



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ID. N° 100192886

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS
HIDRÁULICOS PARA LAS OBRAS DE PROTECCIÓN EN EL
DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL CERRO AZUL,
PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA**

presentado por:

HUARCAYA LOPEZ, RICARDO ANDRE

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **15% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 2 de junio de 2023

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. SANTOS CHACALTANA VÁSQUEZ
DIRECTOR (I)

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Huarcaya Lopez
02/06/23

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



Estudio comparativo de los parámetros hidráulicos para las obras
de protección en el Desembarcadero Pesquero Artesanal Cerro
Azul, provincia de Cañete, departamento de Lima

Línea de Investigación:
Recursos hídricos, riesgo de desastre y cambio climático

INFORME DE TESIS FINAL

**PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor:
BACH. HUARCAYA LÓPEZ, RICARDO ANDRÉ

**Ica – Perú
2023**

Dedicatoria

Se lo dedico a mi familia, porque estuvieron presentes durante toda mi vida personal y profesional.

Agradecimientos

A los docentes de la FIC, a mis compañeros de promoción y todas las personas que me acompañaron todos estos años de estudio y trabajo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3.1. Antecedentes a nivel internacional.....	2
1.3.2. Antecedentes a nivel nacional	3
1.3.3. Antecedentes a nivel local	4
1.4.1. Justificación	4
1.4.2. Importancia	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos.....	5
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.	7
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	8
2.2.2. Operacionalización de variables.....	8
<u>2.3. Universo y muestra</u>	<u>9</u>
2.3.1. Delimitación espacial	9
2.4.2. Delimitación temporal.	9
2.4.3. Delimitación social.	10
2.4.4. Delimitación conceptual.	10
2.4.5. Población y muestra.....	10
2.5.1. Instrumentos de recolección de datos	10
2.5.2. Técnicas de recolección de datos	11
2.5.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos.....	11
III. RESULTADOS.....	12
3.1.1. Presentación de datos básicos de Ingeniería	16
3.1.2. Características del área de estudio.....	16
3.1.2.1 Ubicación y localización.....	16
3.1.2.2 Características físicas e Hidromorfológicos.....	17
3.1.2.3 Situación Socioeconómica de la zona de estudio	18
3.1.3. Estudios básicos de Ingeniería Costera.....	20
3.1.3.1 Estudio de topografía y batimetría.....	20

El objetivo principal fue la “Prevención, identificación, valoración y corrección de las consecuencias o efectos ambientales generados por la construcción de un desembarcadero pesquero artesanal. Así como, la implementación de un Plan de Manejo Ambiental.32

METODOLOGÍA32

La metodología desarrollada cumplió con las siguientes etapas:.....32

Acciones Impactantes:35

Cota de la corona = NAME + ht + Δh + BL.....48

48

$$\Delta h = \frac{0.01 * V_v^2 * F}{3 * g * H} * \text{Cos } \alpha$$
49

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....51

V. CONCLUSIONES.54

VI. RECOMENDACIONES.....55

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....56

Índice de tablas

No se encontraron entradas de tabla de contenido.Tabla XV. Coeficientes para calcular la probabilidad 47

Tabla XVI. Factor K según tipo de revestimiento48

Tabla XVII. Borde libre según categoría de la obra 49

Tabla XVIII. Coeficiente K para D50% 50

Tabla XIX. Comparación de resultados 52

Índice de figuras

No se encontraron entradas de tabla de contenido.

Resumen

En las condiciones actuales de Cerro Azul, muchos pescadores de la localidad y de otras caletas aledañas, se les hace muy difícil y peligroso desembarcar, por lo que tienen que recurrir al muelle de Pucusana, implicándoles mayores gastos para la poca ganancia que se obtienen por la escasez del recurso. Por otro lado, las condiciones precarias de terminal actual no garantizan un adecuado manejo de la pesca.

Esta investigación tiene como propósito diseñar desde el punto de vista de la hidráulica para brindar protección al desembarcadero pesquero artesanal en el distrito Cerro Azul y brindarles seguridad en las operaciones de carga y descarga y para su infraestructura que comprenden obras

en el mar y en tierra, a partir de la información del Estudio de Factibilidad DPA, Cerro Azul, obtenida del Gobierno Regional de Lima.

Las obras en el mar constan de un muelle que deberá estar debidamente protegido del accionar del mar a fin de que las operaciones de embarque y desembarque se realicen sin riesgo para las embarcaciones y la vida y la salud de los pescadores. Las obras en tierra constan de las áreas mínimas necesarias para el procesamiento primario del producto y los servicios para la comercialización y conservación de producto en frío.

