



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA
PARA LA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS, PROVINCIA
DE SANTA ELENA”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

JONATHAN ALFREDO CAICHE GONZALEZ
GILDA SELENA NEIRA TABOADA

TUTOR:

ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA, MS.c

LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA
PARA LA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS, PROVINCIA
DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

JONATHAN ALFREDO CAICHE GONZALEZ

GILDA SELENA NEIRA TABOADA

TUTOR:

ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA Mg.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

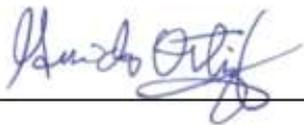
Ing. Jonny Villao Borbor, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. Gastón Proaño Cadena. MSc.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Guido Ortiz Safadi, MSc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD.

DOCENTE UIC

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios por haberme brindado salud inteligencia y sabiduría para culminar esta etapa importante de mi vida.

A mi madre Juana González y abuelo Macario González por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi formación académica.

JONATHAN CAICHE GONZÁLEZ

El presente trabajo de investigación va dedicado principalmente a Dios por brindarme salud y permitirme continuar en mis estudios.

A mis padres, Aristides Neira y Rocio Taboada, quienes han sido mi motor de lucha y me han apoyado en toda mi vida académica.

A mi novio Daniel Rosales por estar siempre para mí de manera incondicional.

GILDA NEIRA TABOADA

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PARA LA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA**” elaborado por los estudiantes **CAICHE GONZALEZ JONATHAN ALFREDO** y **NEIRA TABOADA GILDA SELENA**, egresados de la carrera de Ingeniería civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 3% de la valoración permitida.

FIRMA DEL TUTOR



Ing. Gastón Proaño Cadena

C.I.: 0900151770

Tesis Neira - Caiche Redacción

3% Similitudes
1% Texto entre comillas
0% Más de una coincidencia
0% Más de una coincidencia

Nombre del documento: Tesis Neira - Caiche
 Redacción.docx
 ID del documento: 85493d5aec4e7a0a3a24ef1c2b7a30ebd49047
 Tamaño del documento original: 470,47 KB

Depositar: GASTON NICOLAS PROAÑO CADENA
 Fecha de depósito: 13/7/2023
 Tipo de carga: Interfaz
 Fecha de fin de análisis: 13/7/2023

Número de palabras: 10.947
 Número de caracteres: 66.924

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Notas adicionales
1	repositorio.cebsa.int Regeneración y Sustitución de la capa de Ozono... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
2	repositorio.cebsa.int 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
3	repositorio.cebsa.int 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
4	repositorio.cebsa.int 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
5	repositorio.cebsa.int 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Notas adicionales
1	hull.hardie.net Pregunta meteorológica para el levantamiento de línea de más alta... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
2	localhost DISEÑO DE UN ROMPECIEN USANDO TETRAPODOS PARA LA PROTECCIÓN... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
3	Documento de otro usuario 1 documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
4	hull.hardie.net Análisis comparativo de obras de protección costera para la Bahía de... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)
5	hull.hardie.net Diseño de muros de retención industriales y su potencialidad en el Perú - (B... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: 1 (9,33%) (palabras)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Jonathan Alfredo Caiche González** y **Gilda Selena Neira Taboada** declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado **“DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PARA LA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

AUTORES

f. Jonathan A. Caiche G.

Caiche González Jonathan Alfredo

C.I.0928166222

f. Gilda Neira

Neira Taboada Gilda Selena

C.I. 2450103813

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Gastón Nicolás Proaño Cadena MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PARA LA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS, PROVINCIA SANTA ELENA, previo a la obtención del Título de Ingeniero civil elaborado por el **Sr. CAICHE GONZALEZ JONATHAN ALFREDO** y la **Srta. GILDA SELENA NEIRA TABOADA**, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR



Ing. Gastón Nicolás Proaño C. MSc.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Lcdo. Dennys Mauricio Panchana Yagual, Mgtr.

Celular: 0939211033

Correo: dennys.panchana@educacion.gob.ec

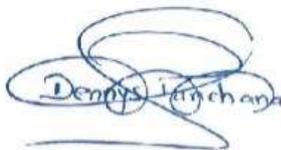
CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **DENNYS MAURICIO PANCHANA YAGUAL**, en mi calidad de **LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN Y LIDERAZGO EDUCACIONAL**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de ingeniero civil, denominado **“DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PARA LA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS PROVINCIA DE SANTA ELENA”** de los estudiantes **CAICHE GONZÁLEZ JONATHAN ALFREDO** y **NEIRA TABOADA GILDA SELENA**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 12 de julio del 2023



Lcdo. Dennys Panchana Yagual, Mgtr.

CI. 0919400176

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGISTER EN GERENCIA Y LIDERAZGO EDUCACIONAL
N° DE REGISTRO DE SENECYT 1031-2018-1947613

AGRADECIMIENTOS

Gracias, Padre Celestial por haber permitido culminar esta etapa de mi vida, por escuchar mis oraciones, y nunca desampararme.

Agradezco a Mayra Luzvenia Tandazo V. jefa del local, por haberme dado la oportunidad de trabajar y continuar con mis estudios universitarios ayudándome con mis horarios de jornada laboral, persona que en su momento supo escuchar y aconsejar, gracias por ser inspiración de trabajo y ser buenas personas.

Gracias, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería por brindar sus conocimientos. Y a los compañeros que forme durante mi etapa universitaria.

Finalmente, y no menos importante agradezco a Gilda Neira compañera de este proyecto, a mis hermanos Joel C. Miguel C. Magdalena C. Maximiliano C. esperando servir de ejemplo y algún día verlos convertirse en profesionales, a Arling R. gracias por la compañía en buenos y malos momentos, gratitud infinita a mis abuelos, tíos, primos y a todo aquel que me brindo su ayuda.

JONATHAN ALFREDO CAICHE GONZÁLEZ

Quiero agradecer a Dios por permitirme lograr este objetivo en mi vida y brindarme las fuerzas necesarias, salud y bienestar.

A mis padres Aristides Neira y Rocio Taboada quienes son mi fuente de inspiración y por sus consejos los cuales me han llevado por el camino correcto, todos mis logros son gracias a ustedes, gracias por confiar en mí y apoyarme en todos los objetivos que me he propuesto, por impulsarme a ser mejor persona día a día.

A mi compañero de tesis y amigo Jonathan Caiche, a los amigos que hice durante mi carrera universitaria, especialmente a Bianca Tigrero, Carlos Lainez, Anthony Veliz, Elvis Floreano, con quienes compartí gratos momentos, gracias infinita por su amistad.

GILDA SELENA NEIRA TABOADA

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vi
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
TABLA DE CONTENIDO	xi
LISTA DE TABLAS	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2. ANTECEDENTES	4
1.3. HIPÓTESIS	6
1.3.1. Hipótesis General.....	6
1.3.2. Hipótesis Específicas	6
1.4. OBJETIVOS	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. ALCANCE.....	7
1.6. VARIABLES.....	7
1.6.1. Variables Dependientes.	7
1.6.2. Variables Independientes.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	8

2.1.1.	Olas.....	8
2.1.2.	Vientos.....	8
2.1.3.	Sol y luna.....	11
2.1.4.	Placas tectónicas.....	11
2.1.5.	Altura de la ola.....	11
2.2.	MAREAS.....	13
2.3.	CORRIENTES MARINAS.....	13
2.3.1.	Corrientes Costeras.....	13
2.3.2.	Corrientes de resaca o de retorno.....	14
2.3.3.	Corrientes de viento.....	14
2.3.4.	Corrientes de convección.....	15
2.4.	BATIMETRIA.....	15
2.5.	CALIDAD DE SEDIMENTOS.....	15
2.6.	CALIDAD DE AGUA.....	16
2.6.1.	Sedimentación.....	16
2.6.2.	Alteración del hábitat.....	16
2.6.3.	Contaminación.....	17
2.6.4.	Cambios en la calidad del agua.....	17
2.7.	SECCIONES QUE CONFORMAN UN ROMPEOLAS.....	17
2.7.1.	Núcleo.....	18
2.7.2.	Filtro.....	18
2.7.3.	Coraza.....	19
2.8.	TIPOS DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA.....	21
2.8.1.	Defensas Longitudinales.....	21
2.8.2.	Muros.....	21
2.8.3.	Pantallas.....	22
2.8.4.	Revestimientos.....	22
2.8.5.	Espigones.....	22
2.8.6.	Defensas exentas.....	23
2.8.7.	Diques verticales.....	23

2.8.8. Rompeolas sumergidos.....	24
2.8.9. Geotubos.....	25
2.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ESCOLLERAS	25
2.9.1. Rocas de defensa.....	25
2.9.2. Geotextil no tejido.....	32
2.10. ESTABILIDAD	33
2.11. PROCESO CONSTRUCTIVO	34
2.12. PROTECCION HIDRAULICA EN ECUADOR.....	34
2.12.1. Puertos pesqueros.....	34
2.12.2. Construcciones portuarias.....	35
2.12.2. Turismo.....	36
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	37
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	37
3.1.1. Tipo.....	37
3.1.2. Nivel.....	37
3.2. METODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION....	38
3.2.1. Método.....	38
3.2.2. Enfoque.....	38
3.2.3. Diseño.....	38
3.3. POBLACION Y MUESTRA	39
3.3.1. Población.....	39
3.3.2. Muestra.....	39
3.4. UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO.....	39
3.4.1 Área de influencia y área de estudio.....	39
3.5. METODOLOGIA DEL OE.1: REALIZAR UN DISEÑO ÓPTIMO DE LAS SECCIONES GEOMÉTRICAS DE LA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ASEGURAR ESTABILIDAD A LA ESTRUCTURA.....	41
3.5.1. Método de Hudson.....	42
3.5.2. Talud de la estructura.....	42

3.5.3. Coeficiente de estabilidad KD.....	43
3.5.4. Altura de la escollera.	44
3.5.5. Ancho de cresta.	44
3.5.6. Espesores.....	45
3.5.7. Estabilidad de la estructura.....	45
3.5.8. Especificaciones para la construcción de caminos y puentes, Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.	46
3.6. METODOLOGIA DEL O.E2: DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LA OBRA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA ESTIMAR UN COSTO TOTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	48
3.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	50
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
4.1. ANALISIS DE RESULTADOS OE.1, DISEÑO DE LAS SECCIONES GEOMÉTRICAS MEDIANTE APLICACIONES TÉCNICAS PARA DETERMINAR SUS DIMENSIONES	51
4.1.1. Parámetros Geomorfológicos	51
4.1.2. Densidad de rocas de canteras cercanas al proyecto.	54
4.1.3. Parámetros oceanográficos.....	55
4.1.4. Parámetros Estructurales.....	56
4.1.5. Estabilidad de la estructura.....	65
4.2. ANALISIS DE RESULTADOS OE.2, DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LA OBRA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA ESTIMAR UN COSTO TOTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	66
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1 CONCLUSIONES	68
5.2 RECOMENDACIONES	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>La rosa de los vientos</i>	9
Figura 2 <i>Sección Transversal de un rompeolas convencional con enrocamiento</i>	17
Figura 3 <i>Sección transversal de la capa de núcleo y proceso de colocación</i>	18
Figura 4 <i>Sección transversal de la capa de Filtro y proceso de colocación</i>	19
Figura 5 <i>Colocación de la capa de coraza</i>	20
Figura 6 <i>Colocación de coraza en la parte del morro</i>	20
Figura 7 <i>Muro costero</i>	21
Figura 8 <i>Revestimientos</i>	22
Figura 9 <i>Espigones</i>	23
Figura 10 <i>Sección Transversal de Dique Vertical</i>	24
Figura 11 <i>Rompeolas sumergido</i>	24
Figura 12 <i>Geotextile wrap-around</i>	25
Figura 13 <i>Puerto artesanal de Anconcito</i>	35
Figura 14 <i>Puerto pesquero</i>	35
Figura 15 <i>Puerto de Manta</i>	36
Figura 16 <i>Yacht Club, Salinas</i>	36
Figura 17 <i>Identificación de áreas</i>	40
Figura 18 <i>Actividades para el diseño de la protección hidráulica de tipo escollera</i>	41
Figura 19 <i>Batimetría de la puntilla de Santa Elena</i>	52
Figura 20 <i>Retroceso de acantilados</i>	53
Figura 21 <i>Distancia entre cantera “El Tablazo” y lugar del proyecto</i>	55
Figura 22 <i>Dirección del viento en Salinas</i>	56
Figura 23 <i>Pendientes</i>	60

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Hs máximo de olas esperadas en ciertos periodos de retorno</i>	8
Tabla 2 <i>La rosa de los vientos</i>	9
Tabla 3 <i>Escala de Beaufort</i>	10
Tabla 4 <i>Escala de Douglas</i>	12
Tabla 5 <i>Características y especificaciones técnicas del Geotextil no tejido</i>	33
Tabla 6 <i>Coordenadas UTM del área de influencia</i>	40
Tabla 7 <i>Pesos de las rocas</i>	42
Tabla 8 <i>Criterio de no daño y rebase mínimo</i>	43
Tabla 9 <i>Coeficiente de Capa y Porosidad</i>	45
Tabla 10 <i>Especificaciones material coraza</i>	47
Tabla 11 <i>Especificaciones material roca intermedia</i>	47
Tabla 12 <i>Cuadro de operacionalización de las variables</i>	50
Tabla 13 <i>Parámetros para un diseño funcional</i>	51
Tabla 14 <i>Coordenadas UTM del Perfil Costero de San Lorenzo</i>	52
Tabla 15 <i>Especificaciones de ensayos de laboratorio</i>	54
Tabla 16 <i>Criterio de Inman y Frautschy</i>	58
Tabla 17 <i>Relaciones empíricas</i>	59
Tabla 18 <i>Alturas de escolleras</i>	63
Tabla 19 <i>Rubros para construcción de escollera</i>	67

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Método de Hudson</i>	42
Ecuación 2 <i>Talud de la estructura</i>	42
Ecuación 3 <i>Altura de la escollera</i>	44
Ecuación 4 <i>Ancho de cresta</i>	44
Ecuación 5 <i>Espesores</i>	45
Ecuación 6 <i>Estabilidad</i>	46

“DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PARA LA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS, PROVINCIA SANTA ELENA”

Autores: CAICHE GONZÁLEZ JONATHAN

NEIRA TABOADA GILDA

Tutor: ING. GASTÓN PROAÑO CADENA

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar una obra de protección hidráulica en la playa de San Lorenzo-Salinas, esto se llevó a cabo mediante análisis de resultados del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR), para determinar la ola de diseño y el uso del método de Hudson para determinar el peso de materiales pétreos, espesores de capa (coraza, filtro y núcleo). Se determinó que, por las condiciones geomorfológicas de la playa de San Lorenzo, la construcción de las escolleras se debe ubicar costa-afuera paralela al malecón con la finalidad de mejorar la línea de Costa, regenerar la playa y proteger las infraestructuras.

PALABRAS CLAVE: Protecciones hidráulicas, Erosión, Playa, Olas, Rocas.

“DESIGN OF A HYDRAULIC PROTECTION WORK FOR SAN LORENZO-SALINAS BEACH, PROVINCE OF SANTA ELENA.”

Authors: CAICHE GONZÁLEZ JONATHAN
NEIRA TABOADA GILDA

Tutor: ING. GASTÓN PROAÑO CADENA

ABSTRACT

The objective of this research work was to design a hydraulic protection work on the San Lorenzo-Salinas beach, this was carried out by analyzing the results of the Oceanographic and Antarctic Institute of the Navy (INOCAR), to determine the design wave and the use of the Hudson method to determine the weight of stone materials, layer thicknesses (shell, filter and core). It was determined that, due to the geomorphological conditions of the San Lorenzo beach the construction of the pebbles should be located coast-outside parallel to the boardwalk in order to improve the Costa line, regenerate the beach and protect infrastructure.

KEYWORDS: *Hydraulic protections, Erosion, Beach, Waves, Rocks.*

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La ciudad de Salinas, ubicada en la costa del pacífico Sur, posee una extensión de 27 km² con una población aproximada de 50 mil habitantes, se encuentra ubicada en la puntilla de Santa Elena, y por su geografía es uno de los puntos más sobresalientes del continente sudamericano. A través de los años ha llegado a ser considerada uno de los balnearios más importantes de la región por su afluencia de turistas, siendo esta una de sus actividades económicas principales, así mismo, destacan la pesca, construcción y producción de sal.

Esta zona costera debido a su ubicación geográfica, en ciertas épocas del año presentan oleajes y aguajes que dañan las infraestructuras, principalmente la del malecón de la playa de San Lorenzo, que a inicios del presente año y años anteriores a causa de estos eventos se han visto afectadas diferentes instalaciones sanitarias cubriéndolas de arena, impidiendo su normal funcionamiento a raíz de olas de alrededor de 2.5 metros de altura, por lo cual se presentan proyectos de protección hidráulica para prevenir futuros daños.

La erosión costera es un proceso que ocurre de manera natural, el cual consiste en el movimiento de las partículas del suelo por la acción del mar, el viento y la intervención de otros factores que desgastan las costas, teniendo como consecuencia la pérdida de arena y la modificación del paisaje costero. El fenómeno de la erosión costera en ocasiones es acelerado por la intervención del hombre en actividades que alteran el flujo natural de la costa, un ejemplo sería la extracción de la arena de la playa.

Este proyecto investigativo tiene como importancia prevenir la erosión costera, proteger la infraestructura civil y propiedades cercanas del sector, disminuir el impacto negativo por los efectos del clima y la frecuencia de los cambios en el mismo, los cuales varían en diferentes épocas del año. Es decir, el aumento del nivel del mar y las tormentas cada vez con mayores intensidades son algunos de los

factores que pueden afectar negativamente a las playas y a las comunidades que dependen de ellas. Por esta razón, en este proyecto se presentará una propuesta de diseño de una obra de protección hidráulica para la playa de San Lorenzo, que permita garantizar la seguridad y la sostenibilidad de estas zonas costeras.

Rueda y Lonin, (2012) Indica que el principal propósito de una obra de construcción hidráulica es proteger la línea de costa, o un puerto pesquero de las consecuencias de la acción directa de la ola, mediante la ejecución de un proyecto marítimo portuario que reduzca la energía del impacto de las olas. La ejecución de estas obras reduce la cantidad de sedimentos que se generan, mejorando la calidad de la playa.

Desde el punto de vista de Guerrero Herrera et al., (2018) considera que: el análisis geodinámico para las regeneraciones de las playas consiste en el estudio e interpretación de los parámetros y fenómenos que tienen que ver con la iteración de la influencia del mar sobre las playas; es decir, analizar los vientos, olas, mareas, corrientes, aplicación e interpretación de teorías oceanográficas, análisis geomorfológico de las playas, y de sedimentos.

Después de conocer la importancia de una protección hidráulica en las zonas costeras, es importante conocer el tipo de protección a aplicar de acuerdo con los estudios realizados, entre ellos tenemos: los diques, espigones, rompeolas y escolleras.

Para la ejecución de las obras de protección hidráulica, es indispensable utilizar materiales que cumplan con los parámetros de las normas vigentes, mismos que pueden variar dependiendo de la ubicación y la disponibilidad de materiales pétreos que dispongan las canteras cercanas al proyecto, otro factor importante a considerar es el transporte del material a la obra ya que de esto dependerá la mayor parte del presupuesto.

En ocasiones, estas construcciones estructurales en ciertos casos pueden tener impactos negativos con el medio ambiente, alterando el hábitat natural de los organismos marinos, afectando así a la biodiversidad, la productividad del ecosistema y la dinámica de la playa, por esta razón es de suma importancia conocer

el tipo de protección a aplicar y realizar su respectivo estudio y evaluación cuidadosa antes de su ejecución para evitar estos inconvenientes de daños perjudiciales.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Paterson, (2017) plantea que el calentamiento global es una amenaza a nivel internacional, debido a desastres naturales causados por el cambio climático, como el aumento del nivel del mar, intensas tormentas e inundaciones. Estos fenómenos ocurren con mucha frecuencia en diferentes partes del planeta, menciona que en un futuro se va a incrementar su intensidad.

El calentamiento del planeta causa aumento de temperatura en el aire y en los mares, provocando el derretimiento de los polos y como reacción el aumento del nivel del mar ocasionando pérdidas de playas. Salinas debido a su ubicación geográfica es uno de los lugares más sobresalientes de la Costa Ecuatoriana, en épocas de oleaje recibe olas de +2 metros de altura aproximadamente, por este motivo para proteger la playa de San Lorenzo de Salinas y evitar la pérdida de arena el objetivo principal de este proyecto es presentar un diseño de una obra de protección hidráulica para prevenir la erosión de la playa y proteger la infraestructura del lugar.

