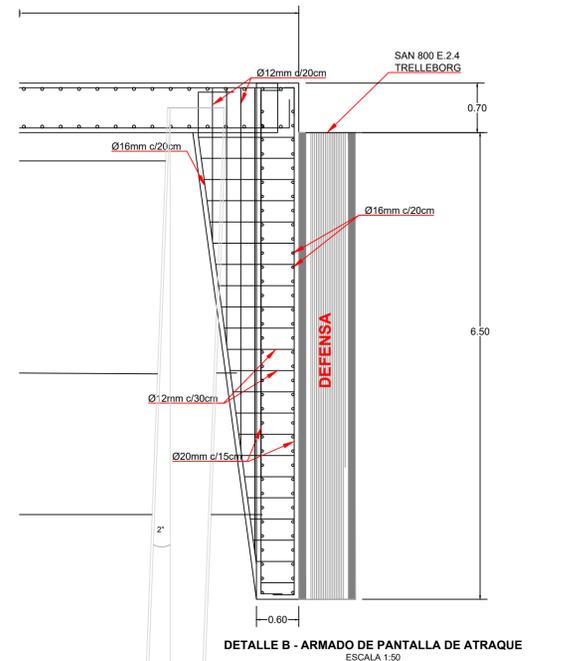
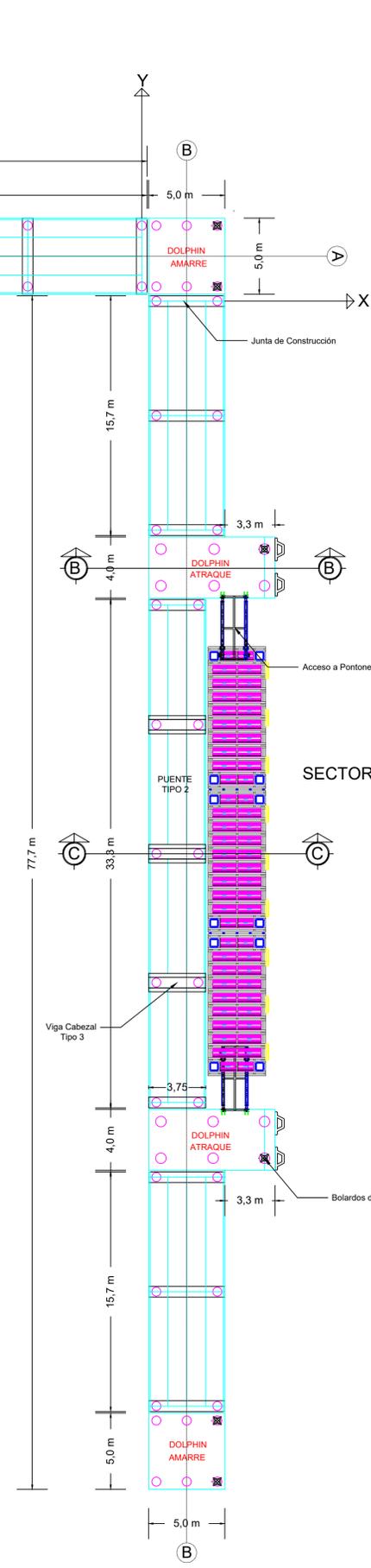
VISTA EN PLANTA DOLPHIN DE AMARRE ESCALA 1:100
 ARMADO DOLPHIN DE AMARRE; LOSA DIRECCIÓN X ESCALA 1:50