PALABRAS CLAVE: Obras de protección, seguridad marítima, escollera, dique, desembarcadero

Abstract

In the current conditions of Cerro Azul, many fishermen from the locality and from other nearby coves find it very difficult and dangerous to disembark, so they have to resort to the Pucusana pier, implying higher expenses for the little profit they obtain from it. the scarcity of the resource. On the other hand, the precarious conditions of the current terminal do not guarantee adequate fishing management.

The purpose of this research is to design from the point of view of hydraulics to provide protection to the artisanal fishing landing in the Cerro Azul district and provide security in loading and unloading operations and for its infrastructure that includes works at sea and on land, based on

information from the DPA Feasibility Study, Cerro Azul, obtained from the Regional Government of Lima.

The works at sea consist of a dock that must be duly protected from the action of the sea so that loading and unloading operations are carried out without risk to the boats and the life and health of the fishermen. The works on land consist of the minimum areas necessary for the primary processing of the product and the services for the commercialization and conservation of the cold product.

KEY WORDS: Protection works, maritime security, breakwater, dyke, wharf.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Situación problemática

Las infraestructuras portuarias modernas y adecuadas en nuestro país, son todavía insuficientes, muchas de ellas carecen de estructuras de protección o abrigo frente a oleajes anómalos, ello origina que la población que está asentada en las inmediaciones de los desembarcaderos pesqueros este desprotegida frente a situaciones extraordinarias, más aún cuando la característica dinámica y aleatoria del flujo lo convierte en un peligro inminente.

Por otro lado, la carencia de infraestructura pesquera adecuada en la caleta de Cerro Azul, para descargar los productos pesqueros los obliga a que se desplacen con sus embarcaciones hacia el DPA de Pucusana que está a una distancia de 70 kilómetros por tierra, pagando altos costos de transporte para el atraque y desembarque de sus especies marinas.

Por lo cual, la actividad principal que desarrollan los pobladores, que es la pesca artesanal, tampoco se da en condiciones eficientes, lo cual influye en su calidad de vida en forma negativa.

En esta situación tenemos que se identifican dos problemas, primero la inseguridad frente a un fenómenos naturales anómalos cada vez más frecuentes en la costa peruana y segundo la necesidad de contar con una infraestructura que incorpore estructuras hidráulicas seguras y confiables.

Una de las principales estructuras hidraulicas posrtuasrias, son las obras de proteccion, que vienen a ser las obras contra oleajes y contra la accion de la erosion.

De acuerdo a la bibliografía es una de las que mayor incidencia tiene en las fallas, accidentes y desastres al momento de contar con un desembarcadero pesquero, por lo que requiere evaluar la mejor opcion.

1.2. Formulación de problemas

Se sabe que, en la formulación del problema, se establece el propósito central, los objetivos y las preguntas de investigación iniciales, justificación y viabilidad. Además, explora las deficiencias en el conocimiento del problema y elige el ambiente o contexto donde se comenzará a estudiar el problema de investigación.

1.2.1. Problema general

¿Cómo el estudio comparativo de los parámetros hidráulicos para las obras de protección, mejora la seguridad en el desembarcadero pesquero artesanal de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento de Lima?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo los estudios básicos de ingeniería, inciden en el diseño de las obras de protección de un desembarcadero pesquero artesanal?
- b) ¿Cómo los materiales utilizados en las obras de protección definen la seguridad en un desembarcadero pesquero artesanal?
- c) ¿Cómo la metodología utilizada define la mejor obra de protección en un desembarcadero pesquero?

1.3. Antecedentes del problema de investigación

Siendo los antecedentes del problema, las investigaciones que tienen que ver con los trabajos realizados anteriormente, y en los cuales se descubren las aproximaciones que otros autores han tenido hacia el objeto de estudio, a continuación, presentamos los antecedentes internacionales, nacionales y locales que fortalecen la investigación.

1.3.1. Antecedentes a nivel internacional

S. P. Zavala [1] en 2019, manifiesta que su objetivo es diseñar un rompeolas para proteger el Puerto de Baquerizo Moreno, en el cantón San Cristóbal, Ecuador. Siendo la muestra de estudio el Puerto de Baquerizo Moreno. El procedimiento de la investigación implica determinar el talud de la estructura, calcular el peso de la coraza y sus elementos que la conforman para hacer desarrollar análisis de verificación. Concluye en que usar tetrápodos para proteger el puerto reemplazaría elementos convencionales usados en diversos tipos de rompeolas como rocas de gran tamaño y así reducir los costos y efectos ambientales. Esta solución mejorará la calidad de vida de los habitantes, su seguridad y confianza del lugar.