Una playa que presente problemas de erosión, como en este caso el balneario de Salinas, el cual en diferentes épocas del año es masivamente visitado por turistas nacionales y extranjeros, podría afectar la actividad turística de modo que perjudique la economía de las personas que se dedican a esta ocupación.

En la ciudad de Salinas se han construido diferentes obras de infraestructura para impulsar el turismo o mejorar la calidad de vida de los habitantes, una de las obras fue la construcción del rompeolas en el Yacht club de Salinas, y según estudios realizados en la zona, este tipo de construcción ha alterado la morfología original del perfil litoral de la playa de San Lorenzo, provocando inundaciones en épocas de oleaje, desde el tramo de la calle 24 de mayo hasta la calle Galápagos. (Guerrero Herrera et al., 2018).

A través de los años se han presentado fuertes oleajes en el sector, como el último suceso que ocurrió en el presente año 2023, el oleaje provocó que grandes masas de agua inundara la avenida principal del malecón de Salinas, afectando las diferentes instalaciones sanitarias, instalaciones pluviales de la zona y las edificaciones frente al mar.

1.2. ANTECEDENTES

Del medio internacional se toma como referente la tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero civil de (González, 2012), acerca del “DISEÑO Y CALCULO DE OBRA DE PROTECCIÓN MARÍTIMA TIPO ESCOLLERA”. Esta investigación tuvo como objetivo proponer el diseño y cálculo de una obra de protección marítima para el Estado de Veracruz, por medio de la selección del tipo de obra más adecuada a la zona de trabajo, la metodología empleada se rigió en base a los materiales empleados, método constructivo, guía de diseño, cálculos matemáticos. De los resultados obtenidos consideraron que en la parte exterior de la escollera se empleen bloques ranurados para brindar más protección y disipar la fuerza de la ola.

De acuerdo con el trabajo de grado de (Saldaña, 2017), “DISEÑO DE UN DIQUE DE ESCOLLERA PARA PROTECCION DE LA VIA COSTA VERDE TRAMO CALLAO”, tiene como objetivo realizar el diseño del dique de protección marítima en terrenos próximos al nivel del mar en Perú. Este estudio fue realizado por medio de la metodología de diseño de Van der Meer el cual indica las siguientes etapas de diseño: condiciones del entorno, parámetros hidráulicos, geotécnicos, estructurales, cargas externas, resistencia ante las cargas, respuesta de la estructura. Para el correcto diseño identificaron las características del clima marítimo, diseño estructural, diseño funcional. Como conclusión obtuvieron que en un análisis mecánico existe una relación entre el peso de la escollera y altura de la ola, los resultados de las fórmulas estructurales marcaron secciones típicas con pesos de 1.80 ton y que el valor de H/AD , es decir, el parámetro que relaciona la altura de la ola H con la densidad sumergida relativa A y el diámetro de las piezas, este valor está entre 1 y 2 el cual se clasificó al dique como una estructura estable.

En el ámbito nacional el proyecto de titulación propuesto por (Murillo, 2017), “DISEÑO DE SISTEMA DE ESPIGONES CON GEOTUBOS PARA LA PROTECCIÓN DEL MALECÓN DE CRUCITA”, tiene como finalidad comprobar la factibilidad de utilizar un sistema de espigones utilizando geotubos en la playa de Crucita, ubicada en Manabí. Para este estudio identificaron variables que intervinieron en el análisis, cálculo y diseño de los espigones y su efecto en las costas, el cual contribuirá en el planteamiento de un diseño eficaz que implique el uso de menos recursos. Obtenida toda la información concluyeron que el uso de geo estructuras para protección costera busca reemplazar el uso de elementos como rocas de gran tamaño con el fin de reducir el impacto ambiental y costos.

El trabajo de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil de (Zavala, 2019), “DISEÑO DE UN ROMPEOLAS USANDO TETRÁPODOS PARA LA PROTECCIÓN DE PUERTO BAQUERIZO MORENO (GALÁPAGOS)”, tuvo como objetivo desarrollar una propuesta de diseño de un rompeolas para la protección del puerto contra un oleaje máximo utilizando materiales de concreto prefabricados llamados tetrápodos. La metodología empleada consistió en ubicar el rompeolas en el lugar más conveniente, analizar la cartografía del sitio, condiciones meteorológicas y medio ambientales, diseñar el rompeolas y los elementos de concreto (tetrápodos), para la fabricación de los tetrápodos utilizaron un tipo de cemento GU el cual es resistente a los sulfatos con resistencia $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad. Como resultado estimaron costos de materiales, maquinarias y de mano de obra en San Cristóbal obteniendo un precio final de \$1 375 751.11, y concluye que la extracción de rocas crearía un gran impacto en los ecosistemas e indica mayor costo si se la transporta desde Ecuador hasta las islas por ende los materiales prefabricados de hormigón es la mejor opción para este diseño de rompeolas.

En el ámbito local se cita la tesis de graduación previa a la revalidación del título de Ingeniero Civil de (Sánchez, 2003), acerca del “DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN COSTERAS DEL MALECÓN DE LA LIBERTAD, PROVINCIA DEL GUAYAS”, esta tesis tuvo como objetivo presentar el diseño de las obras de protección costera para la restauración del malecón de La Libertad, la metodología empleada se centró en estudiar las condiciones físicas del sitio del proyecto,

criterios de diseño, ecuaciones matemáticas, impacto ambiental, especificaciones técnicas. Como conclusión del trabajo de titulación el autor indica que la solución para controlar la erosión de la costa de La Libertad consiste en la construcción de cinco escolleras costa-afuera, y de la reconstrucción del muro de enrocado.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

La ejecución del diseño de una obra de protección hidráulica en la playa de San Lorenzo de Salinas reducirá significativamente la erosión costera y disminuirá los impactos negativos en épocas de oleaje, así como la conservación de las edificaciones que se encuentran cerca del mar, la seguridad y bienestar de los ciudadanos Salinenses.

1.3.2. Hipótesis Específicas

H.E1.: El diseño óptimo de las secciones geométricas de la obra de protección hidráulica evitará daños estructurales tanto a la vía como a construcciones aledañas.

H.E2.: La determinación de un presupuesto de obra es fundamental para poder obtener un costo total de la ejecución del proyecto.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General.

Diseñar una obra de protección hidráulica para la playa de San Lorenzo-Salinas, Provincia de Santa Elena.

1.4.2. Objetivos Específicos.

O.E1. Realizar un diseño óptimo de las secciones geométricas de la obra de protección hidráulica mediante la aplicación de especificaciones técnicas para asegurar estabilidad a la estructura.

O.E2. Determinar el presupuesto de la obra por medio del análisis de precios unitarios para estimar un costo total de la ejecución del proyecto.

1.5. ALCANCE

El presente trabajo de titulación se centra en el estudio y diseño de la protección hidráulica en la playa de San Lorenzo-Salinas, Provincia de Santa Elena, para evitar daños a las estructuras aledañas y restaurar la playa.

Se estudiará las condiciones físicas del sitio del proyecto, es decir analizar la dirección de los vientos, corrientes marinas y las alturas máximas de olas que ha alcanzado este sector.

Se determinará los materiales adecuados, el diseño de las secciones geométricas de la obra de protección hidráulica de acuerdo con normativas, cantidad de materiales a emplear y el presupuesto para obtener un adecuado diseño de la obra.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variables Dependientes.

- ✓ Diseño de una obra de protección hidráulica.

1.6.2. Variables Independientes.

- ✓ Estabilidad de la estructura
- ✓ Presupuesto total de la construcción

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

2.1.1. Olas.

Las olas del mar son movimientos ondulatorios que se producen en la superficie del océano, se generan por diferentes causas debido a la acción del viento, la fuerza de atracción que ejerce el sol y la luna sobre la porción líquida del planeta y el movimiento de las placas tectónicas que puede ocasionar tsunamis. Estas pueden ser de diferentes tamaños, su altura y frecuencia dependen de la fuerza del viento y la profundidad del agua. En la tabla 1 se muestra el Hs esperado en distintos períodos de retorno:

Tabla 1

Hs máximo de olas esperadas en ciertos periodos de retorno

Período de retorno	Hs máxima esperada (m)
1 año	3.38
5 años	4.032
10 años	4.31
50 años	4.95

Nota: Vera et al., (2009)

2.1.2. Vientos.

Los vientos causan la mayoría de las olas oceánicas, las cuales son el resultado de la transferencia de energía a través de la materia. Una ola puede viajar varios kilómetros gracias a la energía, no al agua; la energía se transfiere de una molécula de agua a otra.

(Publicaciones Didácticas, 2014) Afirma que es importante conocer la velocidad, frecuencia, y las diferentes direcciones en las que actúa el viento. El modo más habitual para traducir la ley de distribución de la dirección del viento es la rosa de los vientos, ya que nos indica el porcentaje del tiempo en el que el viento sopla desde las direcciones. Es un diagrama polar que representa un porcentaje de viento con respecto a las direcciones y la escala de velocidad promedio.

Los datos los podemos representar en dieciséis direcciones, a ocho de ellas se les llama primarias, a las otras ocho secundarias. Todas ellas se muestran en la tabla 2:

Tabla 2

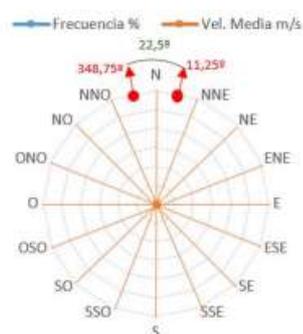
La rosa de los vientos

Primarias	Secundarias
N (norte)	NNE (nor noreste)
S (sur)	ENE (este noreste)
E (este)	ESE (este sudeste)
O (oeste)	SSE (sur sudeste)
NE (nordeste)	SSO (sur sudoeste)
NO (noroeste)	OSO (oeste sudoeste)
SE (sudeste)	ONO (oeste noroeste)
SO (sudoeste)	NNO (nor noroeste)

Nota. Tomado de (Publicaciones Didácticas, 2014)

Figura 1

La rosa de los vientos



Nota. Tomado de Publicaciones Didácticas, (2014)

La escala de Beaufort es una herramienta con la cual se mide la intensidad del viento acorde al movimiento del océano. El nombre completo que le asignan es Escala de Viento de Beaufort, la clasificación de la escala se muestra en la tabla 3:

Tabla 3

Escala de Beaufort

Grado	metros/seg.	Nudos	km/h	Denominación
0	0 – 0.2	< de 1	0 – 2	Calma
1	0.3 – 1.5	1 – 3	2 – 6	Ventolina
2	1.6 – 3.3	4 – 6	7 – 11	Brisa muy débil
3	3.4 – 5.4	7 – 10	12 – 19	Brisa débil, flojo
4	5.5 – 7.9	11 – 16	20 – 29	brisa moderada
5	8.0 – 10.7	17 – 21	30 – 39	Brisa fresca, fresquito
6	10.8 – 13.8	22 – 27	40 – 50	Fresco, Brisa fuerte
7	13.9 – 17.1	28 – 33	51 – 61	Frescachón, viento fuerte
8	17.2 – 20.7	34 – 40	62 – 74	Temporal, viento duro
9	20.8 – 24.4	41 – 47	75 – 87	Temporal fuerte
10	24.5 – 28.4	48 – 55	88 – 101	Temporal duro
11	28.5 – 32.6	56 – 63	102 – 117	Temporal muy duro, borrasca
12	> de 32.7	> de 64	> de 118	Temporal huracanado

Nota. Extraído de Diccionario Náutico(Llusá Di Nucci, 2009)

2.1.3. Sol y luna.

(Martín, 2000) Indica que las mareas son movimientos de agua causados por la fuerza de la gravedad que la Luna y el sol ejercen sobre los mares, y que provocan una fuerte atracción del océano hacia el astro.

(Mederos Martín, 2009) Plantea que la posición relativa del Sol y la luna con respecto a nuestro planeta ocasionará que sus atracciones se sumen provocando el aumento pronunciado de las mareas o en ocasiones menos marcadas. A continuación, se presenta los principales términos empleados en la descripción de las mareas:

- a) **Marea alta o pleamar.** Se define como pleamar o marea alta el instante en que el mar obtiene su máxima altura en un periodo de mareas

- b) **Marea baja o bajamar.** Se define como bajamar o marea baja al momento contrario de pleamar, es decir, el mar alcanza menor altura.

2.1.4. Placas tectónicas.

(Office Quito et al., 2010) La mayor parte de los tsunamis ocurren después de un terremoto bajo el océano, lo que quiere decir que pueden generarse por cambios del fondo del mar, en las fallas o en las fronteras de las placas.

El maremoto produce un movimiento fuerte de las aguas que provoca la formación de grandes olas o tsunamis que viajan con rapidez a través del océano y que golpean las zonas costeras inundando ciudades y causando muchos daños.

2.1.5. Altura de la ola.

(Franco García, 2015) plantea que: “La altura de la ola es la distancia entre el máximo valor o cresta hasta el valle del desplazamiento en un periodo”. La escala de Douglas se muestra a continuación en la tabla 4:

Tabla 4*Escala de Douglas*

Grado	Denominación	Altura de las olas (m)	Aspectos del mar	Equivalencia Beaufort
0	calma	0	El mar está como un espejo.	0
1	rizada	0-2	Mar rizada con pequeñas crestas, pero sin espuma.	1 y 2
2	marejadilla	0,2-0,5	Pequeñas ondas cuyas crestas empiezan a romper.	3
3	marejadilla	0,5-1,25	Olas pequeñas que rompen. Se forman frecuentes borreguillos.	4
4	fuerte marejada	1,25-2,5	Olas moderadas de forma alargada. Se forman muchos borreguillos.	5
5	gruesa	2,5-4	Formación de grandes olas con crestas de espuma blanca por todas partes.	6
6	muy gruesa	4-6	El mar empieza a recogerse y la espuma blanca de las crestas es impulsada por la acción del viento.	7
7	arbolada	6-9	Olas altas bandas densas de espuma en la dirección del viento y el mar empieza a romper. El agua pulverizada dificulta la visibilidad.	8 y 9
8	montañosa	9-14	Olas muy altas con crestas largas y rompientes. La espuma va en grandes masas en la dirección del viento y la superficie del mar aparece casi blanca. Las olas rompen brusca y pesadamente. Escasa visibilidad.	10 y 11
9	enorme	+ de 14	El aire está lleno de espuma y agua pulverizada. El mar completamente blanco. Visibilidad prácticamente nula.	12

Nota. Extraído de Diccionario Náutico(Llusá Di Nucci, 2009)

2.2. MAREAS

Las mareas son los movimientos periódicos de ascenso y descenso de las aguas del mar, la causa principal de estas fluctuaciones es la atracción gravitatoria que ejerce el Sol y la Luna. El efecto de la Luna tiene un papel más protagónico dentro de este fenómeno, a pesar de que la Luna es mucho más pequeña que el Sol, se encuentra más próxima a la Tierra comparada con la distancia entre la Tierra y el Sol.

2.3. CORRIENTES MARINAS

Se define como corriente marina a grandes masas de agua que tienen un movimiento de traslación de forma circular, las cuales se originan por la diferencia de densidad y temperatura del agua, este proceso se conoce como circulación termohalina. La circulación termohalina se le conoce a la variación de densidad, estas corrientes son impulsadas por las diferencias de densidad provocada por variaciones en su temperatura y su salinidad, en su mayoría son producidas por la acción del viento, sol o por la rotación del planeta. (Arcos Caicedo, 2021)

A continuación, se menciona los tipos de corrientes marinas respecto a sus características:

2.3.1. Corrientes Costeras.

Son corrientes que van paralelas a la costa y rara vez superan un nudo, el cual equivale a 1.85 kilómetros por hora. Sin embargo, esta velocidad puede superarse cuando se mide en la zona del oleaje. La intensidad de las corrientes costeras disminuye cuando se encuentran a una mayor distancia de la línea de costa.

Este tipo de corrientes suponen una amenaza para los bañistas y buceadores, ya que pueden arrastrar a las personas hacia zonas rocosas donde pueden tener accidentes, o hacia zonas más profundas las cuales son desfavorables para quienes estén agotados o para malos nadadores

2.3.2. Corrientes de resaca o de retorno.

De acuerdo con (Rodríguez Lizano, 2019) las corrientes de resaca o de retorno se generan en la zona rompiente la cual se encuentra cerca de la costa, se logran identificar al momento de que las olas rompen generando espuma suspendida y sedimentos sobre la playa que luego regresa mar adentro, su intensidad depende de diferentes factores como la pendiente de la playa, la altura de la ola, y el estado de mareas.

Las corrientes de resaca se forman por el rompimiento irregular de las olas, las cuales poseen energía en su movimiento para luego ingresar a la costa por la formación de un canal que generan y regresan por sí mismo, este movimiento es continuo.

Estas corrientes se componen de tres partes, las cuales son conocidas como: boca, cuello y cabeza. En la boca se sustenta con la acumulación del agua en la parte cercana a la costa; en la parte del cuello se encuentra concentrada mayor energía, es decir, la corriente consigue mayor fuerza y movimiento; y finalmente, en la zona de la cabeza existe menor fuerza de corriente, por consiguiente, llega al punto de detenerse.

2.3.3. Corrientes de viento.

Estas corrientes de viento también se conocen como corrientes superficiales. El viento es el responsable de tirar de las capas superficiales del agua hacia adelante perdiendo fuerza a medida que aumenta la profundidad. Por ende, el viento hace el suficiente trabajo para influir en el movimiento de los océanos del mundo.

La fuerza de estas corrientes depende de la velocidad, constancia y duración del viento. Existen tres factores que afectan la velocidad: la profundidad del agua, la topografía del fondo marino y la temperatura. Como resultado, si el agua es más fría y la presión hidrostática es más alta estos factores van a ralentizar las corrientes.

2.3.4. Corrientes de convección.

Las corrientes de convección o corrientes de circulación profunda también son impulsadas parcialmente por el viento, pero su principal característica son las variaciones de la temperatura del agua.

Sabemos muy bien que el océano es más frío en los polos y más cálido en los trópicos; por lo tanto, el calor del agua se equilibra en una distribución horizontal, decreciendo y aumentando, llegando a un ciclo. De esta forma, el agua superficial, cálida y no demasiado densa, se desplazará hacia el fondo más frío y denso. A su vez, el agua fría sube del fondo a la superficie y adquiere una nueva temperatura más cálida, facilitando la evaporación.

2.4. BATIMETRIA

La palabra “batimetría” es determinada como el análisis de la profundidad oceánica. En la topografía hidrográfica se referencia a los levantamientos de las superficies submarinas. A diferencia de un topógrafo de campo en la realización de un taquimétrico que toma alturas, en el levantamiento batimétrico éste toma profundidades.

La finalidad de las batimetrías como en cualquier levantamiento, es la obtención de las coordenadas X, Y, Z de los puntos sumergidos. La determinación de la profundidad recibe el nombre de sondeo y consiste en medir la distancia vertical entre el nivel del agua y la superficie del fondo.(Ballester Mora & García Sala, 2010)

2.5. CALIDAD DE SEDIMENTOS

La calidad de los sedimentos de una playa se refiere a la composición, textura y características físicas y químicas de los materiales que conforman la playa. Esto incluye la presencia de contaminantes, la cantidad de materia orgánica, la granulometría de los sedimentos y la presencia de microorganismos.

Es importante analizar la calidad de los sedimentos porque puede afectar la salud de los ecosistemas costeros y la seguridad de las personas que utilizan la playa.

Por ejemplo, la presencia de contaminantes puede ser perjudicial para la vida marina y para las personas que consumen pescado o mariscos de la zona. Además, la textura de los sedimentos puede influir en la erosión de la playa y en la formación de dunas, es decir, la acumulación de arena en la zona costera la cual puede poseer vegetación y fauna características a la zona la cual ayudará a frenar inundaciones frente a mareas extraordinarias, y son barreras naturales contra las tormentas y contra el aumento del nivel del mar.

2.6. CALIDAD DE AGUA

Una obra de protección hidráulica de enrocamiento puede afectar la calidad del agua de varias maneras:

2.6.1. Sedimentación.

Durante la construcción de una obra de protección hidráulica se pueden formar una gran cantidad de sedimentos, los cuales pueden ser arrastrados por el agua y depositados en el fondo de ríos y lagos. Esto puede afectar la calidad del agua al aumentar la turbidez y reducir la cantidad de luz que llega al fondo, lo que puede afectar la vida acuática.