ARMADO DOLPHIN DE AMARRE; LOSA DIRECCIÓN Y ESCALA 1:50

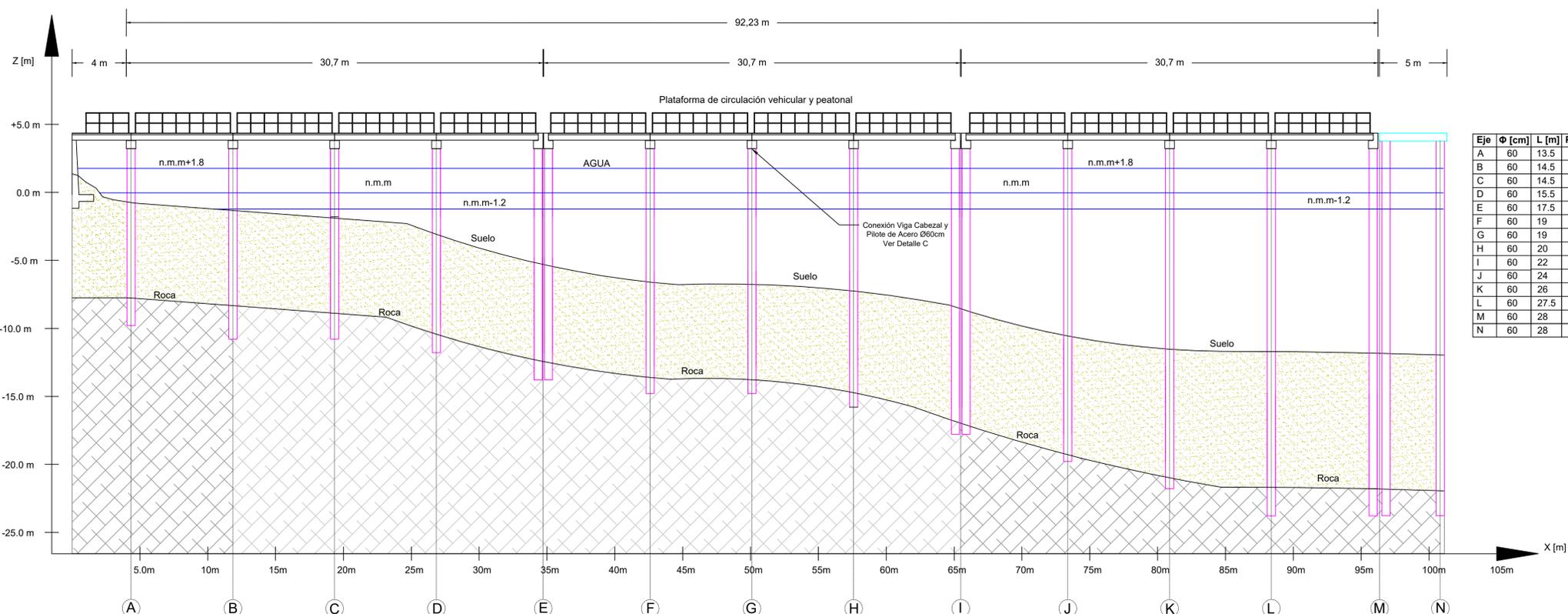


ARMADO DOLPHIN DE AMARRE; LOSA DIRECCIÓN X ESCALA 1:50