C. Buitrago y D. Ochoa [2] en 2013, manifiestan que su objetivo es establecer recomendaciones para implementar obras de protección y control de cauces para las comunidades de Colombia, en general. Su población de estudio son todas las cuencas del país donde existan poblaciones en riesgo por inundaciones y desbordamientos. Su metodología de trabajo se apoya en recopilar, organizar y analizar la información existente. Concluye que las metodologías expuestas para ejecutar de obras de protección, muestran los componentes básicos de un cauce como sedimentos, vegetación y erosión y que dados los eventos de cambio climático de los últimos años (inundaciones, caídas de banca de vía colindante con corrientes, arrastre de material, etc.), considerando que los diseños hidrológicos son la base para el diseño de obras de protección de orillas la investigación es de interés común como base para desarrollar obras de protección de cauces, que mejoren las condiciones de los mismos y de los que interactúan con ellos.

J. A. Ovalle [3] en 2012, plantea como objetivo aplicar obras de defensa blanda empleando geosintéticos en una playa de Cataluña, España, que se encuentra en estado erosivo, para proteger la superficie externa del alzado. Así como analizar de manera general la tipología de obras de defensa costera actuales. Su muestra de estudio es una playa de Cataluña. La metodología se basa en la recolección de información y metodologías de aplicación de geosintéticos. Una de sus principales conclusiones es que la playa seleccionada para proponer la actuación costera con geosintéticos fue la del Prat de Llobregat donde se propone aplicar la técnica denominada: Geotextile Wrap-around Revetment - GWR (Revestimiento utilizando envoltorios con geotextiles).

1.3.2. Antecedentes a nivel nacional

J.J. Díaz [4] en 2019, expresa que su objetivo es evaluar la defensa costera para construir un tramo de la autopista costanera, en la zona de Marbella, en el distrito de Magdalena, Lima. Siendo su muestra de estudio la playa Mar Bella a la altura de la Av. Costanera Miguel Grau. Su metodología consiste en desarrollar estudios de topografía, batimetría, medición de corrientes y mareas y extracción de muestras en suspensión que le permitan hacer su evaluación. Concluye que la altura del muro de protección debe incluir una altura adicional ante el efecto del corrimiento de la ola al romper en la playa, *run up*, R , calculada en base a la relación entre la altura y la longitud de la ola (H/L) y/o el ángulo de incidencia del tren de olas, que resulta de 4.25 m y por lo tanto asume que la altura de 5.00m del muro es correcta.

J. A. Álvarez [5] en 2018 manifiesta que su objetivo es conocer y analizar el fenómeno de erosión marina que se produce en la zona costera del distrito de La Punta, Callao, para proponer una alternativa de protección. Su muestra de estudio es la zona de Chucuito. El procedimiento metodológico consiste en realizar estudios topográficos, batimétricos, de corrientes y mareas y climatológicos para realizar la evaluación. Concluye que respecto a la metodología de diseño estructural aplicada, empleó la fórmula de Hudson para calcular el peso de la unidad de roca de coraza, que resultó en $48,930.34 \text{ Newton} = 4,989.51 \text{ Kg-f} \cong 5 \text{ Ton}$. Con este valor calculo el ancho mínimo de la cresta = 4.00 m. y espesores de la capa principal de la coraza = 2.70m y sub capa = 1.30 m.

A. Ramírez [6] en 2017 indica que su objetivo es dejar recomendaciones para el uso de geotextiles en las obras de protección en las costas del distrito de Colán, en Piura, Perú. Su muestra de estudio es la playa de Colán. Su metodología basada en la recopilación documental, es descriptiva. Concluye que usar geotextiles como contenedores de arena es una alternativa flexible con muchas ventajas frente a los

sistemas convencionales y debe instalarse como contenedores de arena en el local comercial Costa Bonita de Colán, como solución flexible y sencilla para proteger edificaciones expuestas al embate marino, requiriendo menor tiempo de aplicación en caso de necesidad inmediata.