2.6.2. Alteración del hábitat.

La construcción de estructuras de protección hidráulica puede alterar el hábitat natural de los organismos acuáticos, lo que puede afectar su supervivencia y reproducción. Por ejemplo, la construcción de una represa puede interrumpir el flujo natural del agua y cambiar su temperatura y calidad.

2.6.3. Contaminación.

La contaminación de obras de protecciones marítimas es causada por el tipo de materiales que se usan para su construcción.

2.6.4. Cambios en la calidad del agua.

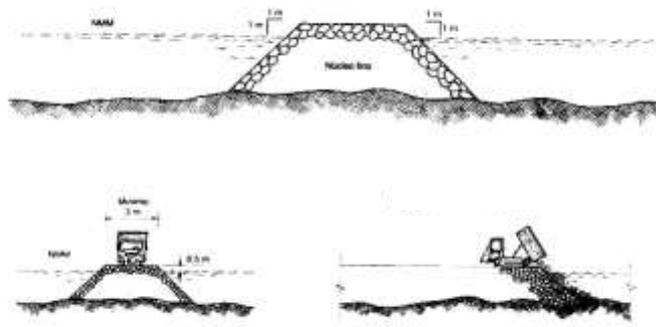
La construcción de una protección hidráulica puede alterar el flujo del agua y la cantidad de oxígeno disuelto en ella, lo que puede afectar la calidad del agua y los organismos acuáticos; por lo que es importante tomar medidas para minimizar su impacto en el medio ambiente.

2.7. SECCIONES QUE CONFORMAN UN ROMPEOLAS

El rompeolas convencional en ocasiones es de forma trapezoidal y está conformado por tres capas llamadas: coraza, filtro y núcleo (ver figura 2). La capa principal está compuesta por material de dragado u voladura de canteras, consecutivamente posee una o más capa secundaria o filtro y la coraza finalmente es la capa que disipará la energía de la ola. Hay que recalcar que la parte longitudinal también llamada cuerpo y el remate de rompeolas que se encuentra dentro del mar se conoce como morro.

Figura 2

Sección Transversal de un rompeolas convencional con enrocamiento



Nota. Tomado de "Criterios de diseño de Rompeolas de Berma, bajo el concepto de oleaje irregular"(Ortega Jiménez, 2010)

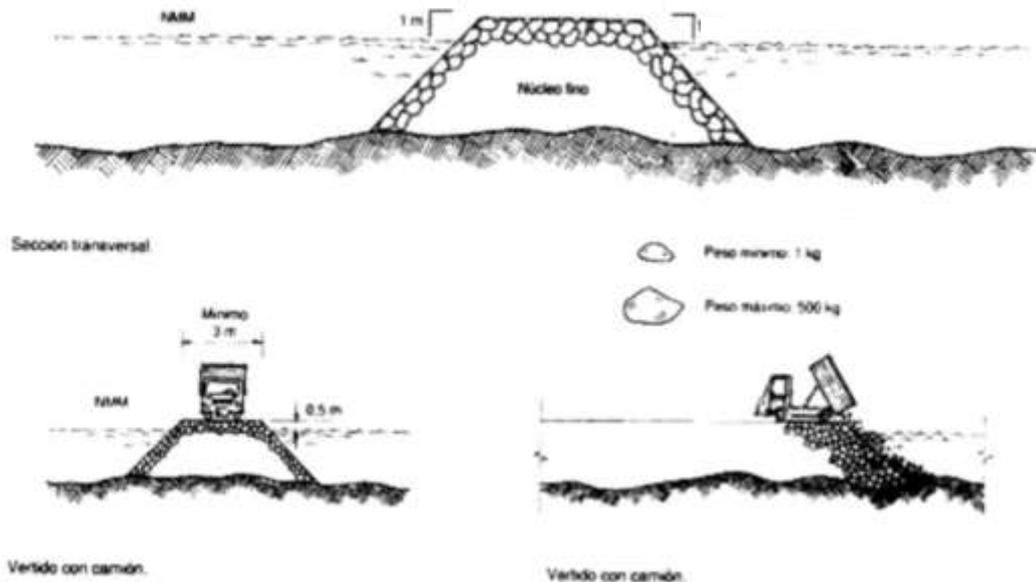
2.7.1. Núcleo.

El núcleo es la primera capa para construirse, conformado por partículas menores de 40 centímetros de diámetro, se vierte al mar mediante camiones de volteo. En otras ocasiones, se utiliza material que procede de voladura de cantera; para facilitar el proceso constructivo.

A continuación (ver figura 3) se muestra el proceso de vertimiento del material que conformará el núcleo; la permeabilidad del núcleo afecta al material el cual es vertido en un estado suelto, por consecuencia a la acción del oleaje ocurre un asentamiento inmediato, por tal razón se debe considerar un desperdicio del 30% del material.

Figura 3

Sección transversal de la capa de núcleo y proceso de colocación



Nota. Tomado de (Ortega Jiménez, 2010)

2.7.2. Filtro.

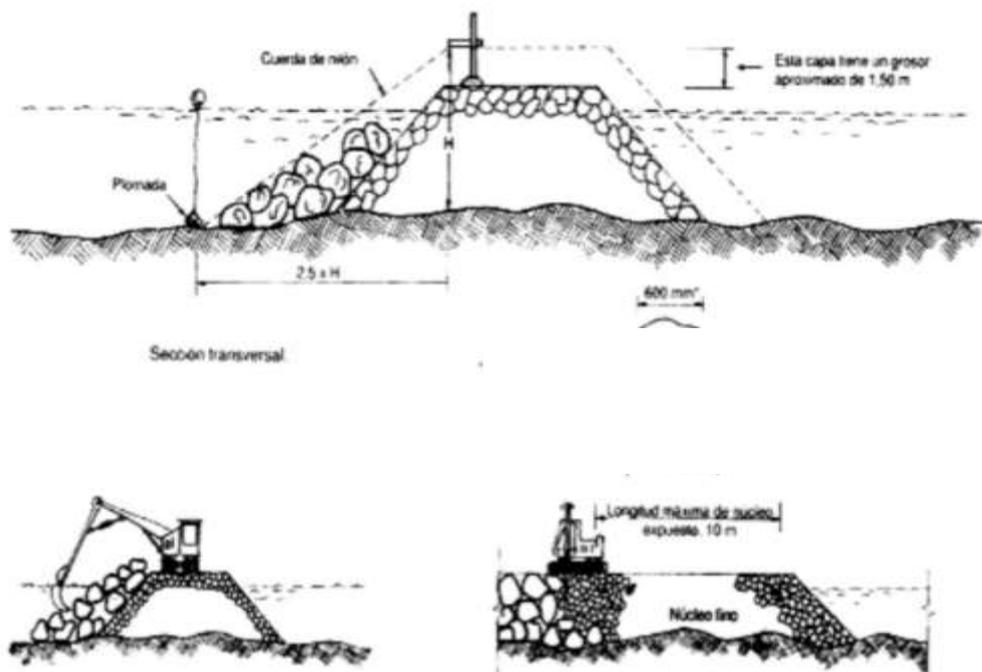
El filtro es la capa que actúa como una base para el material principal, que es la coraza, y como un material impermeable para el núcleo. Consiste en la colocación de rocas sueltas el cual su peso debe ser aproximadamente 10 veces

menor al peso de la coraza, esta condición asegurará una interconexión adecuada en la escollera.

Es importante tener en cuenta un desperdicio del 20% en la colocación del material de filtro. En la siguiente figura se observa el proceso de vertimiento de la capa intermedia o filtro. (figura 4).

Figura 4

Sección transversal de la capa de Filtro y proceso de colocación



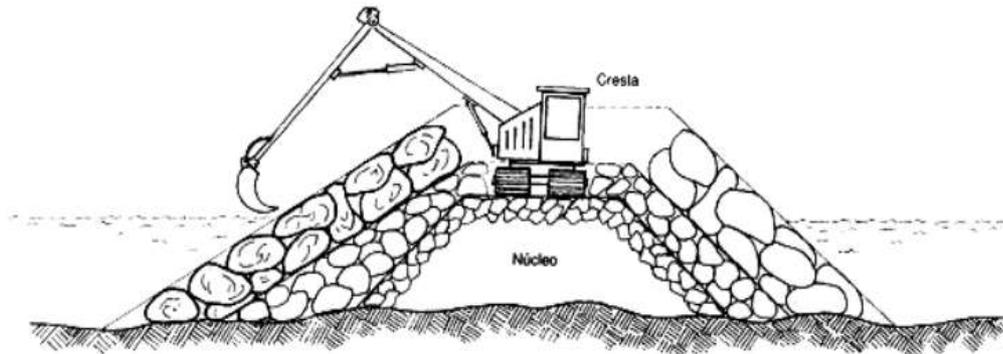
Nota. Tomado de (Ortega Jiménez, 2010)

2.7.3. Coraza.

Las rocas que conformarán la coraza tendrán como función recibir el impacto de las olas y disipar su energía; estas pueden ser conformadas por materiales pétreos extraídos de canteras o elaborados de hormigón, se debe tener cuidado con la selección de este material ya que el uso de cualquier roca defectuosa afectará a todo el sistema de secciones de capas interiores.

Figura 5

Colocación de la capa de coraza

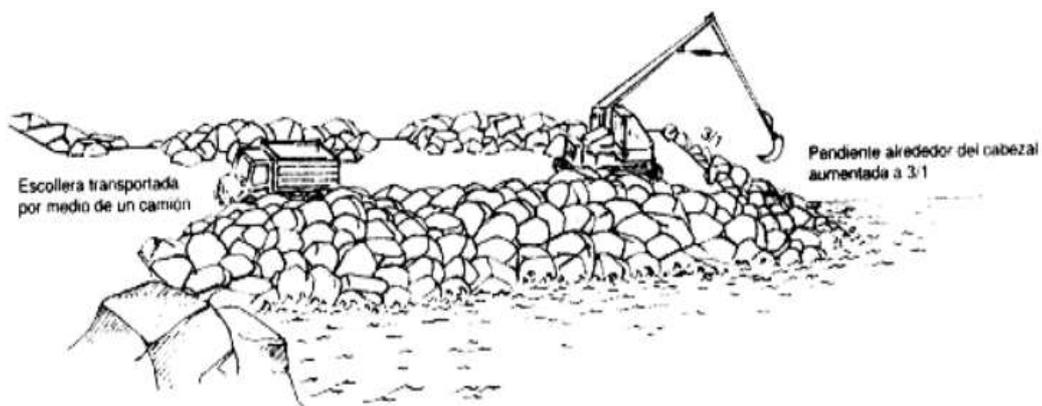


Nota. Tomado de (Ortega Jiménez, 2010)

La (figura 6) muestra la colocación del material de la coraza mediante grúas, se vierte una a una asegurando la interconexión entre el material de base filtro sin exponerlo, y asegurando la estabilidad al diseño. Se debe considerar un desperdicio del 15% de material.

Figura 6

Colocación de coraza en la parte del morro



Nota. Tomado de (Ortega Jiménez, 2010)

2.8. TIPOS DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA

2.8.1. Defensas Longitudinales.

Son sistemas que sirven de protección presentes en la línea de la costa, sobre ella o a una distancia corta, la cual tiene como finalidad proteger la parte superior de la playa y terrenos ante los fuertes oleajes. Entre las ventajas de este sistema podemos indicar los siguientes:

- ✓ Rápido proceso constructivo
- ✓ Solidez
- ✓ Seguridad a corto y mediano plazo
- ✓ Economía

Se debe realizar el mantenimiento por alimentación artificial o estabilizarla mediante espigones.

2.8.2. Muros.

Estas estructuras se encuentran expuestas a la acción de las corrientes y el oleaje y están en forma paralela a la línea costera, cuya finalidad es la de proteger las construcciones que se encuentran en los terrenos posteriores al muro, áreas industriales, edificios, vías, etcétera (figura 7).

Figura 7

Muro costero



Nota. Ministerio de obras Públicas, (2013)

2.8.3. Pantallas.

Son similares a los muros, pero se diferencian en que se construyen en zonas abrigadas o interiores, cuya función es la de contener los terrenos que se presentan posteriores a ellas. Estas estructuras son elaboradas con tablestacas ya sea de metal o de madera, y planchas de hormigón.

2.8.4. Revestimientos.

Estas obras de revestimiento son construidas para protección de pendientes o acantilados con el fin de evitar la erosión (figura 8).

Figura 8

Revestimientos



Nota. (ACE Geosynthetics, 2020)

2.8.5. Espigones.

De acuerdo con (Aceitón et al., 2017), un espigón o rompeolas es una distribución no continua conformada por una agrupación de piedras o de componentes prefabricados de hormigón de grandes magnitudes, situados dentro del agua en afluentes, riachuelos o lugares cercanos a costas marinas (figura 9).

Figura 9

Espigones



Nota. ACE Geosynthetics, (2020)

2.8.6. Defensas exentas.

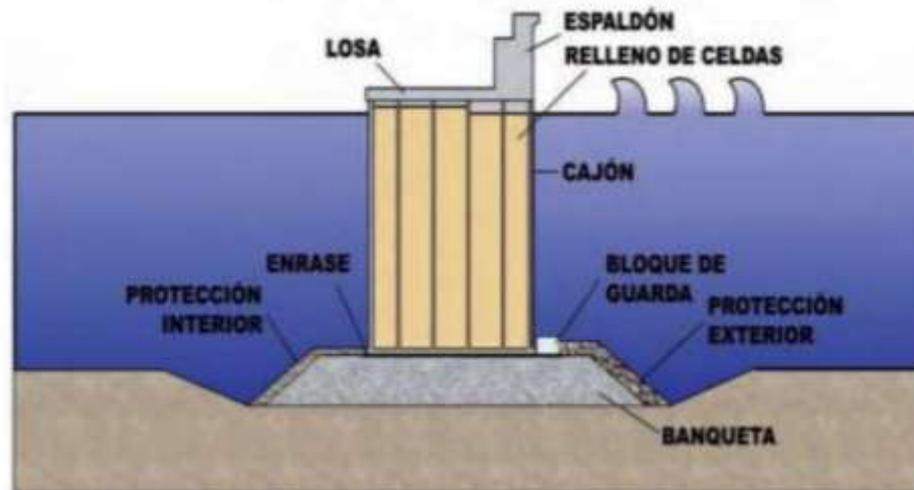
De acuerdo con (Silvera & Valla, 2023), las defensas exentas son estructuras paralelas a la costa, que funcionan según el principio de reducir la energía que llega a la costa, protegiéndola contra diversos eventos extremos. Además, en las "sombras" que crean, a medida que la altitud disminuye y las olas se suavizan, el gradiente de transporte costero termina con la deposición de grandes sedimentos para formar plataformas o bloques.

2.8.7. Diques verticales.

Como dice (Montesinos & Villar, 2020), los diques verticales son estructuras con paredes verticales en la parte superior, estas paredes pueden estar formadas por cajas o bloques que descansan sobre la acera de cierto espesor. La acción de las olas crea dos tipos de tensiones en la estructura: tensión vertical ascendente y tensión transversal, que dependen de la fuerza generada por la ola. La estabilidad de un rompeolas vertical está asegurada por su propio peso y el rozamiento superficial, que debe ser capaz de soportar las fuerzas generadas por la acción del rompeolas vertical.

Figura 10

Sección Transversal de Dique Vertical



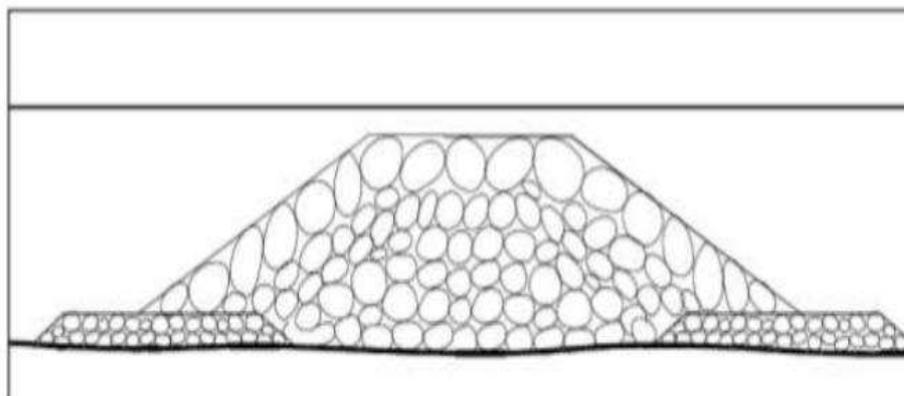
Nota. (Obras de abrigo, 2008)

2.8.8. Rompeolas sumergidos.

Citando a (Montesinos & Villar, 2020) , colocar un rompeolas sumergido, crea un obstáculo para la propagación de las olas, por lo que solo pasa una parte de la energía, lo que hace que las olas golpeen la orilla, pero la intensidad no es tan grande. La estructura de estos rompeolas está compuesta por rocas (figura 11).

Figura 11

Rompeolas sumergido



Nota. Pradjoko et al., (2015)

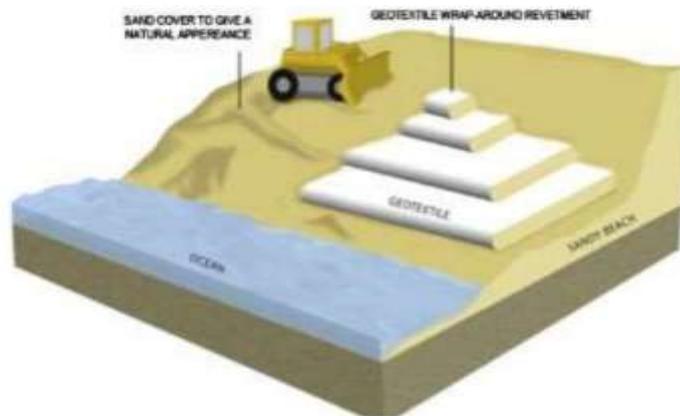
2.8.9. Geotubos.

La técnica conocida como "Geotextil wrap-around" consiste en envolver arena en una cápsula, utilizando el geotextil como envoltura para apilarlas las cápsulas una encima de otra y alcanzar la altura deseada, en cuyo caso el material de relleno que cubrirá el geotextil será de la misma playa o material extraído como resultado de la operación minera.

Para ello, el geotextil utilizado en este tipo de tratamientos debe ser lo suficientemente resistente a la abrasión y a la perforación. Una vez colocado, es cubierto con arena para dar un aspecto natural. (Montesinos & Villar, 2020) (figura 12)

Figura 12

Geotextile wrap-around



Nota. (Recio & Yasuhara, 2015)

2.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ESCOLLERAS

2.9.1. Rocas de defensa.

De acuerdo con (Torres et al., 2013), las rocas utilizadas de defensa en riberas de mar deben cumplir con lo siguiente:

- ✓ De tipo (Arenisca calcárea)
- ✓ Peso específico de 2.28 Ton/m³

- ✓ Peso promedio de 3 a 5 ton/unidad
- ✓ Tamaño de 1 a 2 m aproximadamente

Las rocas utilizadas en la conformación de los enrocados deberán ser sanas, compactas y resistentes, sin meteorización, descomposición o grietas pudiendo ser:

2.9.1.1. Granitos.

El granito es una roca de tipo ígneas plutónicas compuestas especialmente de 25% cuarzo, 65 % feldespato y diminutas cantidades de mica. Son formadas por la cristalización del magma. Los granitos son conocidos por su belleza natural entre otras características como su dureza, durabilidad y resistencia a la erosión, el granito pulido es utilizado en puentes, pavimentos, monumentos y edificios. Y el granito como agregado triturado es aplicado en rellenos como carreteras, cimientos y balasto de ferrocarril.(Ramírez et al., 2004)

2.9.1.2. Granodioritas.

La granodiorita es un tipo de roca ígneas plutónica que se componen principalmente de un 60% de feldespato y cuarzo, con una menor cantidad de mica y un 40% de plagioclasas rico en sodio, pueden ser de color gris claro y en ocasiones rosado dependiendo de la cantidad de minerales que posea.

Se forman por el enfriamiento y solidificación del magma debajo de la superficie terrestre, y su textura puede variar desde fina a gruesa. Son rocas duras y resistentes, y se utilizan en la construcción de edificios, monumentos y en la fabricación de encimeras de cocina y baño, pisos y revestimientos de paredes.(Ramírez et al., 2004)

2.9.1.3. Sienitas.

Las sienitas son rocas pertenecientes al grupo de rocas ígneas plutónicas, son compuestas principalmente de feldespato alcalino, se caracteriza por ser una roca de color rosa o gris claro, compuesta químicamente entre el 60% y 65% de sílice.