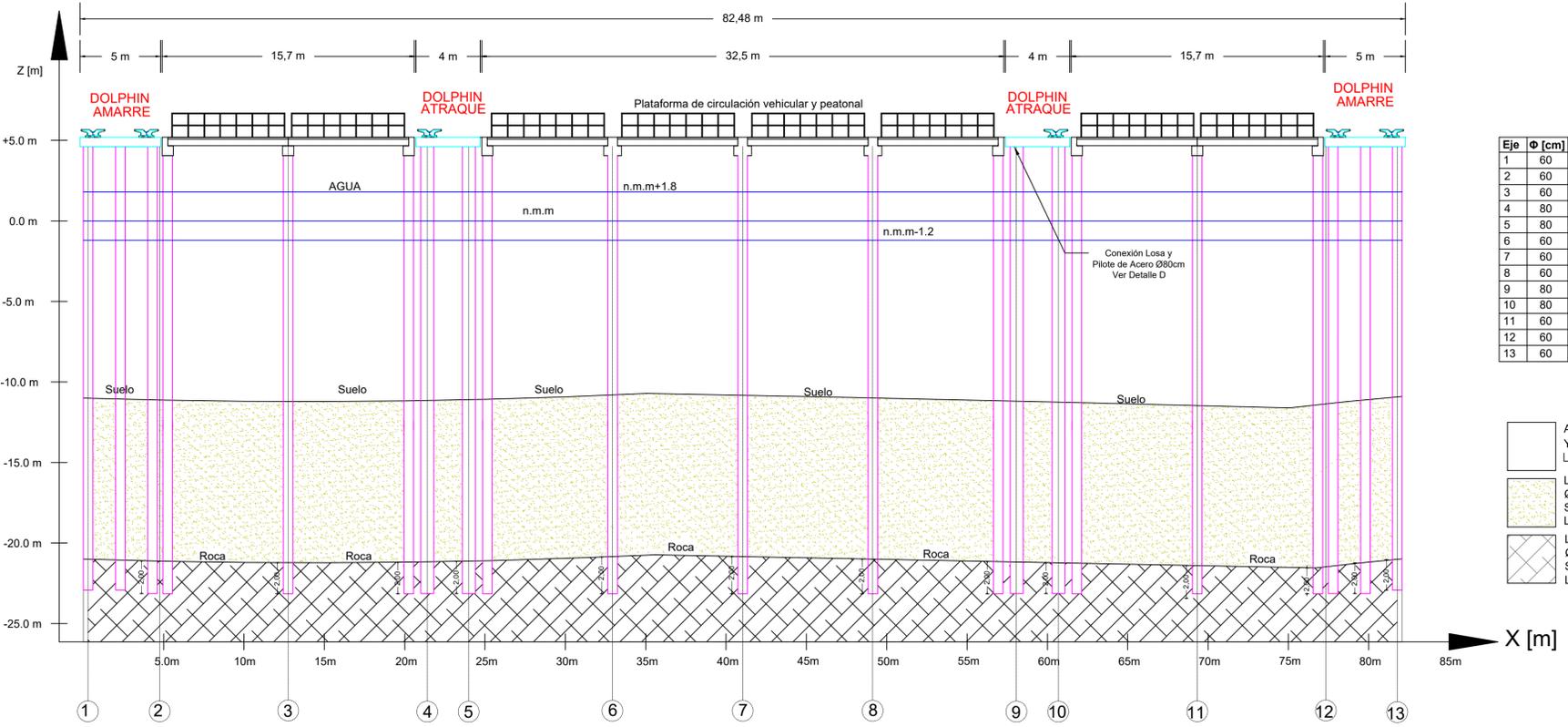
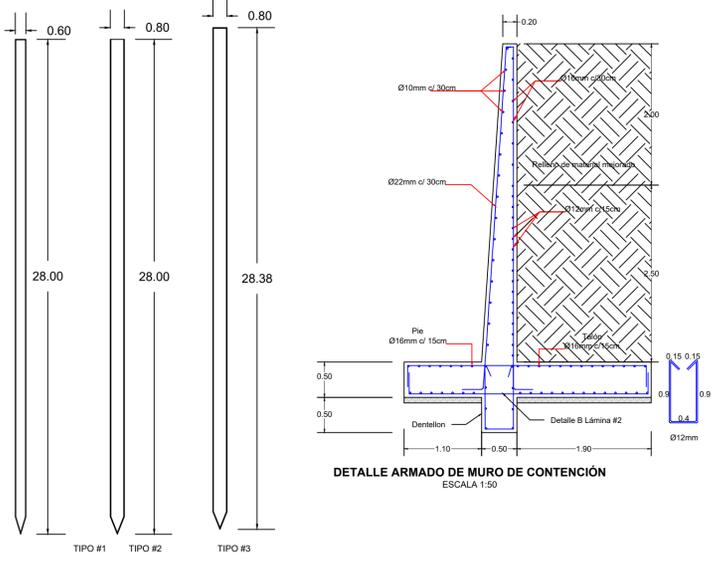
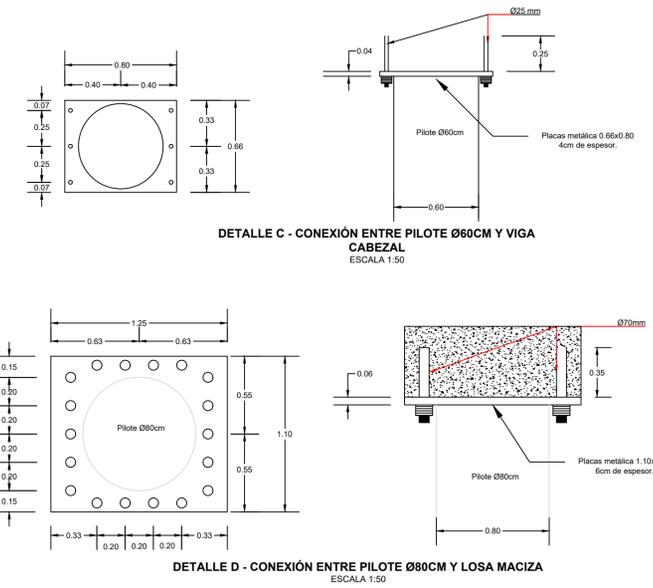