Las sienitas se forman por la cristalización fraccionada del magma basáltico, y su textura puede variar desde fina a gruesa. Son rocas duras y resistentes, y se utilizan para la fabricación de baldosas, tabiquería, adoquines e implementar como lastre en las carreteras.(Maldonado, 2022)

2.9.1.4. Aplitas.

Las rocas aplitas pertenecen al grupo de rocas ígneas plutónica, de fina textura de masa plutónica de granulometría fina a gruesa. Están compuestas principalmente de cuarzo, ortosas y debido a la ausencia de micas poseen un color claro, su formación es por la causa del enfriamiento y solidificación del magma, tienen aspecto de diques o sills, a menudo se usan en agregado para la fabricación del concreto de vidrio y cerámica.(Mariluz & Haymarí, 2013)

2.9.1.5. Pórfidos.

Los pórfidos son un tipo de roca ígnea de origen volcánico o plutónico, caracterizadas por tener una textura porfídica. Poseen alta cantidad de cuarzos y ortoclasa, tienen composiciones de serpentinitas y andesítica. Los pórfidos son usados como piedras decorativas y poseen alta resistencia y son duraderas, en ocasiones son utilizadas para la fabricación de herramienta de abrasión y corte, posee una tonalidad de masa oscura.(Vallejo Velazquez, 2014)

2.9.1.6. Gabros.

Los gabros pertenecen al grupo de rocas ígneas, su textura es gruesa, posee una densidad de 2920 a 3050 kg/m, su módulo de Young es de 60 a 100 Gpa. Tiene una porosidad de 2.5% y su resistencia a la compresión es de 150 a 200 mpa. (Ramírez et al., 2004)

Los gabros son rocas intrusivas, contienen entre 45% y 52% de sílice, compuesto de minerales como el calcio, anfíboles y piroxenos. Tienen tonalidad gris oscura o verde, el origen ocurre por la cristalización de sílice y la fusión magmática de las rocas del manto superior por peridotitas. (Vallejo Velazquez, 2014)

2.9.1.7. Diabasa.

Las diabasas son rocas ígneas subvolcánicas de oscura tonalidad y de color verde dependiendo de la mineralogía y de la cantidad de óxido de hierro que posean, el origen de su formación se relaciona con la separación del antiguo continente Pangea, el cual ayudó al ascenso del magma que se encontraba en el manto, se utilizan como áridos parppa el asfalto o vías de ferrocarril. (Fundación Integra Digital, 2021)

2.9.1.8. Riolitas.

La riolita es una roca ígnea de grano fino con textura de afanita, compuesta principalmente por cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa. Tienen un aspecto transparente y su color varía del blanco al gris claro o rosa.

La riolita se forma a partir de magma pegajoso que se enfría rápidamente en la superficie de la Tierra, lo que impide que los cristales crezcan por completo. Son comunes en zonas con actividad volcánica y se utilizan en la construcción de edificios y monumentos, también puede contener minerales como biotita, hornblenda y magnetita.

La riolita es una roca ígnea eruptiva de grano fino con una estructura afanítica, compuesta principalmente de cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa. Tienen un aspecto transparente y su color varía del blanco al gris claro o rosa. La riolita se forma a partir de magma pegajoso que se enfría rápidamente en la superficie de la Tierra, lo que impide que los cristales crezcan por completo. Son comunes en zonas con actividad volcánica y se utilizan en la construcción de edificios y monumentos, pueden contener minerales como biotita, hornblenda y magnetita.

2.9.1.9. Dacita.

La dacita es una roca ígnea eruptiva de grano fino con estructura de afanita, compuesta principalmente de feldespato y cuarzo con pequeñas cantidades de mica y anfíbol. Tienen un aspecto brillante y su color varía de gris claro a gris oscuro o marrón.

La dacita se forma a partir del magma pegajoso que se enfría en la superficie de la Tierra, lo que permite que los cristales crezcan más que la riolita. Son comunes en zonas con actividad volcánica y se utilizan en la construcción de edificios y monumentos. también pueden contener minerales como biotita, hornblenda y magnetita. En general, la dacita tiene una composición química intermedia entre la riolita y la andesita.

2.9.1.10. Andesitas.

La andesita es una roca ígnea eruptiva de grano fino a grueso con una textura porfírica compuesta principalmente de feldespato y piroxeno con pequeñas cantidades de cuarzo y mica. Tienen un aspecto oscuro y su color varía del gris oscuro al negro.

Las andesitas se forman a partir del magma viscoso que se enfría cerca de la superficie de la Tierra, lo que permite que los cristales crezcan más que el basalto. Son comunes en zonas con actividad volcánica y se utilizan en la construcción de edificios y monumentos.

Las andesitas también pueden contener minerales como hornblenda, biotita y magnetita. En general, la andesita tiene una composición química intermedia entre el basalto y la dacita.

2.9.1.11. Basaltos.

El basalto es una roca ígnea afanítica de grano fino, que consiste principalmente en minerales oscuros como el piroxeno y la plagioclasa. Es oscuro, generalmente negro o gris oscuro, y se forma a partir del magma líquido que se enfría rápidamente en la superficie de la Tierra.

El basalto es común en áreas volcánicamente activas y se encuentra en todo el mundo. Es una de las rocas más comunes en la corteza terrestre y se utiliza para construir carreteras, edificios y monumentos. El basalto también puede contener minerales como olivino y magnetita. Es una roca densa y estable formada por la solidificación del magma en la superficie terrestre.

2.9.1.12. Cuarzitas.

La cuarcita es una roca metamórfica que se forma a partir de la transformación de la arenisca bajo altas temperaturas y presiones. Está compuesta principalmente de cuarzo, que es un mineral duro y resistente.

Es de color blanco o gris claro y tiene una textura granular y cristalina. Es una roca muy dura y resistente a la erosión, lo que la convierte en un material popular para la construcción de edificios y monumentos. También se utiliza en la fabricación de herramientas y abrasivos debido a su dureza. La cuarcita se encuentra en todo el mundo y es común en las regiones montañosas donde se han producido procesos de metamorfismo.

2.9.1.13. Mármoles.

El granito es una roca metamórfica formada por la transformación de la piedra caliza bajo la influencia de altas temperaturas y presiones. Está

compuesto principalmente de calcita, que es un mineral que se encuentra en la piedra caliza. El mármol es conocido por su belleza y su uso en la construcción de edificios y monumentos.

Es una roca dura y resistente a la erosión, pero también es relativamente fácil de trabajar y se puede pulir para obtener un acabado brillante. El mármol es de color blanco o gris claro, pero también puede ser de otros colores debido a la presencia de impurezas en la piedra caliza original.

2.9.1.14. Calizas.

La piedra caliza es una roca sedimentaria compuesta principalmente de carbonato de calcio (CaCO_3) en forma de calcita mineral. Se forman a partir de la acumulación de restos de conchas, esqueletos y otros restos de organismos marinos que contienen carbonato de calcio.

También pueden formarse por precipitación química a partir de soluciones acuosas ricas en carbonato de calcio.

Las rocas calizas son comunes en todo el mundo y se encuentran en una amplia variedad de ambientes, desde arrecifes de coral hasta cuevas subterráneas. Son importantes como fuente de materiales de construcción, como el mármol y la cal, y también como fuente de carbonato de calcio utilizado en la fabricación de cemento, vidrio y otros productos químicos.

2.9.1.15. Dolomita.

Las dolomitas son rocas sedimentarias compuesta principalmente de carbonato de calcio y magnesio, similares a la calcita, su parte pura presenta cristales romboédricos deformados y aplastados como mineral impuro, puede contener hierro y manganeso, su color varía pudiendo ser blanco o negro e incluso existen rocas dolomitas de color gris rosado o rojo, tiene una dureza de 3.5 a 4 y un peso específico de 2.9g/cm^3 , se usa en vidrio plano,

cerámicas y como material de construcción en cementos especiales. (Subsecretaría de Minería, 2017)

2.9.1.16. Areniscas.

Las areniscas son un tipo de roca sedimentaria compuesta principalmente de un 50% de granos de arena, su composición mineralógica está en un rango de 75% a 95% de cuarzo y feldespatos, con fragmentos de otro tipo de roca transportadas por la acción del viento y el agua. En ocasiones su color es rojo e incluso existen areniscas de color naranja, se forman por la sedimentación de abanicos aluviales en un proceso llamado litificación. (Maldonado, 2021)

2.9.2. Geotextil no tejido.

Los geotextiles no tejido NT 3000, se fabrican a base de fibras de polipropileno que se unen aleatoriamente por un proceso mecánico de termofusión y agujado, lo cual le otorga alta resistencia mecánica. Estas fibras le permiten al geotextil no tejido, tener las propiedades de drenar, filtrar y separar. La presentación del Geotextil NT 3000 es de rollo de 4 x 200, se usa en refuerzo de suelos, refuerzo de pisos, separación de suelos y superficies, filtración, drenaje y protección.

El geotextil tiene los siguientes campos de aplicación: sistemas de subdrenaje, barreras de filtración, separación y estabilización en vías, protección de geomembranas, elemento de protección y filtración en obras de protección hidráulica, repavimentación y mantenimiento vial.

Para evitar el arrastre del material fino, en la parte interior y base de la escollera se debe colocar un geotextil no tejido para la protección de esta, el cual debe cumplir con ciertas características y especificaciones de acuerdo con la tabla 5:

Tabla 5*Características y especificaciones técnicas del Geotextil no tejido NT 3000*

PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	VALOR
MECÁNICAS			
Método Grab			
Resistencia a la Tensión	ASTM D-4632	N (lb) %	800 (180) >50
Elongación			
Resistencia al punzonamiento	ASTM D-4833	N (lb)	460 (103)
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D-4533	N (lb)	320 (72)
Método Mullen Burst			
Resistencia al Estallido	ASTM D-3786	Kpa (psi)	2210 (320)
HIDRÁULICAS			
Tamaño de abertura aparente	ASTM D-4751	mm (No, Tamiz)	0.15 (100)
Permeabilidad	ASTM D-4491	Cm/s	40 x 10 ⁻²
Permitividad	ASTM D-4491	s ⁻¹	1.80
Espesor	ASTM D-5199	Mm	2.20
Rentensión de asfalto	TEXAS DOT3099	Lt/m ² (gal/y ²)	NA
PRESENTACIÓN			
Tipo de polímero	Fabricante		Polipropileno
Ancho del rollo	Medido	m	3.8
Largo del rollo	Medido	M	100
Área del rollo	Calculado	m ²	380

Nota: Torres et al., (2013)

2.10. ESTABILIDAD

Las fuerzas causantes del desequilibrio sobre la escollera no implican solamente al fenómeno de las olas que chocan con el mismo, lo que suele ocurrir es que se ven afectadas las rocas por el oleaje al retroceder la ola por la misma pendiente. Cuando la ola retrocede, ya no conserva ninguna de sus propiedades anteriores. (Saldaña, 2017)

2.11. PROCESO CONSTRUCTIVO

Es indispensable realizar el acceso al área del proyecto, el cual será ejecutado con volquetas, colocando el componente del núcleo hacia el mar y distribuyendo el geotextil que se indica en el diseño.

Al llegar al área del proyecto, se emplea el geotextil aguas profundas la cual se deberá colocar en toda la línea de la estructura, el traslape es de 0.5 metros. Luego se sitúa los elementos del núcleo, para distribuir los elementos de la capa de filtro y coraza. Se solicita retroexcavadoras que sean adecuadas para mover rocas y se aprovechará para distribuir de manera correcta el núcleo.

2.12. PROTECCION HIDRAULICA EN ECUADOR

En la costa ecuatoriana se logra observar muchos tipos de enrocamientos que tienen distintas finalidades como: crear lugares para fines de pesca, portuaria o recreacional. Prevenir impactos negativos de la erosión e inundaciones, regenerar playas. Estas estructuras son constituidas por piedras de canteras cercanas al sitio del proyecto, debido a que resulta más económico y se aprovecha el material que conformará cada capa de la escollera.

2.12.1. Puertos pesqueros.

Un puerto artesanal está constituido de un rompeolas con el fin de asegurar a los barcos de pesca un anclaje ante los efectos del clima dando paso a la creación de un refugio o lugar de abrigo, proporciona y abastece de combustible y todo lo que se necesite para llevar a cabo sus labores. Esta clase de rompeolas se lo puede observar en San Mateo y Anconcito (figura 13 y 14).

Figura 13

Puerto artesanal de Anconcito



Nota: Tomado de Google Earth

Figura 14

Puerto pesquero



Nota: Tomado de Google Earth

2.12.2. Construcciones portuarias.

El puerto pesquero de Manta consiste en un espigón que está conformado por dos muelles que miden 800 metros, tiene un ancho de 45 metros y la profundidad alcanza 12 metros, cuentan con la capacidad de admitir 4 embarcaciones (figura 15).

Figura 15

Puerto de Manta



Nota: Tomado de Google Earth

2.12.2. Turismo.

En el país hay protecciones hidráulicas que proporciona una demarcación estable a áreas de turismo y provee un área de acoderamiento para barcos. Un ejemplo de estas estructuras es el Yacht Club ubicada en Salinas (figura 16).

Figura 16

Yacht Club, Salinas



Nota: Tomado de Google Earth

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo.

Como expresa (Ortega, 2022) el presente trabajo de investigación es de tipo aplicada ya que busca solucionar un problema o alguna cuestión específica. Esta investigación se llama “no sistemática” porque se centra en la búsqueda de soluciones. El investigador identifica el problema, procede a formular hipótesis y luego la pone a prueba, por consiguiente, aplica los resultados para dar soluciones.

El objetivo principal de la investigación es diseñar una obra de protección hidráulica, mediante el análisis de las condiciones del lugar y la estabilidad por Hudson para establecer las medidas de cada sección geométrica de la escollera y así dar solución a la erosión de la playa de San Lorenzo y evitar daños a las construcciones ingenieriles.

3.1.2. Nivel.

Este trabajo se encuentra dentro del nivel descriptivo, según (Mejia, 2020) se encarga de explicar las características de la población de donde se centra el estudio, se realiza el estudio sin alterar sus variables. La información que se brinda se trata sobre el qué, cómo, cuándo y dónde y solo prioriza describir la investigación que se quiere realizar.

En otras palabras, en esta investigación se establece el comportamiento de las variables el cómo incide, para determinar el diseño final de la obra de protección hidráulica en función de las condiciones del lugar y de sus características.

3.2. METODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

3.2.1. Método.

El método que se emplea en este trabajo de investigación es el analítico y descriptivo. Según (Espada, 2021) el método descriptivo se usa para evaluar las características de la población que se quiere estudiar y el método analítico busca entender mediante la descomposición de un todo, es decir parte de lo general a lo específico. (síntesis)

Se plantearon objetivos los cuales se busca analizar y comprobar de manera analítica que el material pétreo que se usará cumple con las normas y características adecuadas a la obra de protección hidráulica, obtener las medidas de secciones geométricas confiables de acuerdo con las condiciones del sitio y tener un control para evitar la erosión de la playa y posibles daños a las infraestructuras.

3.2.2. Enfoque.

Como expresa (Ortega, 2023) El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. Mediante este enfoque el investigador puede comprender de manera profunda los diversos métodos y fuentes de datos para indagar el fenómeno con mayor precisión.

3.2.3. Diseño.

El tipo de diseño de investigación para una obra de protección hidráulica para la playa de San Lorenzo es un diseño experimental. El diseño implica la manipulación de una o más variables independientes para observar su efecto en una variable dependiente. En este caso, se pueden manipular variables como el tipo de material utilizado para la protección, la altura de la estructura, la distancia entre las

estructuras, entre otras, para observar su efecto en la protección de la playa contra la erosión y el aumento del nivel del mar. Los resultados obtenidos de este diseño experimental pueden ser utilizados para mejorar y optimizar la construcción de futuras obras de protección hidráulica en otras playas.

3.3. POBLACION Y MUESTRA

3.3.1. Población.

(Condori-Ojeda, 2020) Define a la población como elementos accesibles o unidad de análisis que pertenece al ámbito especial donde se desarrolla el estudio. De acuerdo con la teoría expuesta la población es la playa de San Lorenzo de Salinas ya que es lugar donde se realizará el diseño de una obra de protección hidráulica para evitar la erosión.

3.3.2. Muestra.

Teniendo en cuenta a (López, 2004) Es un subconjunto o parte representativa de la población en que se llevará a cabo la investigación, en este caso se tomará en cuenta la sección más vulnerable de la playa de San Lorenzo, en épocas de oleaje el tramo que beneficiará esta obra de protección hidráulica está comprendido entre la calle galápagos hasta avenida de las Américas.

3.4. UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO

3.4.1 Área de influencia y área de estudio.

Área de influencia se define como al área o espacio geográfico de donde se obtiene la información necesaria para predecir y evaluar los impactos en los elementos del medio ambiente en este proyecto esta área será el cantón de Salinas; mientras que el área de estudio es aquella zona geográfica que sirve de referencia para contextualizar el problema, entrega los límites para el análisis y facilita su

ejecución. (Servicio de Evaluación Ambiental, 2017). En la tabla 6 se muestra las coordenadas obtenidas de Google Earth Pro del área de influencia.

Tabla 6

Coordenadas UTM del área de influencia

Punto	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
1	504183.42	9756344.02
2	504242.38	9756245.49
3	503703.96	9756126.43
4	503154.22	9756150.37
5	503143.75	9756205.81

Nota Tomado de Google Earth Pro.

Figura 17 Identificación de áreas

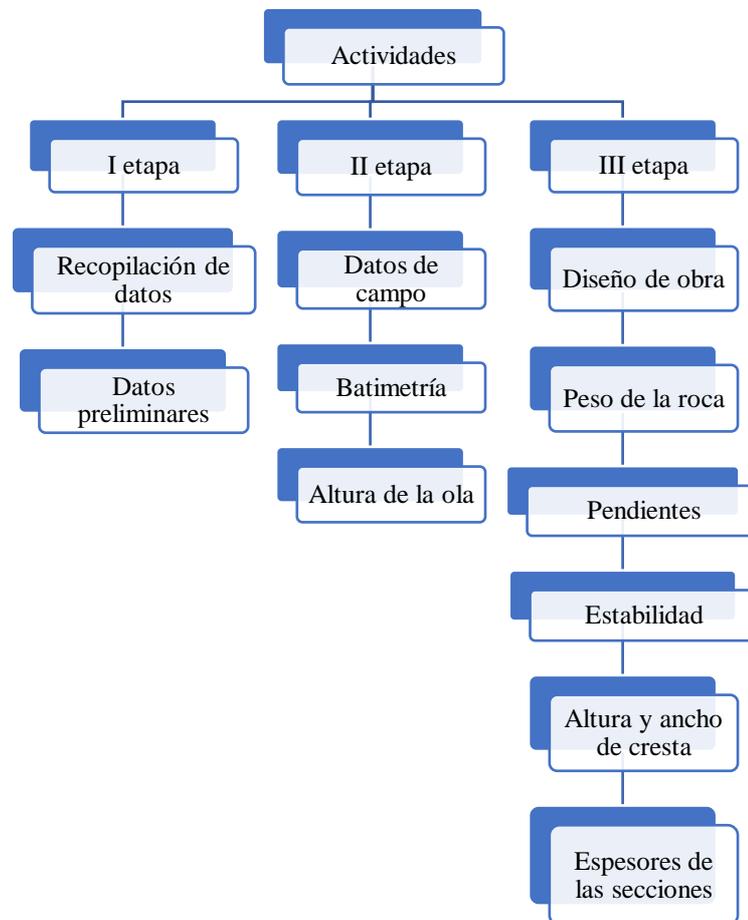


Nota. Obtenido de Google Earth Pro.

3.5. METODOLOGIA DEL OE.1: REALIZAR UN DISEÑO ÓPTIMO DE LAS SECCIONES GEOMÉTRICAS DE LA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ASEGURAR ESTABILIDAD A LA ESTRUCTURA

Como solución al primer objetivo específico planteado, se debe realizar un análisis incluyendo la dinámica de las olas y la morfología de la playa de San Lorenzo considerando los estudios realizados por el Instituto de Oceanográfico de la Armada (INOCAR). Se debe realizar el diseño detallado de la obra de protección hidráulica, incluyendo la geometría de las secciones, los materiales que cumplen con las especificaciones de la norma. A continuación, se describe las actividades para el diseño de la escollera (figura 18).

Figura 18 Actividades para el diseño de la protección hidráulica de tipo escollera



3.5.1. Método de Hudson.

Para calcular el peso de la roca de cada sección existen expresiones que son empíricas las cuales están en función de la altura de la ola de diseño, una de ellas es la propuesta por Hudson que se basa en la fórmula de Iribarren:

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad (2)$$

Donde;

W = peso de la roca (Ton).

w_r = densidad de la roca (kg/m^3).

H = altura de la ola de diseño (m).

K_D = coeficiente de estabilidad.

S_r = densidad relativa de la roca ($S_r = w_r/w_w$).

θ = ángulo de la pendiente.

Tabla 7

Pesos de las rocas

Capa	Rango de pesos
Coraza expuesta al oleaje	
Coraza Cabezal	0.75W-1.25W
Coraza protegida	
Capa Intermedia	W/15 – W/10
Núcleo	W/4000-W/200

Nota: tomado de (Casing Andrade & Mena Naranjo, 2018)

3.5.2. Talud de la estructura.

Se considera utilizar un valor entre $1,5 \leq C \leq 3$ donde C es la pendiente de la estructura. (González Cruz Antonio Augusto, 2012) plantea que pendientes mayores generan deslizamientos y que menores aumentan el precio de la construcción por lo tanto recomienda usar $C=2$.

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \frac{1}{C} \quad (2)$$

3.5.3. Coeficiente de estabilidad K_D .

El coeficiente de estabilidad depende del tipo de ola que llegue a la escollera sea rompiente o no rompiente, de su rugosidad y de la forma de las rocas que se encuentran en la protección hidráulica.

Tabla 8

Criterio de no daño y rebase mínimo

Unidades de coraza	n	Colocación	Estructura del tronco		Estructura del cabezal		Pendiente $cot\theta$
			K_D^2		K_D		
			Olas rompientes	Olas no rompientes	Olas rompientes	Olas no rompientes	
Piedra de cantera							
Lisa redondeada	2	Aleatorio	1.2	2.4	1.1	1.9	1.5 a 3.0
Lisa redondeada	> 3	Aleatorio	1.6	3.2	1.4	2.3	
Rugosas y angulares	1	Aleatorio		2.9		2.3	
Rugosas y angulares	2	Aleatorio	2.0	4.0	1.9 1.6 1.3	3.2 2.8 2.3	1.5 2.0 3.0
Rugosas y angulares	> 3	Aleatorio	2.2	4.5	2.1	4.2	
Rugosas y angulares	2	Especial	5.8	7.0	5.3	6.4	
Paralelepípedo	2	Especial	7.0-20.0	8.5-24.0	-	-	

Nota: Department of the Army, (1984)

3.5.4. Altura de la escollera.

Para calcular la altura de la escollera a diseñar, se debe sumar el rango de la marea de aguaje y el aumento del nivel del mar debido al efecto del fenómeno El Niño de tal manera que la cresta quede emergida entre los valores de 3.00 m y 2.00 m de acuerdo con MLWS, a causa del fenómeno se debe aumentar 0.5 m.

Elevación de la cresta

$$\begin{aligned} &= \text{prof. con respecto al MLWS} \\ &+ \text{rango de marea de sicigia} \\ &+ 0.5 (\text{Fenómeno de El Niño}) \end{aligned} \quad (3)$$

3.5.5. Ancho de cresta.

De acuerdo con (Department of the Army, 1984) para calcular el ancho de la cresta se utilizará la fórmula 4:

$$B = nk_{\Delta} \left(\frac{W}{w_r} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)} \quad (4)$$

Donde;

B = ancho de cresta expresada en m.

n = número de roca.

W = peso de la roca, expresada en Tn.

w_r = densidad de la roca, expresada (Tn/m^3).

k_{Δ} = coeficiente de la capa.

En la tabla 9 se presenta los coeficientes de capa y porosidad para distintos tipos de materiales de acuerdo a la cantera.

Tabla 9*Coefficiente de Capa y Porosidad*

Tipo de Material	n	Colocación	Coefficiente de Capa k_{Δ}	Porosidad %
Cantera (smooth)1	2	Al Azar	1.02	38
Cantera (rough)2	2	Al Azar	1.00	37
Cantera (rough)2	>3	Al Azar	1.00	40
Cantera (palallepiped)6	2	Especial	-	27
hormigón	2	Al azar	1.10	47

Nota: Extraído de (Department of the Army, 1964)

3.5.6. Espesores.

Como plantea (Department of the Army, 1984) para calcular los espesores de las secciones geométricas se usa la siguiente fórmula 5:

$$r = nk_{\Delta} \left(\frac{W}{w_r} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)} \quad (5)$$

Donde;

r = espesor promedio de la capa (m)

n = número de roca que conforman la capa

W = peso de la roca, expresada en Tn.

w_r =densidad de la roca, expresada (Tn/m³).

k_{Δ} = coeficiente de la capa.

3.5.7. Estabilidad de la estructura.

Para calcular la estabilidad (Ns), se utiliza la ecuación propuesta por Van Der Meer en 1995, creó una distinción entre los tipos de estructuras formados por escolleras según el valor del parámetro en la (ecuación 7) el cual puede clasificar a

la estructura como estáticamente estable o inestable. Si el resultado esta entre valores de 1 a 4 se considera como una escollera estable.

$$N_s = \frac{H}{\Delta D} \quad (6)$$

Donde:

N_s = Numero de estabilidad

H = Altura de la ola

Δ = Densidad relativa de la roca = $\left(\frac{W_r}{W_w} - 1\right)$

W_r = Densidad de la roca

W_w = Densidad del agua

D =Diámetro de la roca

3.5.8. Especificaciones para la construcción de caminos y puentes, Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.

Las especificaciones del material deben regirse a La Normativa Republica del Ecuador, Ministerio de obras públicas y comunicaciones, sección 511 Escolleras y revestimientos.

3.5.8.1. Colocación de roca escollera de 0,8m hasta 1,20m.

Para cumplir con las especificaciones técnicas necesarias para los materiales de enrocado, debe existir un estricto control de esta, tanto en la obra como en la cantera. Es importante que en la cantera donde se produce el material de coraza, se cumpla las especificaciones del peso específico, resistencia a la abrasión, y a los sulfatos.

El peso de la piedra debe ser establecido en la cantera de producción, previo a su colocación en el stock, (estoqueado de materiales), para este efecto el peso de la piedra será determinado por el producto de sus tres ejes

principales, con el cual se obtendrá su volumen, luego será multiplicado por el peso específico del material.

Tabla 10

Especificaciones material coraza

Elemento	Gradación		Abrasión	Resistencia a los sulfatos
	Wmáx	Wmín		
Roca coraza de la escollera	5.0 Ton	4.0 Ton	<35%	máx. 8%

3.5.8.2. Colocación de roca intermedia de 0,40m hasta 0,60m.

Para cumplir con las especificaciones técnicas necesarias para los materiales de enrocado intermedio, deberá tener un estricto control de esta, tanto en la obra como en la cantera, es importante que en la cantera donde se produce el material de coraza, se cumpla las especificaciones del peso específico, resistencia a la abrasión, y a los sulfatos.

El peso de la roca debe ser establecido en la cantera de producción, previo a su colocación en el stock, para este efecto el peso de la piedra será determinado por el producto de sus tres ejes principales, con el cual se obtendrá su volumen, luego será multiplicado por el peso específico del material. En la tabla 11 se presenta las especificaciones del material de la roca intermedia:

Tabla 11

Especificaciones material roca intermedia

Elemento	Gradación		Abrasión	Resistencia a los sulfatos
	Wmáx	Wmín		
Roca Intermedia de escollera	3.0 Ton	2.0 Ton	<35%	máx. 8%

3.6. METODOLOGIA DEL O.E2: DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LA OBRA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA ESTIMAR UN COSTO TOTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Para cumplir con el segundo objetivo específico del proyecto de titulación, dar a conocer un presupuesto estimado de la obra de protección para la playa de San Lorenzo de Salinas, se deberá realizar un análisis de precios unitarios (APU) donde se detalla los costos de los materiales, la mano de obra y los equipos necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción.

El APU se utiliza para estimar el costo total de un proyecto y se basa en la descomposición de los costos en unidades de medida, como metros cuadrados, metros lineales o unidades de obra.

El APU se compone de una lista de materiales, equipos y mano de obra necesarios para cada unidad de medida, junto con los costos unitarios de cada uno de ellos. Estos costos se suman para obtener el costo total de cada unidad de medida y, finalmente, el costo total del proyecto.

El APU es una herramienta importante para los contratistas y los propietarios de proyectos, ya que les permite estimar con precisión los costos de un proyecto y ajustarlos según sea necesario. También es útil para comparar los precios de diferentes proveedores y para hacer un seguimiento de los costos reales del proyecto a medida que avanza la construcción.

Los rubros para construir una escollera pueden variar dependiendo del tamaño y la ubicación de la escollera, así como de los materiales y equipos necesarios para su construcción. Algunos de los rubros más comunes son:

- ✓ Materiales de construcción: como piedras, rocas, arena, grava, geotextiles, unidad de medida m^2 y m^3
- ✓ Equipos y maquinaria: como excavadoras, retroexcavadoras, camiones, grúas, entre otros.

- ✓ Mano de obra: como trabajadores especializados en construcción, ingenieros, supervisores, entre otros.
- ✓ Transporte: para el traslado de materiales y equipos, unidad de medida $m^3.km$
- ✓ Gastos indirectos: como permisos, seguros, gastos administrativos, entre otros.

3.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 12

Cuadro de operacionalización de las variables

Variab	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	
Variable independiente	Estabilidad de la escollera	Uso de los materiales pétreos adecuados, pendientes, tipo de roca, condiciones de oleaje, secciones geométricas	Se recolecta información del Inocar y se emplea el método de Hudson para determinar dimensiones de la escollera	Normativa de construcción NEVI y dimensiones de las secciones	Peso de Roca Altura de ola Talud Método de Hudson	Ton m Θ Ton
	Presupuesto total	Estimación del costo del proyecto	Se elabora los rubros de acuerdo con el proceso constructivo	Precios unitarios	Costo total	Dólares
Variable dependiente	Diseño de Protección hidráulica de tipo escollera.	Método para protección de riberas y contrarrestar efectos negativos en las construcciones civiles	El diseño de una protección hidráulica	Protección hidráulica	Escollera	m

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE RESULTADOS OE.1, DISEÑO DE LAS SECCIONES GEOMÉTRICAS MEDIANTE APLICACIONES TÉCNICAS PARA DETERMINAR SUS DIMENSIONES

La presente tabla que se muestra a continuación detalla los diferentes parámetros que influyen para un correcto funcionamiento de una obra de protección hidráulica tipo escollera.

Tabla 13

Parámetros para un diseño funcional

Geomorfológicos	Oceanográficos	Estructurales
	Altura de la Ola	Material para utilizar
Perfil de Playa	Veriles	Longitud de escolleras
Tipo de Suelo	Rango de mareas	Distancia entre escolleras
Batimetría	Transporte de Sedimentos	Altura de la escollera
		Diseño de sección transversal y longitudinal

Nota: Elaboración autores.

4.1.1. Parámetros Geomorfológicos

La tabla muestra el levantamiento topográfico del perfil costero de la playa de San Lorenzo de Salinas. Se conoce que la costa de Salinas es variable, los acantilados son inseguros produciendo efectos negativos en las construcciones que

se encuentran en la cima provocando destrucción o presenten mucho riesgo debido a que no tomaron en cuenta el impacto de la erosión.

La existencia de agua subterránea favorece el derrumbe de los acantilados siendo ineficaz construir muros puesto que colapsan.

Tabla 14

Coordenadas UTM del Perfil Costero de San Lorenzo

Punto	Este	Norte
1	503063.89	9756852.19
2	503060.74	9756725.53
3	502912.92	9756722.77
4	502807.03	9756647.81
5	502762.55	9756644.28
6	502692.03	9756499.70
7	502846.85	9756347.61
8	503094.61	9756226.19
9	503252.98	9756215.12
10	503662.37	9756214.37
11	503896.86	9756236.80
12	503887.39	9756258.38
13	504067.00	9756340.96
14	504307.98	9756415.84
15	504446.78	9756416.08

Nota: Tomado de Google Earth Pro.

Figura 19 *Batimetría de la puntilla de Santa Elena*



Nota: Extraído de (Conservación Internacional Instituto Nazca, 2008)

INOCAR en el año 2005 realizó un estudio de granulometría en el fondo marino de la playa de San Lorenzo de 29 muestras, el cual concluye que el material predominante es la arena con un porcentaje en un rango de 77.54% a 99.29% en todas las muestras evaluadas. (Guerrero Herrera et al., 2018a). Existen salientes rocosas que se pueden apreciar a simple vista, las cuales son conocidas como plataforma de erosión que se esparce muchos metros hacia el mar, un ejemplo sería en Capaes, Punta Blanca (figura 20).

Figura 20 *Retroceso de acantilados*



Nota: Soledispa, (2009a)

Salinas posee costas bajas, los acantilados poseen alturas no superiores a los 10 metros, en sitios donde no existe esta condición la línea de costa se ha aproximado hacia el mar. Una de las cualidades geomorfológica más notable lo establece las plataformas de erosión originada en un tiempo donde el mar bajó hasta el fondo entre aproximadamente 4 y 10 metros en una fase glacial.

Estas plataformas se pueden aprovechar para construir cimentaciones, pero no sería seguro puesto a que no tiene protección de ningún tipo por lo que el oleaje es constante. Están expuestas a un gran socavamiento que genera una regresión en la costa observándose en la producción de bloques de gran magnitud que se caen de la parte más alta.

4.1.2. Densidad de rocas de canteras cercanas al proyecto.

Es importante la correcta selección del material pétreo debido a que debe cumplir con especificaciones técnicas como se presenta en la tabla, el material que previamente seleccionamos tiene una abrasión de 29.43% la cual es menor en comparación de las otras canteras y posee una densidad de 2.3 gr/cm³ proveniente de la cantera “El Tablazo”.

Tabla 15

Especificaciones de ensayos de laboratorio

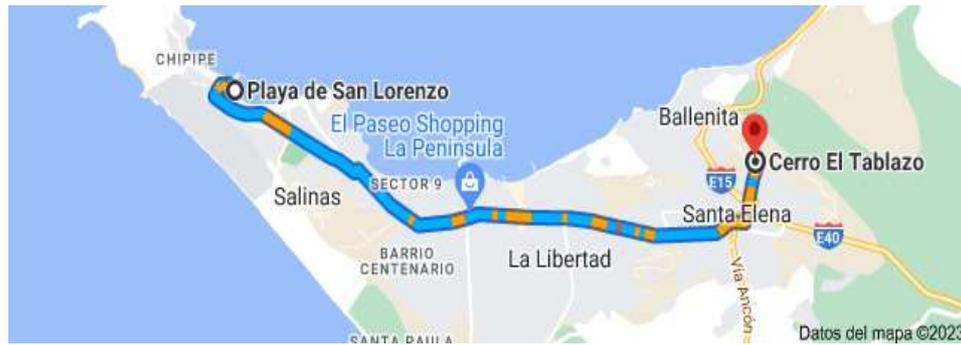
ENSAYOS	ENTRADA A PLAYA ROSADA	PLAYA ROSADA	CERRO EL TABLAZO SANTA ELENA	CANTERA ATAHUALPA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN MTO P
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.9	2.1	2.3	2.3	> 2.3
ABSORCIÓN (%)	9.8	5.9	2.8	5.4	< 8%
ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES	64.83	35.98	29.43	29.96	< 35%
DURABILIDAD CON SULFATO DE SODIO (%)	35.98	4.94	2.36	1.76	< 12%

Nota: Cansing & Mena, (2018)

4.1.2.1. Cantera El Tablazo.

La cantera más cercana al proyecto es la del “El Tablazo” con una distancia comprendida de 17 km a la playa de San Lorenzo (figura 21).

Figura 21 Distancia entre cantera “El Tablazo” y lugar del proyecto



Nota: Obtenido de Google Maps.

4.1.3. Parámetros oceanográficos.

4.1.3.1. Ola de diseño.

En base a mediciones realizadas en Salinas durante el año 1998 (fenómeno de El Niño con tiempo de retorno de 100 años) se puede considerar que la ola de diseño es de 3.114 metros de altura, la cual coincide con el máximo encontrado en Jaramijó. (INOCAR, 2000)

4.1.3.2. Veriles.

En Salinas el promedio de mareas bajas de sicigia esta entre los valores de 2 y 3 metros (Mean Low Water Spring - MLWS). (Guerrero et al., 2018)

4.1.3.3 Transporte de sedimentos.

En ciertas épocas del año las playas del Ecuador presencian procesos de acreción y erosión, en donde el transporte de sedimentos da lugar a dos perfiles de playa: a) Perfil de calma, ocurre en verano cuando el mar tiene severas agitaciones el cual produce una acumulación de arena en la berma (parte alta de la playa), y; b) Perfil de tormenta, ocurre en invierno cuando existen mayores agitaciones en el mar lo cual produce una serie de rompientes formando barras y fosas (Soledispa, 2009b)

Las corrientes del mar (litorales, frontales y de marea) transportan material arenoso proveniente del mar hacia la costa originando acrecencia o erosión de las playas del Ecuador. Un claro ejemplo de transporte frontal que evidencie la fuerza existente de un oleaje o del evento El Niño es el arrastre de conchilla que en ciertas ocasiones llegan a las calles del Malecón de Salinas.

4.1.3.4. Dirección del viento.

Las direcciones en que el viento sopla con mayor frecuencia en Salinas son el Suroeste (41,21%) y el Oeste (42,10%). Las calmas representaron un número de Beaufort de 6, y se clasifican como fuertes o brisa fuerte, produciendo grandes olas, crestas rompientes, espuma. (figura 22)

Figura 22 Dirección del viento en Salinas



Nota: Obtenido de Windfinder.

4.1.4. Parámetros Estructurales.

4.1.4.1. Distancia a la línea de costa.

De acuerdo con (Bosboom & Stive, 2022), la distancia de la costa hacia el rompeolas debe estar entre los valores de 80 a 230 metros. El rompeolas será de sistema emergente el cual se ubicará antes de la zona de rompiente,

de acuerdo con lo expuesto tendrá una distancia de 190 m con respecto a la costa, de tal manera que el primer rompeolas se encuentre al veril de 2 m, el segundo rompeolas al veril de 2.5 m y el tercer rompeolas al veril de 3 m, con respecto al MLWS.

4.1.4.2. Longitud de la escollera.

La longitud se desarrolla en base a los criterios de Dally y Pope en función de la longitud con la distancia que existe hacia la línea de costa, se utilizó el criterio de formación de salientes

$$\frac{Lg}{x} = 0.5 - 0.67 \quad (8)$$

Donde:

lg = longitud de escolleras

x = distancia de escollera a la línea de costa

Conociendo la distancia a la línea de costa se puede determinar límites de tal manera establecer la longitud de la escollera, obteniéndose:

$$\frac{Lg}{x} = 0.5 - 0.67$$

$$\frac{Lg}{190} = 0.5 - 0.67$$

$$Lg = 95 - 127.3$$

Para el presente proyecto se estableció un valor intermedio de longitud para cada escollera, el cual es de 110 m. Para verificar que la longitud sea adecuada, se debe comprobar mediante los criterios de Inman y Frautschy, Nir, Gourlay, SPM, Ahrens y Cox y Noble, relacionándola con la distancia que hay entre las escolleras y la línea de costa que sería de $x = 190$ m, como muestra la siguiente tabla:

Tabla 16*Criterio de Inman y Frautschy.*

Autores	Criterio	Resultados para x = 190 m
Inman y Frautschy	$L_s/x \leq 0.17 - 0.33$ (No ocurre tanta acreción)	$L_s \leq 32.3 - 62.7$ Ls = 120 m, si existirá acreción
Nir	$L_s/x \leq 0.5$ (No ocurre o muy baja acreción)	$L_s \leq 95$ Ls = 110 m, si hay acreción
Gourlay	Se forma Tómbolo si el rompeolas se ubica en la zona de surf y si $L_s/x > 0.67$	$L_s > 127.3$ Con Ls = 110 m, no se forman tómbolos
	$L_s/x > 0.4 - 0.5$ (Formación de saliente)	$L_s > 76 - 95$ Con Ls = 110 m se espera formación de salientes
	$L_s/x > 0.67$ a 1.0	$L_s > 127.3 - 190$ Con Ls = 110 m no se forman tómbolos
Shore Protección Manual (SPM)	$L_s/x < 1.0$ (Se previene formación de tómbolo)	$L_s < 190$ Con Ls = 110 m no se espera tómbolo
	$L_s/x > 2.0$ (Formación de tómbolo)	$L_s > 380$ Con Ls = 110 m se espera formación de salientes
Noble	$L_s/x \leq 1/6$ (Mínimo impacto)	$L_s \leq 32.5$ Con Ls = 110 m se espera impacto (forma de saliente)

4.1.4.3. Separación entre escolleras.

La distancia entre escolleras va a permitir que la energía del oleaje ingrese al área que protege las escolleras, produciendo procesos de difracción. A mayor distancia entre escolleras se puede producir una línea de costa sinuosa y salientes de mayor amplitud, y a menor distancia entre escolleras podrían existir altas posibilidades de producirse tómbolos debido a que ingresará menos energía al área que protege las escolleras. Si se tienen

muchas escolleras de poca longitud y separación resultaría una línea de costa con sinuosidades.