DETALLE B - ARMADO DE PANTALLA DE ATRAQUE ESCALA 1:50

Descripción: Estructura diseñada para un máximo de 4 unidades menores de hasta 26 metros de eslora del tipo PGM o 2606.			
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA DE LA CAPITANÍA DE POSORJA			
CONTENIDO: PLANO ESTRUCTURAL DEL MUELLE; PLATAFORMAS DE ATRAQUE/AMARRE			
Coordinador de Materia Integradora: - Ing. Miguel Chávez, Ph.D	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Eduardo Santos Baquerizo	Estudiantes: - Anthony Ariel Balón Cortez - Pedro Jesús Burgos Guizado	Fecha de Entrega: 10/FEBRERO/2020
Tutor de Área de Conocimiento: - Ing. Guillermo Muñoz		Lámina: 1/2	Escala: VARIAS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO PERPENDICULAR DESDE EL PERFIL COSTERO
SECTOR NORTE
ESCALA 1:200



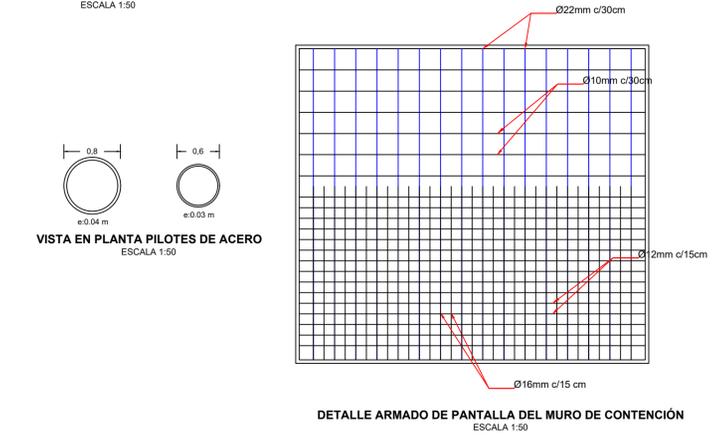
PERFIL ESTRATIGRÁFICO PARALELO A LA COSTA 100 METROS AGUAS ADENTRO
SECTOR ESTE
ESCALA 1:200

Eje	Φ [cm]	L [m]	Pilote Tipo
1	60	28	Tipo 1
2	60	28	Tipo 1
3	60	28	Tipo 1
4	80	28	Tipo 2
5	80	28	Tipo 2
6	60	28	Tipo 1
7	60	28	Tipo 1
8	60	28	Tipo 1
9	80	28	Tipo 2
10	80	28	Tipo 2
11	60	28	Tipo 1
12	60	28	Tipo 1
13	60	28	Tipo 1

AGUA
Y: 9,81Kg/cm³
L: 10m

LIMO ARCILOSO
Øfricción: 20°
Su: 30 Kpa
L: 10m

LIMOLITA
Øfricción: 32°
Su: 350 kpa
L: 2m



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA DE LA CAPITANÍA DE POSORJA

CONTENIDO:
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS; ARMADO DE MURO DE CONTENCIÓN; CONEXIONES

Coordinador de Materia Integradora: - Ing. Miguel Chávez, Ph.D	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Eduardo Santos Baquerizo	Estudiantes: - Anthony Ariel Balón Cortez - Pedro Jesús Burgos Guizado	Fecha de Entrega: 10/FEBRERO/2020
Tutor de Área de Conocimiento: - Ing. Guillermo Muñoz		Lámina: 2/2	Escala: VARIAS