Tabla 17

Relaciones empíricas

Autores	Criterio	Resultados para $L_g = 80$ m y $x = 190$ m
Seiji, Uda y Tanaka	$L_g/x < 0.8$	$L_g < 152$ m
	Sin erosión delante del espacio entre las escolleras	Con $L_g = 80$ m no existirá erosión delante del espacio entre las estructuras
	$0.3 \leq L_g/x \leq 0.8$	$152 \leq L_g \leq 237.5$ m
	Posible erosión delante del espacio entre las escolleras	Con $L_g = 80$ m existirá menor probabilidad de que exista erosión
	$L_g/x > 0.8$	$L_g > 237.5$ m
	Erosión delante del espacio entre las escolleras	Con $L_g = 80$ m, no existirá erosión

4.1.5. Propuesta de diseño.

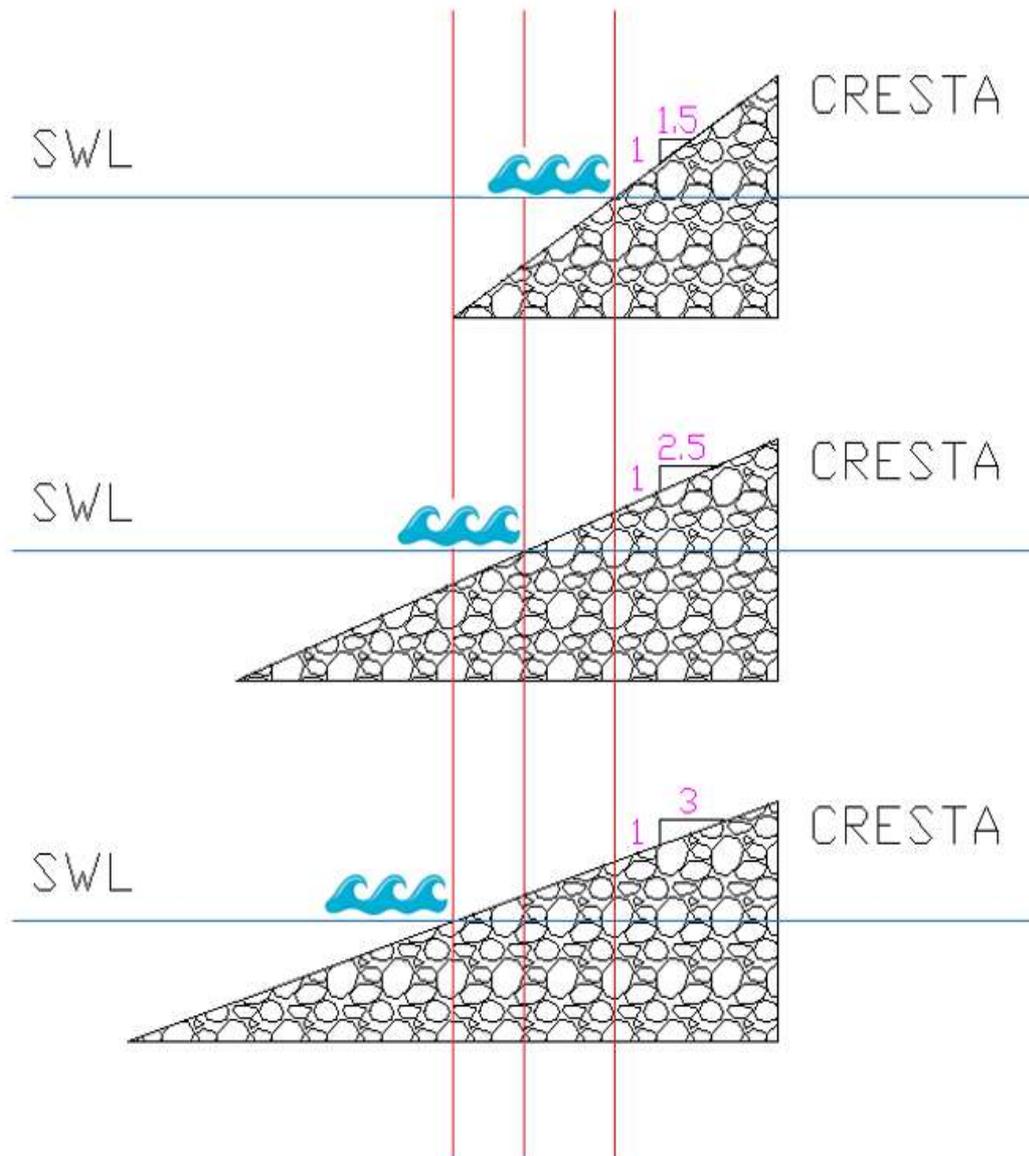
Para calcular las dimensiones de cada una de las secciones de la escollera, es indispensable calcular el peso de la roca por medio del método de Hudson expuesta en la fórmula 1. El valor K_D es el parámetro que depende del tipo de ola ya sea rompiente o no rompiente, del tipo de piedra de cantera y de su estructura como se muestra en la tabla 8.

4.1.5.1. Pendiente.

Las escolleras que se diseñan para proteger las obras civiles de la Playa de San Lorenzo, tienen distintas pendientes que influyen en su estabilidad, es

decir si la pendiente es menor la ola va a disipar mayor energía antes que llegue a la cresta.

Figura 23 Pendientes



De acuerdo con lo descrito anteriormente, se va a utilizar una menor pendiente para los lados de la escollera que se encuentran expuestos al oleaje, de igual forma para los lados protegidos se va a utilizar una mayor pendiente.

Coraza del cabezal de la estructura: pendiente de 3:1

Coraza del lado expuesto al oleaje: pendiente de 2.5:1

Coraza del lado protegido de la estructura: pendiente de 1.5:1

4.1.5.2. *Peso de roca.*

El peso de la roca se obtiene por medio de la fórmula de Hudson, a continuación, se realiza el cálculo para la coraza expuesta al oleaje. Los datos por usar son los siguientes:

$$w_r = 2300 \text{ kg/m}^3$$

$$H = 3.114 \text{ m}$$

$$K_D = 4 \text{ (ola no rompiente)}$$

$$S_r = 2.300 \text{ ton/m}^3 / 1.027 \text{ ton/m}^3 = 2.24$$

$$\cot\theta = 2.5$$

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot\theta}$$

$$W = \frac{2.30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 3.114^3}{4(2.24 - 1)^3 2.5}$$

$$\mathbf{W = 3.64 \text{ ton}}$$

Luego se realiza el cálculo de la coraza del cabezal de la estructura. El valor KD que se va a utilizar es el de 2.3 debido a la forma de la roca y que la coraza del cabezal se encuentra en la zona no rompiente. Los datos por usar son los siguientes:

$$w_r = 2300 \text{ kg/m}^3$$

$$H = H_i = 3.114 \text{ m}$$

$$K_D = 2.3 \text{ (ola no rompiente)}$$

$$S_r = 2300 \text{ kg/m}^3 / 1027 \text{ kg/m}^3 = 2.24$$

$$\cot\theta = 3$$

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot\theta}$$

$$W = \frac{2.30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 3.114^3}{2.3(2.24 - 1)^3}$$

$$W = 5.27 \text{ Ton}$$

Las rocas que poseen este peso representan una mayor complejidad al momento de la extracción y de la transportación, y son más costosas, por estas razones se decidió escoger una roca con un peso de 3.64 Ton y mantener la pendiente de 3:1.

Después se realiza el cálculo de la coraza del lado protegido del oleaje. De acuerdo con el Estudio y diseño preliminar para la recuperación de la playa de Salinas, se debe usar un coeficiente de difracción de k' de 0,7. Los datos por usar son los siguientes:

$$w_r = 2300 \text{ kg/m}^3$$

$$H = k'Hi = 0.7 \times 3.114 \text{ m} = 2.18 \text{ m}$$

$$K_D = 4 \text{ (ola no rompiente)}$$

$$S_r = 2300 \text{ kg/m}^3 / 1027 \text{ kg/m}^3 = 2.24$$

$$\cot\theta = 1.5$$

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot\theta}$$

$$W = \frac{2.30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 2.18^3}{4(2.24 - 1)^3 1.5}$$

$$W = 2.08 \text{ Ton}$$

De acuerdo con los cálculos realizados, el rango de pesos para las capas de la coraza del lado expuesto al oleaje y del lado protegido es de $0.75W - 1.25W$, por consiguiente, el peso de la capa de la coraza del lado expuesto al oleaje está entre 2730 y 4550 kilogramos; y de la capa de la coraza del lado protegido al oleaje es de 1560 y 2600 kilogramos. El peso de la capa intermedia tiene un rango de pesos de $W/15 - W/10$, es decir el peso será entre 242 y 364 kilogramos; y, por último, el rango del peso del núcleo está entre $W/4000 - W/200$, es decir, los pesos serán entre 0.91 y 18 kilogramos.

4.1.5.3. Altura de la escollera.

Para calcular la altura de la escollera de modo que la cresta se ubique emergida entre los veriles de 2.00 m en bajamar y 3,00 m en pleamar como indica (Guerrero Herrera et al., 2018), se debe sumar el rango de mareas más alta de sicigia con el aumento del nivel del mar por los efectos del Fenómeno de El Niño (0.5 m).

Tabla 18

Elevación de niveles mareas de la playa de Salinas

NIVEL	Elevación
Promedio de las mareas más altas de sicigia (M.H.W.S.)	+2.6 m
Promedio de todas las pleamares (M.H.W.)	2.15 m
Nivel medio del mar (N.M.M.)	1.21 m
Promedio de todas las bajamares (M.L.W.)	0.50 m

Nota: (López Álvarez, 2014)

Profundidad con respecto al promedio de mareas más altas de sicigia MHWS = +2,6m

Rango de marea de sicigia =2m en bajamar y 3m en pleamar

Aumento del nivel del mar por los efectos del Fenómeno de El niño= 0,5m

Escollera 1 = 2,00m + 2,6m + 0,5m = 5,10m

Escollera 2 = 2,50m + 2,6m + 0,5m = 5,60m

Escollera 3 = 3,00m + 2,6m + 0,5m = 6,10m

4.1.5.4. Ancho de cresta.

Donde;

B = ancho de cresta expresada en m.

$n= 3$ número de roca. (SPM recomienda mínimo 3)

$W= 3.64$ peso de la roca, expresada en Tn.

$w_r=2300 \text{ kg/ m}^3$ densidad de la roca, expresada (2.30 Tn/m^3).

$k_\Delta= 1$ coeficiente de la capa

$$B = nk_\Delta \left(\frac{W}{w_r} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$

$$B = (3)(1) \left(\frac{3.64}{2,30} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

4.1.5.5. Espesores.

Posteriormente se realiza el cálculo del espesor de la coraza expuesta al oleaje.

Donde;

$r=$ espesor promedio de la capa (m)

$n= 2$ número de roca que conforman la capa

$W= 3.64$ peso de la roca, expresada en Tn.

$w_r= 2,30$ densidad de la roca, expresada (Tn/m^3).

$k_\Delta= 1$ coeficiente de la capa.

$$r = nk_\Delta \left(\frac{W}{w_r} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$

$$r = (2)(1) \left(\frac{3,64}{2,30} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$

$$r = 2,36\text{m} \approx 2.40 \text{ m}$$

Por consiguiente, se realiza el cálculo del espesor de la coraza protegida al oleaje.

Donde;

$r=$ espesor promedio de la capa (m)

$n= 2$ número de roca que conforman la capa

$W = 2.08 \text{ ton} \times 0.75 = 1.56 \text{ ton}$ peso de la roca, expresada en Tn.

$w_r = 2,30$ densidad de la roca, expresada (Tn/m^3).

$k_\Delta = 1$ coeficiente de la capa.

$$r = nk_\Delta \left(\frac{W}{w_r} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$
$$r = (2)(1) \left(\frac{1.56}{2,30} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$
$$r = 1.76 \text{ m}$$

Finalmente se realiza el cálculo del espesor de la capa intermedia (filtro)

Donde:

r = espesor promedio de la capa (m)

$n = 2$ número de roca que conforman la capa

$W = 3.64 \text{ ton} / 10 = 0.36 \text{ ton}$ peso de la roca, expresada en Tn.

$w_r = 2,30$ densidad de la roca, expresada (Tn/m^3).

$k_\Delta = 1$ coeficiente de la capa.

$$r = nk_\Delta \left(\frac{W}{w_r} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$
$$r = (2)(1) \left(\frac{0.36}{2,30} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)}$$
$$r = 1.08 \text{ m} \approx \mathbf{1.10 \text{ m}}$$

4.1.5. Estabilidad de la estructura.

$$Ns = \frac{H}{\Delta D}$$

Donde:

Ns = Numero de estabilidad

$H = 3.114 \text{ m}$

$$\Delta = \left(\frac{2.3}{1.027} - 1 \right) = 1.24$$

$$W_r = 2.3 \text{ ton/m}^3$$

$$W_w = 1.027 \text{ ton/m}^3$$

$$D = 1.20 \text{ m}$$

$$N_s = \frac{3.114}{(1.24)(1.20)} = 2.09$$

4.2. ANALISIS DE RESULTADOS OE.2, DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LA OBRA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA ESTIMAR UN COSTO TOTAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Mediante la realización del Objetivo 2 por medio del análisis de precios unitarios obtenemos un costo aproximado al proyecto de \$2.311.791,58. La siguiente tabla que se presenta a continuación detalla el resumen de los diferentes rubros para la construcción de la escollera.

Tabla 19

Rubros para construcción de escollera

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Letrero de la obra	u	1	56,44	56,44
2	Batimetría y topografía	u	1	25.000,10	25.000,10
3	Geotextil nt 3000 escollera 1	m ²	2937	19,81	58.181,97
4	Geomalla biaxial escollera 1	m ²	2937	18,79	55.186,23
5	Transporte de material núcleo	m ³ .km	2937	52,17	49.926,69
6	Colocación de núcleo	m ²	957	1,34	1.282,38
7	Transporte de material roca intermedia	m ³ .km	2937	45,17	132.664,29
8	Colocación de capa intermedia	m ²	957	1,34	1.282,38
9	Transporte de material roca coraza	m ³ .km	2937	115,03	337.843,11
10	Colocación de capa coraza	m ²	957	1,34	1.282,38
11	Geotextil nt 3000 escollera 2	m ²	3152,6	19,81	62.453,01
12	Geomalla biaxial escollera 2	m ²	3152,6	18,79	59.237,35
13	Transporte de material núcleo	m ³ .km	3152,6	52,17	164.471,14
14	Colocación de núcleo	m ²	1175,9	1,34	1.575,71
15	Transporte de material roca intermedia	m ³ .km	3152,6	45,17	142.402,94
16	Colocación de capa intermedia	m ²	1175,9	1,34	1.575,71
17	Transporte de material roca coraza	m ³ .km	3152,6	115,03	362.643,58
18	Colocación de capa coraza	m ²	1175,9	1,34	1.575,71
19	Geotextil nt 3000 escollera 3	u	3377	19,81	66.898,37
20	Geomalla biaxial escollera 3	u	3377	18,79	63.453,83
21	Transporte de material núcleo	m ³ .km	3377	52,17	176.178,09
22	Colocación de núcleo	m ²	1399,2	1,34	1.874,93
23	Transporte de material roca intermedia	m ³ .km	3377	45,17	152.539,09
24	Colocación de capa intermedia	m ²	1399,2	1,34	1.874,93
25	Transporte de material roca coraza	m ³ .km	3377	115,03	388.456,31
26	Colocación de capa coraza	m ²	1399,2	1,34	1.874,93
				TOTAL	2.311.791,58

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Del objetivo general se concluye que para prevenir la erosión en la playa de San Lorenzo se podría colocar un enrocado tipo escollera que se ubicará costa afuera paralela a la costa a 190m del malecón; se determinó que se construirán 3 escolleras de 110m de longitud y separadas 80m entre sí, para proteger las zonas más vulnerables del malecón en épocas de oleaje entre la calle 24 de mayo hasta la calle del Hotel Colón de Salinas.

Para cumplir con el primer objetivo “Realizar un diseño óptimo de las secciones geométricas de la obra de protección hidráulica mediante la aplicación de especificaciones técnicas para asegurar estabilidad a la estructura” se utilizó el método de Hudson se concluye que las 3 escolleras tendrán alturas 5.1m, 5.6m y 6.1m respectivamente, el tipo de material pétreo que conformará la coraza es de roca arenisca proveniente de la cantera El Tablazo, material que cumple con las especificaciones técnicas, asegurando a la estructura durabilidad y estabilidad.

Del segundo objetivo “Determinar el presupuesto de la obra por medio del análisis de precios unitarios para estimar un costo total de la ejecución del proyecto” se concluye que la obra tendrá un valor de \$2.311.791,58.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que para un mejor proceso constructivo y ubicación de las escolleras se realice un levantamiento batimétrico en la zona de estudio y una detección de fallas geológicas, para confirmar o no este diseño propuesto.

Se recomienda que la obra se ejecute en épocas donde no exista tanta afluencia de turistas en San Lorenzo.

Se debe analizar las longitudes y separación entre escolleras por medio de criterios de distintos autores para un mejor diseño de protección hidráulica.

Es necesario realizar un perfil del suelo en el área que se va a construir la escollera a modo de conocer un preciso nivel de asentamiento de la escollera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACE Geosynthetics. (2020). *Construcción de Estructuras Marinas y Costeras. Protección Costera.*
- Aceitón, V., Castillo, S., & Hidalgo, J. (2017). *Espigones y Dársenas Construcción Trabajo de investigación.*
- Arcos Caicedo, A. S. (2021). *UNIVERSIDAD ESTATAL DE SUR DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIA TÉCNICAS CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.* Universidad Estatal del Sur de Manabi.
- Ballester Mora, L., & García Sala, D. (2010). *INGENIERÍA TÉCNICA TOPOGRÁFICA PROYECTO FINAL DE CARRERA “ESTUDIO BATIMÉTRICO CON ECOSONDA MULTIHAZ Y CLASIFICACIÓN DE FONDOS.”*
- Bosboom, J., & Stive, M. (2022). *Rompeolas costa afuera paralelas separadas.*
- Cansing, S., & Mena, G. (2018). *DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN COSTERA PARA PLAYA BRUJA, UBICADA EN LA COMUNA LIBERTADOR BOLÍVAR-PROVINCIA DE SANTA ELENA.*
- Casing Andrade, A., & Mena Naranjo, G. (2018). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Marítima Previo la obtención del Título de: Presentado por.*
- Condori-Ojeda, P. (2020). Sesión 4 Universo, población y muestra. *Acta Académica.*

- Conservacion Internacional Instituto Nazca. (2008). *02 Batimetrico salinas*. Department of the Army. (1964). *SHORE PROTECTION MANUAL*.
- Department of the Army (Ed.). (1984). *SHORE PROTECTION MANUAL VOLUME II DEPARTMENT OF THE ARMY: Vol. II* (Fourth). 1984.
- Espada, B. (2021). *Qué es el método descriptivo y ejemplos*. <https://okdiario.com/curiosidades/que-metodo-descriptivo-2457888>
- Franco García, Á. (2015, March 2). *Análisis de las alturas y periodos de las olas*.
- Fundación Integra Digital. (2021). *Diabasa*.
- González, A. A. (2012). *DISEÑO Y CÁLCULO DE OBRA DE PROTECCIÓN MARÍTIMA TIPO ESCOLLERA*. Universidad Villa Rica.
- González Cruz Antonio Augusto. (2012). *Diseño y Calculo de obra de proteccion maritima tipo escollera*. Universidad Villa Rica .
- Guerrero, H., Saltos, A., & Vargas, J. (2018). *Regeneración y Estabilización de la playa de San Lorenzo del cantón Salinas, provincia de Santa Elena*. 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.26423/rctu.v5i1.263>
- Guerrero Herrera, H., Saltos Sánchez, A., & Vargas Jiménez, J. (2018a). *Regeneración y Estabilización de la playa de San Lorenzo del cantón Salinas, provincia de Santa Elena*. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1). <https://doi.org/10.26423/rctu.v5i1.263>
- Guerrero Herrera, H., Saltos Sánchez, A., & Vargas Jiménez, J. (2018b). *Regeneración y Estabilización de la playa de San Lorenzo del cantón Salinas, provincia de Santa Elena*.
- INOCAR. (2000). *Regimen de oleaje de Salinas y Jaramijo*.
- Llusá Di Nucci, G. (2009). *Escala De Douglas* . Pag. Web Diccionario Nautico.

- Lopez Alvarez, D. (2014). *El desarrollo de bases y su contribucion en la operatividad del muelle de la base naval de Salinas, Provincia de Santa Elena.*
- Lopez, P. L. (2004). Poblacion Muestra y Muestreo. *Epidemiología Clínica: Investigación Clínica.*
- Maldonado, Y. (2021). *Arenizcas.*
- Maldonado, Y. (2022, November 30). *Sienita: Características, formación y usos de la roca.*
- Mariluz, G., & Haymarí, V. (2013). *Roca Ígnea Pegmatita Aplita.*
- Martín, L. M. (2000). Las mareas. *Revista de Enseñanza de La Física, 13(2).*
- Mederos Martín, L. (2009). *Las mareas.* <http://www.rodamedia.com>
- Mejia, T. (2020). *Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos.* <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- Ministerio de obras Públicas. (2013). GUÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE OBRAS MARÍTIMAS Y COSTERAS. In *DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS: Vol. Volumen 1.*
- Montesinos, L., & Villar, W. (2020). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE OBRAS DE PROTECCIÓN COSTERA PARA LA BAHÍA EL FERROL EN CHIMBOTE.*
- Murillo, J. D. (2017). *DISEÑO DE SISTEMA DE ESPIGONES CON GEOTUBOS PARA LA PROTECCION DEL MALECON DE CRUCITA.* Universidad de Especialidades Espiritu Santo.
- Obras de abrigo. (2008). *Guía de buenas prácticas para le ejecución de obras marítimas.*
- Office Quito, U., Bureau for Communication, R., in Latin America, I., Caribbean, the, Office Santiago, U., & Bureau for Education in Latin

- America, R. (2010). *Fenómenos naturales en la tierra*:
www.unesco.org/quito
- Ortega, C. (2022). *Investigación aplicada: Definición, tipos y ejemplos*.
<https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-aplicada/>
- Ortega, C. (2023). *Investigación mixta. Qué es y tipos que existen*.
<https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-mixta/>
- Ortega Jiménez, C. (2010). “*CRITERIOS DE DISEÑO DE ROMPEOLAS DE BERMA, BAJO EL CONCEPTO DE OLEAJE IRREGULAR.*” Instituto Politecnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura .
- Paterson, P. (2017). Calentamiento Global y Cambio Global. *Revista Política y Estrategia*, 130.
- Pradjoko, E., Bachtiar, I., Matalatta, N., & Sugihartono, G. (2015). The Submerged Breakwater as Prototype of Coastal Protection in Gili Trawangan, Lombok, Indonesia. *Procedia Engineering*, 125, 284–290.
<https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2015.11.041>
- Publicaciones Didácticas. (2014). Rosa de los vientos. *Publicaciones Didácticas*, 56.
- Ramírez, P., Leandro, O., & Monge, A. (2004). *Mecánica d Fundamentos e Ing de Rocas: eniería de Taludes*.
- Recio, J., & Yasuhara, K. (2015). Stability of modified geotextile wrap-around revetments (GWR) for coastal protection. *Https://Doi.Org/10.1680/Gein.2005.12.5.260*, 12(5), 260–268.
<https://doi.org/10.1680/GEIN.2005.12.5.260>
- Rodríguez Lizano, O. (2019). *Corrientes de resaca en la playa* .
- Rueda, A., & Lonin, S. (2012). Rompeolas flotantes: revisión histórica y académica. *Boletín Científico CIOH*, 30.
<https://doi.org/10.26640/22159045.242>

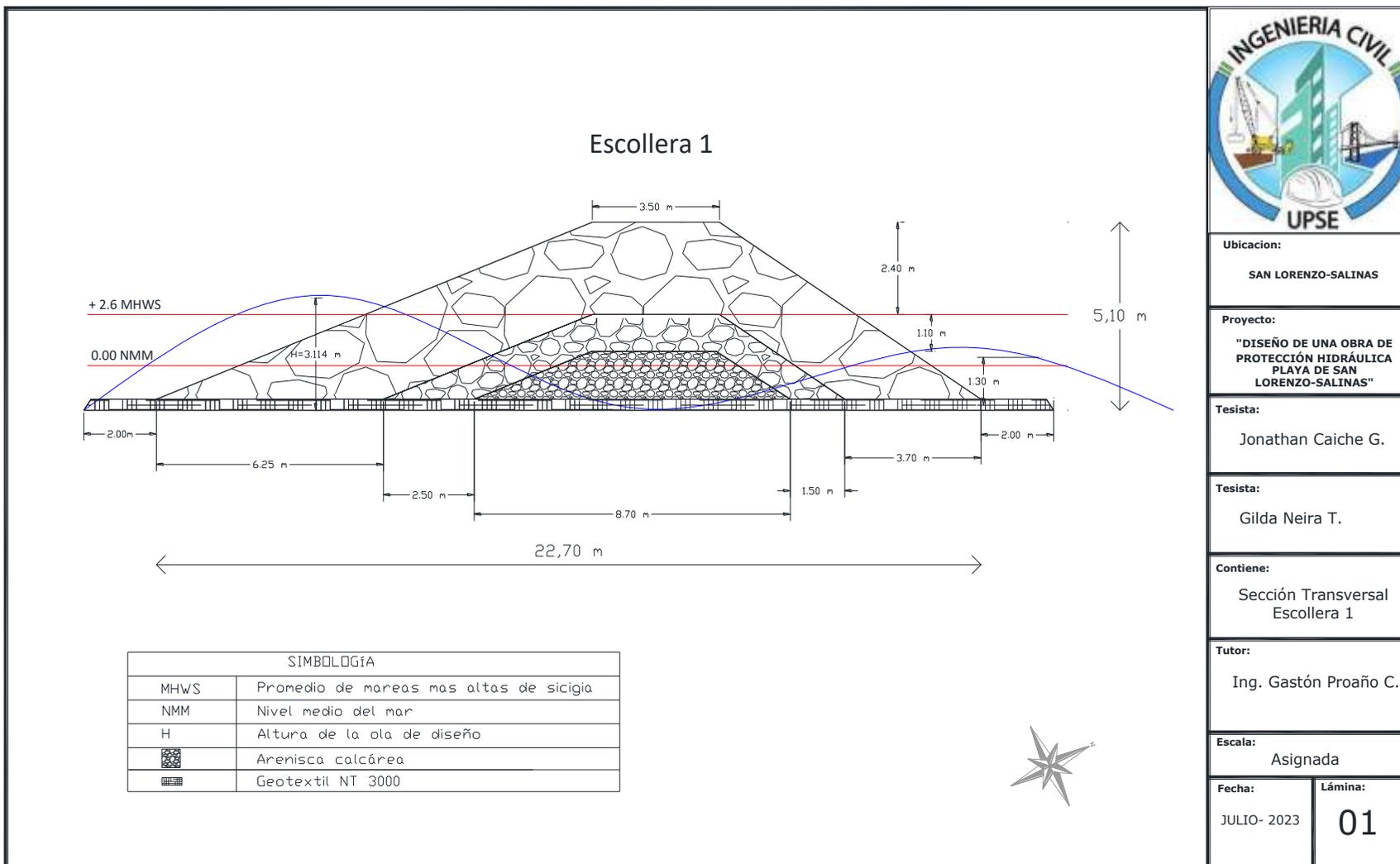
- Saldaña, L. F. (2017). *DISEÑO DE UN DIQUE DE ESCOLLERA PARA PROTECCIÓN DE LA VÍA COSTA VERDE TRAMO CALLAO*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Sánchez, E. (2003). *DISEÑO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL MALECÓN DE LA LIBERTAD, PROVINCIA DEL GUAYAS*. Escuela Superior Politécnica del Litoral .
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2017). *GUÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA*.
- Silvera, G., & Valla, G. (2023). *PROYECTO DE FIN DE CARRERA INGENIERÍA CIVIL PERFIL HIDRÁULICO AMBIENTAL*.
- Soledispa, B. P. (2009a). *CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS Y SEDIMENTOLÓGICAS DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA*. https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta15/OCE1501_13.pdf
- Soledispa, B. P. (2009b). *CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS Y SEDIMENTOLÓGICAS DE LA BAHÍA DE SANTA ELENA*. https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta15/OCE1501_13.pdf
- Subsecretaría de Minería. (2017). *PERFIL DE MERCADO DE LA*.
- Torres, M., Aizaga, M., Espinel, J., González, M., Jiménez, G., Morán, W., Caicedo, C., Fiallos, L., Bustillos, J., Vizuete, M., & Salvador, L. (2013). *VOLUMEN N° 3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES*.
- Vallejo Velazquez, J. (2014). *Manual de Geología*.
- Vera, L., Lucero, M., & Mindiola, M. (2009). *CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA DE LA COSTA CENTRAL ECUATORIANA ENTRE LA PUNTA DEL MORRO Y JARAMIJÓ, ECUADOR* (Vol. 15). https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta15/OCE1501_2.pdf

Zavala, S. P. (2019). *DISEÑO DE UN ROMPEOLAS USANDO TETRÁPODOS PARA LA PROTECCIÓN DE PUERTO BAQUERIZO MORENO (GALAPAGOS)*.

ANEXOS

ANEXO 1

Sección transversal de la escollera 1



Ubicación:

SAN LORENZO-SALINAS

Proyecto:

"DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS"

Tesista:

Jonathan Caiche G.

Tesista:

Gilda Neira T.

Contiene:

Sección Transversal Escollera 1

Tutor:

Ing. Gastón Proaño C.

Escala:

Asignada

Fecha:

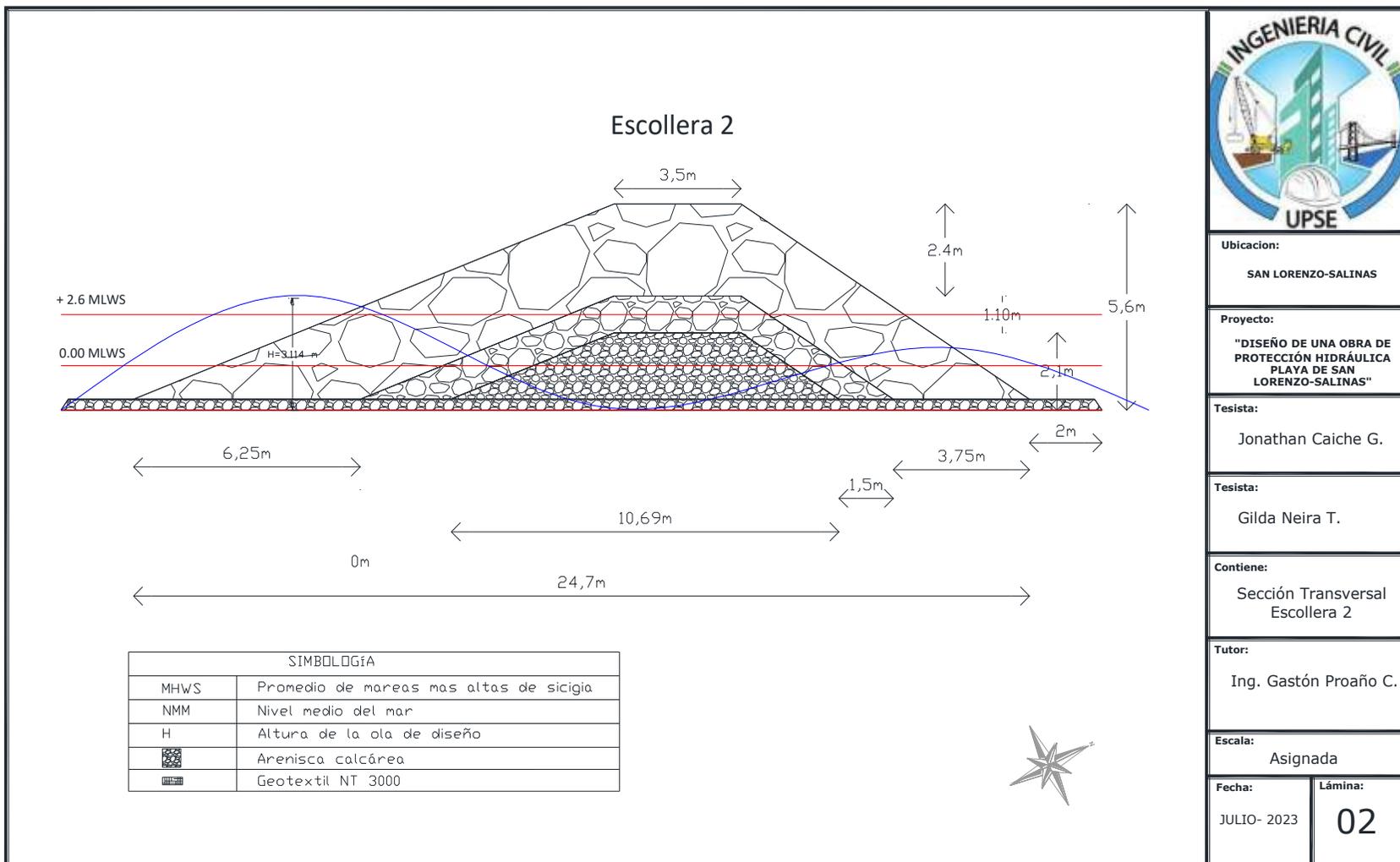
JULIO- 2023

Lámina:

01

ANEXO 2

Sección transversal de la escollera 2



Ubicación:

SAN LORENZO-SALINAS

Proyecto:

"DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS"

Tesista:

Jonathan Caiche G.

Tesista:

Gilda Neira T.

Contiene:

Sección Transversal Escollera 2

Tutor:

Ing. Gastón Proaño C.

Escala:

Asignada

Fecha:

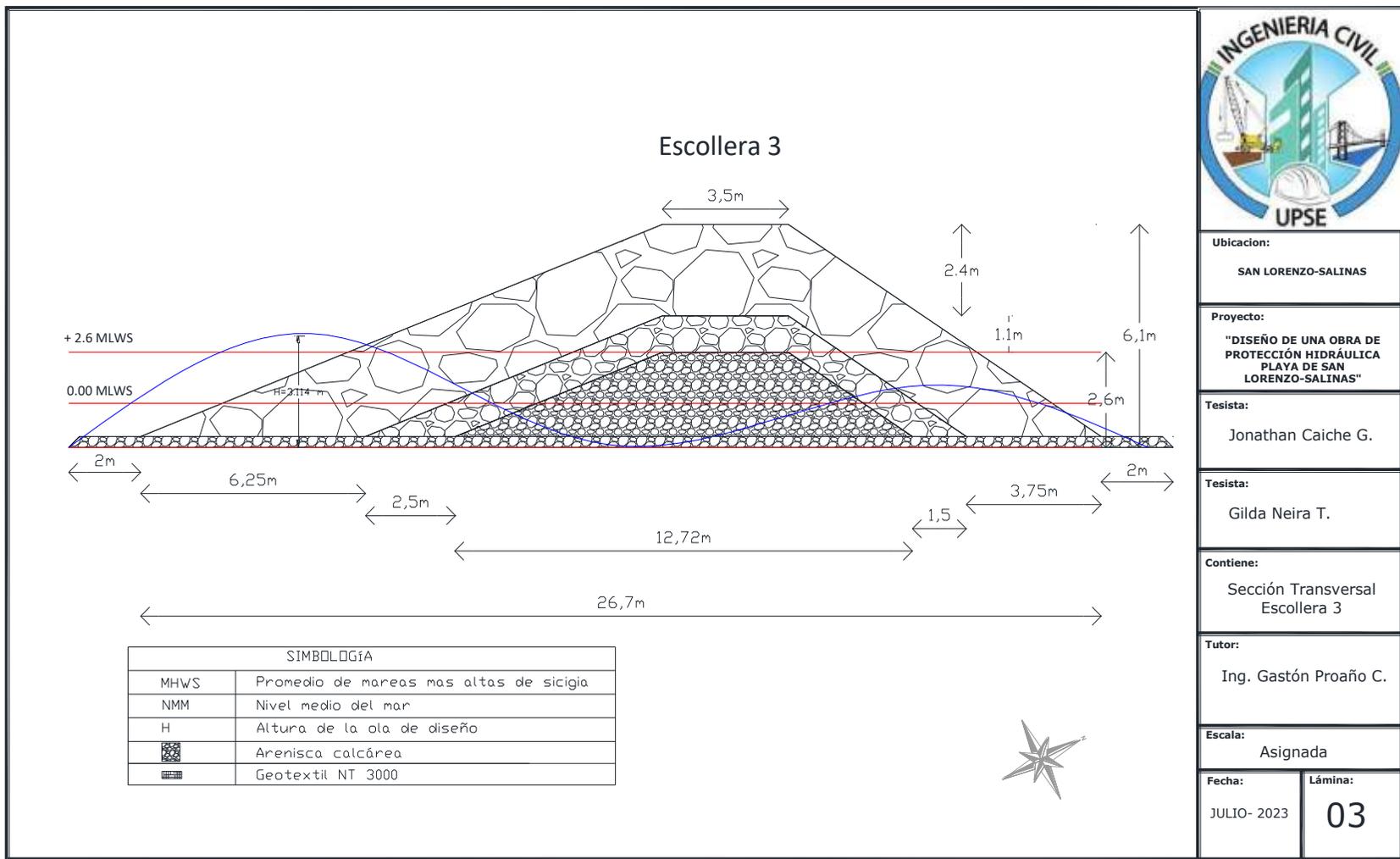
JULIO- 2023

Lámina:

02

ANEXO 3

Sección transversal de la escollera 3



Ubicación:
SAN LORENZO-SALINAS

Proyecto:
"DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS"

Tesista:
Jonathan Caiche G.

Tesista:
Gilda Neira T.

Contiene:
Sección Transversal Escollera 3

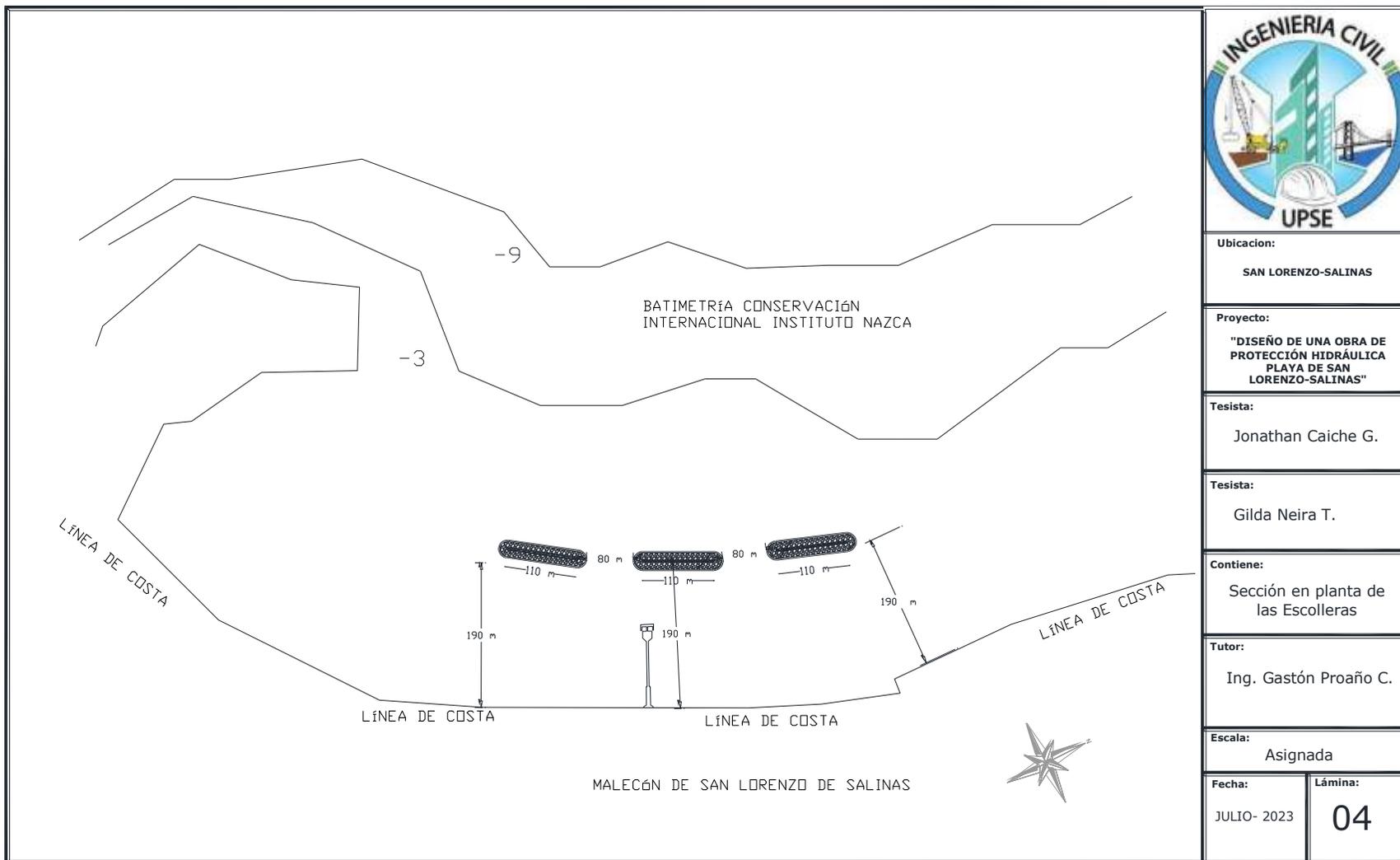
Tutor:
Ing. Gastón Proaño C.

Escala:
Asignada

Fecha: JULIO- 2023	Lámina: 03
------------------------------	----------------------

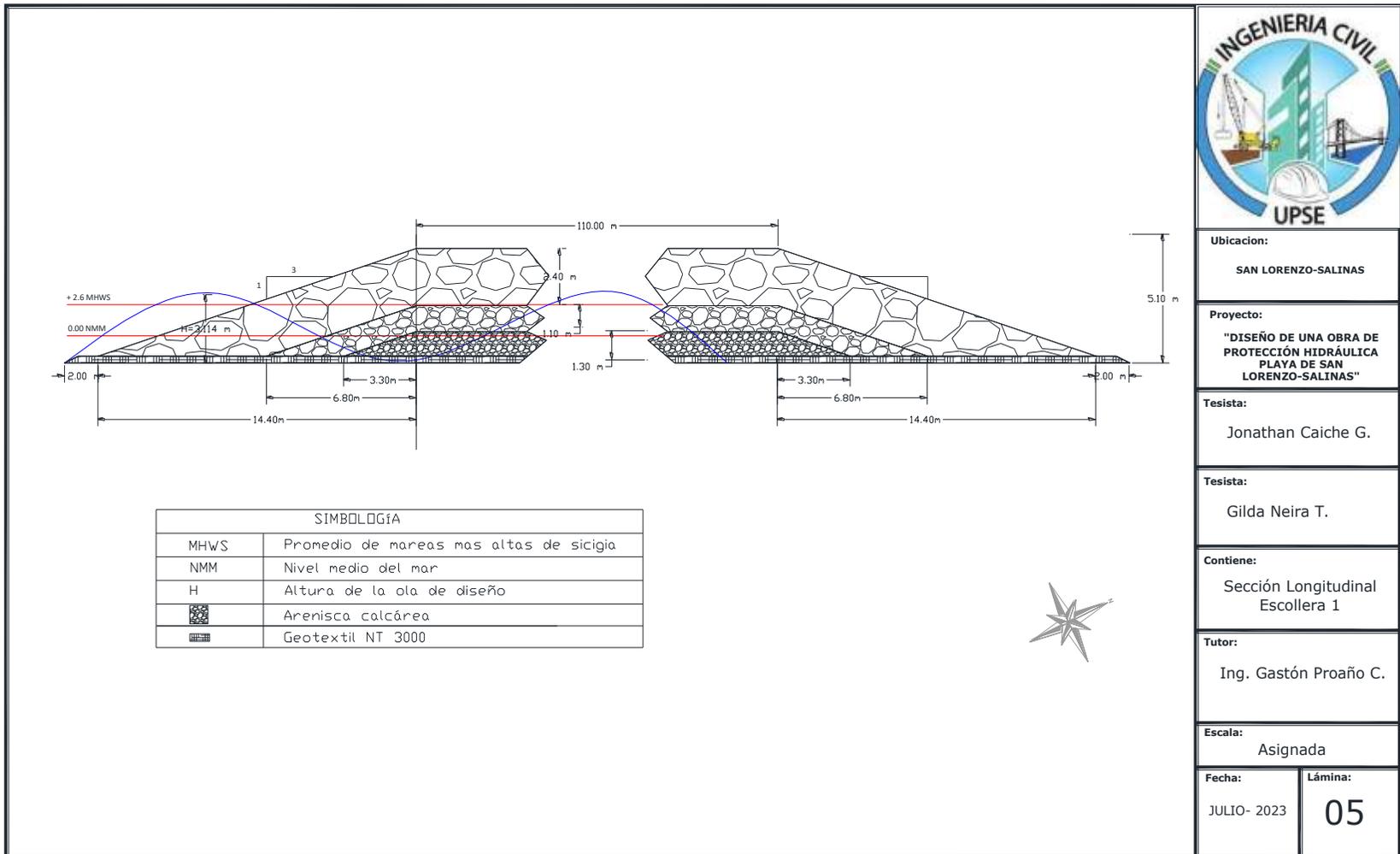
ANEXO 4

Vista en planta de las escolleras



ANEXO 5

Sección transversal de la escollera 1



Ubicacion:
SAN LORENZO-SALINAS

Proyecto:
"DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS"

Tesista:
Jonathan Caiche G.

Tesista:
Gilda Neira T.

Contiene:
Sección Longitudinal Escollera 1

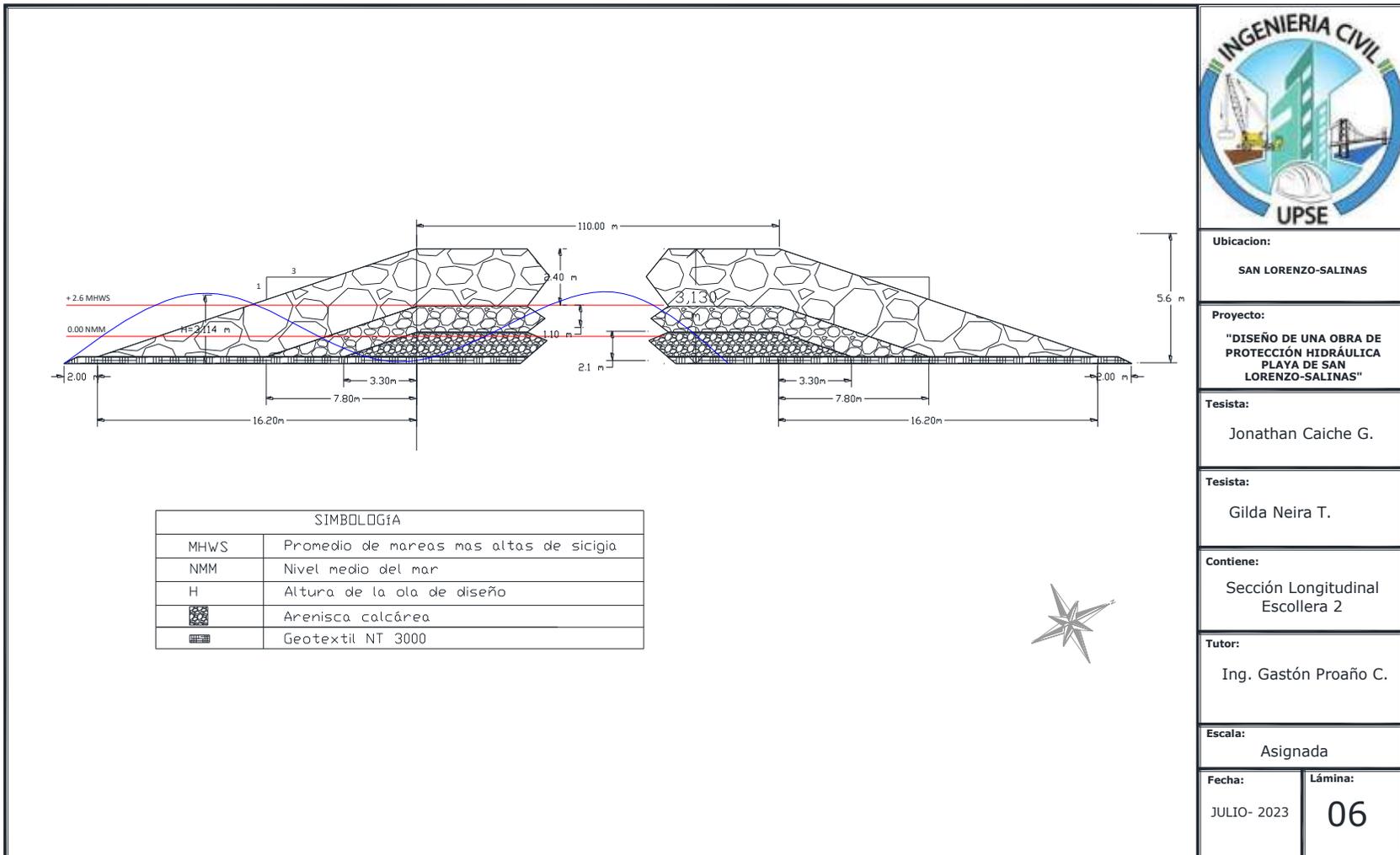
Tutor:
Ing. Gastón Proaño C.

Escala:
Asignada

Fecha: JULIO- 2023	Lámina: 05
------------------------------	----------------------

ANEXO 6

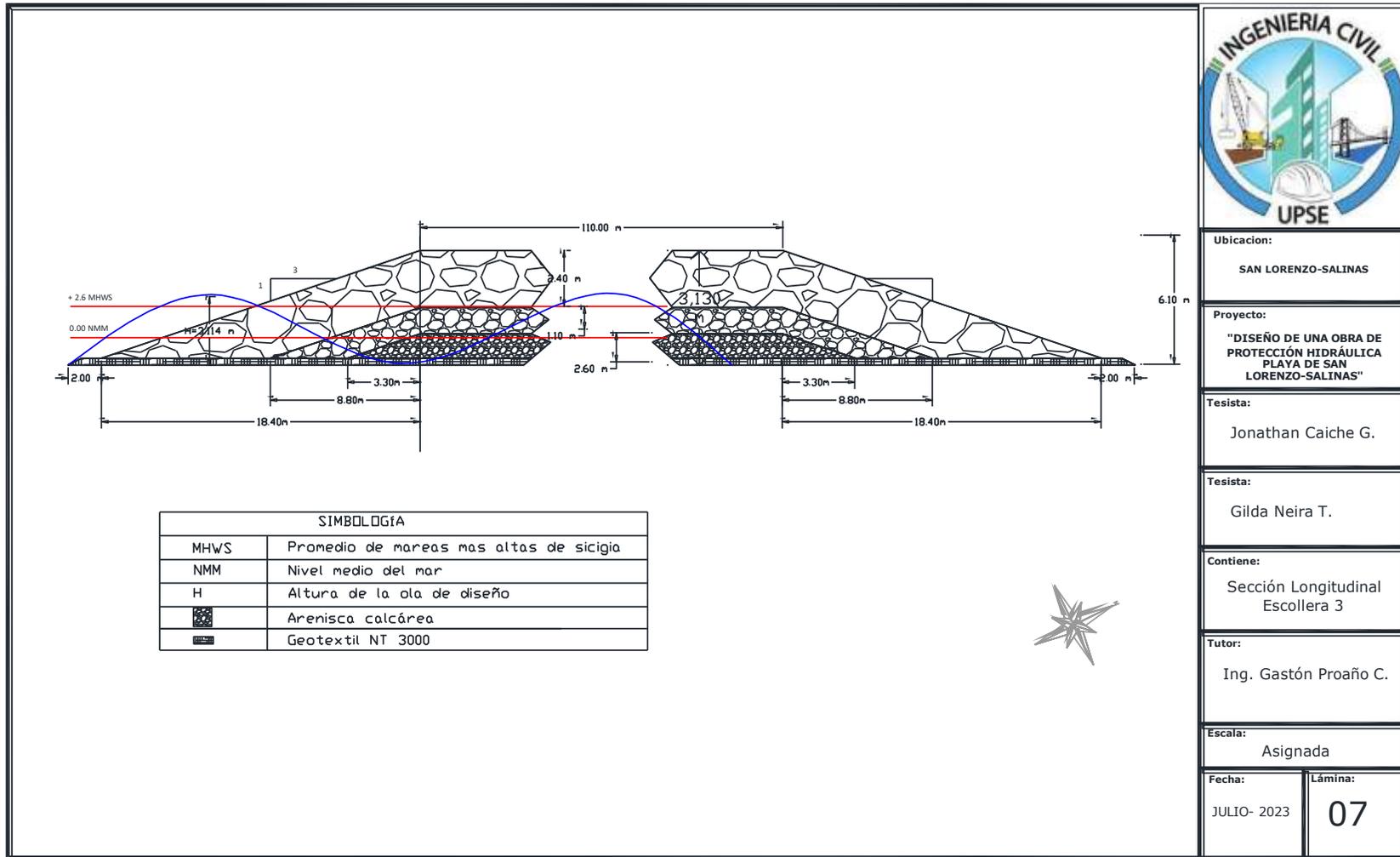
Sección transversal de la escollera 2



Ubicación: SAN LORENZO-SALINAS	
Proyecto: "DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS"	
Tesista: Jonathan Caiche G.	
Tesista: Gilda Neira T.	
Contiene: Sección Longitudinal Escollera 2	
Tutor: Ing. Gastón Proaño C.	
Escala: Asignada	
Fecha: JULIO- 2023	Lámina: 06

ANEXO 7

Sección transversal de la escollera 3



Ubicacion:	SAN LORENZO-SALINAS
Proyecto:	"DISEÑO DE UNA OBRA DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA PLAYA DE SAN LORENZO-SALINAS"
Tesista:	Jonathan Caiche G.
Tesista:	Gilda Neira T.
Contiene:	Sección Longitudinal Escollera 3
Tutor:	Ing. Gastón Proaño C.
Escala:	Asignada
Fecha:	JULIO- 2023
Lámina:	07

ANEXO 8

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1,00 UNIDAD: U

DETALLE: LETRERO DE LA OBRA

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0077
SUBTOTAL M =					

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante de perforador	1,000	4,100	4,100	0,018	0,075
Maestro de obra	1,000	4,330	4,330	0,018	0,079
					0,15

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Letrero de identificacion de obra	u	1,00	45,00	45,00
SUBTOTAL O =				45,00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,00

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	45,15
INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%	11,29
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	56,44
VALOR OFERTADO	\$ 56,44

ANEXO 9

RUBRO: 2,00 UNIDAD: m2
 DETALLE: GEOTEXTIL NT 300

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0424
grua o equipo de elevacion	1,000	4,5500	4,5500	0,0500	0,2280
barcaza	1,000	5,0000	5,0000	0,05000	0,250
SUBTOTAL M =					0,4780

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer licencia tipo G	1,000	5,5000	5,5000	0,0500	0,2750
peon	1,000	4,6400	4,6400	0,0500	0,2320
operador de equipo pesado	1,000	6,8000	6,8000	0,0500	0,3400
					0,8470

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Geotextil NT 300	m2	1,0000	3,7100	3,7100
piqueta de anclaje de acero	u	1,000	10,8100	10,8100
SUBTOTAL O =				14,5200

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		15,8450
INDIRECTOS Y UTILIDAD	25,00%	3,9613
OTROS INDIRECTOS	%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		19,8063
VALOR OFERTADO		\$ 19,81

ANEXO 10

RUBRO: 3,00 UNIDAD: m2
 DETALLE: GEOMALLA BIAAXAL

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0424
grua o equipo de elevacion	1,000	4,5500	4,5500	0,0500	0,2280
barcaza	1,000	5,0000	5,0000	0,05000	0,250
SUBTOTAL M =					0,4780

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
chofer licencia tipo G	1,000	5,5000	5,5000	0,0500	0,2750
peon	1,000	4,6400	4,6400	0,0500	0,2320
operador de equipo pesado	1,000	6,8000	6,8000	0,0500	0,3400
					0,8470

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Geomalla Biaxial	m2	1,000	2,9000	2,9000
piqueta de anclaje de acero	u	1,000	10,8100	10,8100
SUBTOTAL O =				13,7100

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		15,0350
INDIRECTOS Y UTILIDAD	25,00%	3,7588
OTROS INDIRECTOS	%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		18,7938
VALOR OFERTADO	\$	18,79

ANEXO 11

UNIDAD: 4

DETALLE: **BATIMETRIA Y TOPOGRAFIA**

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0041
SUBTOTAL M =					

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo	1,000	4,5000	4,5000	0,0182	0,0819
					0,0819

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Batimetria y Topografia	gl	1	20,000	20,000
SUBTOTAL O =				20,000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	20,000,0819
INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%	5,000,0205
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	25,000,1024
VALOR OFERTADO	\$ 25,000,10

ANEXO 12

RUBRO: 5,00 UNIDAD: m³*km
 DETALLE: transporte de material nucleo

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0013
Volqueta de 20m3	1,000	25,0000	25,0000	0,0044	0,1100
SUBTOTAL M =					0,1113

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer tipo E	1,000	5,9500	5,9500	0,0044	0,0263
					0,0263

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
roca arenizca nucleo	u	1,3000	32,0000	41,6000
SUBTOTAL O =				41,6000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				41,7376
INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%				10,4344
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				52,1720
VALOR OFERTADO				\$ 52,17

ANEXO 13

RUBRO: 6,00 UNIDAD: m2
 DETALLE: COLOCACION DE NUCLEO

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0298
grua o equipo de elevacion	1,000	4,5500	4,5500	0,0500	0,2280
barcaza	1,000	5,0000	5,0000	0,05000	0,250
SUBTOTAL M =					0,4780

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer tipo E	2,000	5,9500	11,9000	0,0500	0,5950
					0,5950

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				
				0,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				
				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)			1,0730
INDIRECTOS Y UTILIDAD	25,00%		0,2683
OTROS INDIRECTOS	%		
COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,3413
VALOR OFERTADO			\$ 1,34

ANEXO 14

RUBRO: 7,00 UNIDAD: m³*km
 DETALLE: transporte de material roca intermedia

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0013
Volqueta de 20m3	1,000	25,0000	25,0000	0,0044	0,1100
SUBTOTAL M =					0,1113

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer tipo E	1,000	5,9500	5,9500	0,0044	0,0263
					0,0263

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
roca intermedia arenizca	u	1,2000	30,0000	36,0000
SUBTOTAL O =				36,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				36,1376
INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%				9,0344
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				45,1720
VALOR OFERTADO				\$ 45,17

ANEXO 15

RUBRO: 8,00 UNIDAD: m2
 DETALLE: COLOCACION DE CAPA INTERMEDIA

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0298
grua o equipo de elevacion	1,000	4,5500	4,5500	0,0500	0,2280
barcaza	1,000	5,0000	5,0000	0,05000	0,250
SUBTOTAL M =					0,4780

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer tipo E	2,000	5,9500	11,9000	0,0500	0,5950
SUBTOTAL N =					0,5950

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				
				0,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				
				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)			1,0730
INDIRECTOS Y UTILIDAD	25,00%		0,2683
OTROS INDIRECTOS	%		
COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,3413
VALOR OFERTADO			\$ 1,34

ANEXO 16

RUBRO: 9,00 UNIDAD: m³*km
 DETALLE: transporte de material roca coraza

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO) Volqueta de 20m3	1,000	25,0000	25,0000	0,0044	0,0013 0,1100
SUBTOTAL M =					

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer tipo E	1,000	5,9500	5,9500	0,0044	0,0263
					0,0263

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
roca coraza arenizca	u	1,1500	80,0000	92,0000
SUBTOTAL O =				92,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				92,0263
INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%				23,0066
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				115,0329
VALOR OFERTADO				\$ 115,03

ANEXO 17

RUBRO: 10,00 UNIDAD: m2
 DETALLE: COLOCACION DE CAPA CORAZA
EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,0298
grua o equipo de elevacion	1,000	4,5500	4,5500	0,0500	0,2280
barcaza	1,000	5,0000	5,0000	0,05000	0,250
SUBTOTAL M =					0,4780

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer tipo E	2,000	5,9500	11,9000	0,0500	0,5950
					0,5950

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				
				0,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				
				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				1,0730
INDIRECTOS Y UTILIDAD			25,00%	0,2683
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,3413
VALOR OFERTADO				\$ 1,34