1.3.3. Antecedentes a nivel local

J. M. Ramírez [7] en 2017 expresa que su objetivo es identificar vulnerabilidades de la costa del Río Cañete en el distrito de Cañete, frente a la erosión, para aportar al manejo integrado de la zona marino-costera y a la adaptación al cambio climático. Su población de estudio es todo el Valle del Río Cañete. La metodología aplicada es el análisis espacial y temporal del litoral, con métodos de teledetección, cartografía, análisis estadístico y levantamiento de información en campo para hallar variables físicas y socioeconómicas que fueron procesadas e integradas en un Sistema de Información Geográfica, mediante la determinación del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC). Como conclusión manifiesta que los resultados mostraron que los sectores 1 y 2 tuvieron un nivel de vulnerabilidad moderado mientras que el sector 3 recibió uno bajo. Al contrario de lo que se planteó inicialmente, los resultados del DSAS mostraron que el área de estudio presenta una tendencia de avance de la línea de costa, interpretado como un proceso de sedimentación.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación

En 2014, M. A. Salas [8] menciona: “Se dice que los desastres naturales son uno de los problemas inherentes al desarrollo de las civilizaciones aún sin resolver. En el caso de los de tipo hidrometeorológico (que están relacionados con el agua), los patrones de desarrollo que ignoran la administración sostenible del agua están exponiendo a las comunidades a mayores riesgos de inundaciones y sequías”.

Según B. Reguero, M.W. Beck, J. Losada y S. Narayan [9] en 2017, mencionan que globalmente, las tormentas y agentes costeros amenazan a cientos de millones de personas e infraestructura en las costas, con importantes impactos económicos. En todo el mundo más de 600 millones de personas viven en zonas costeras (datos del año 2000). Sólo en las ciudades costeras más habitadas se estima que más de 40 millones de personas se encuentran expuestas a inundaciones con $T=100$ años.

Atendiendo a lo expresado en el párrafo anterior, la presente investigación se justifica porque existe la necesidad de proteger el tramo del litoral peruano adyacente a la Playa Cerro Azul, ubicado en la provincia de Cañete, provincia de Lima, al proporcionar

información sobre la mejor alternativa para la protección costera en playas afectadas oleajes anómalos y por erosión marina.

1.4.2. Importancia

Por otro lado, la importancia de este proyecto de investigación se centra en la garantizar el normal desarrollo de las actividades diarias de los pobladores, que tienen que ver con su vida cotidiana y con sus labores de trabajo en el mar como pescadores artesanales. Esta última actividad resalta porque de ella depende la economía de más del 90% de la población adyacente, con lo cual se define su calidad de vida.

En lo social, garantizaría las actividades de recreación e industrias conexas al turismo, el deporte vinculado a las olas y el descanso de las personas habituadas a la tranquilidad y relajación.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Realizar el estudio comparativo de los parámetros hidráulicos para las obras de protección, en el desembarcadero pesquero artesanal de cerro azul, provincia de cañete, departamento de Lima.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar los estudios básicos de ingeniería, para verificar la incidencia en el diseño de las obras de protección de un desembarcadero pesquero artesanal.
- b) Determinar los materiales más adecuados para las obras de protección que garanticen la seguridad en un desembarcadero pesquero artesanal.
- c) Aplicar una metodología que mejore la obra de protección en un desembarcadero pesquero.

1.6. Contenido de capítulos

✓ Capítulo I – Introducción

Expone puntualmente el preámbulo y definiciones del proyecto a desarrollar, así como la problemática, objetivos, justificaciones y antecedentes necesarios para la tesis.

✓ Capítulo II – Estrategia Metodológica

Presenta el planeamiento metodológico y los elementos utilizados, así como los sujetos y grupos de asignación, instrumentos de medición y procedimientos.

✓ Capítulo III – Resultados

Expone puntualmente los resultados obtenidos, tablas, gráficos, imágenes y programas que se emplearon y su justificación; muestra los datos más importantes que ayudan cumplir con los objetivos propuestos para así lograr contrastar las hipótesis planteadas.

✓ Capítulo IV – Discusión

En este capítulo se examinan e interpretan resultados, recalcando los aspectos cruciales de la tesis, sin repetir la información presentada de manera global.

✓ Capítulo V – Conclusiones

Hacen referencia a los resultados obtenidos en el desarrollo de la tesis, estas van a la par de la cifra de objetivos presentados en la investigación.

✓ Capítulo VI – Recomendaciones

Presentadas respecto al punto de vista del autor y directamente vinculadas con las conclusiones presentadas, siendo puntuales y resumidas.

✓ Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.

Se agrupan todos los orígenes de consulta empleados para este proyecto.

✓ Capítulo VIII – Anexos

En este capítulo final se colocarán las fotos de la zona a desarrollar, planos necesarios y otros instrumentos que se utilizaron.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

2.1. Procedimientos.

- a) Trabajos preliminares que comprenden la recolección de información de los parámetros hidráulicos en las instituciones públicas y privadas, referencias bibliográficas, búsqueda en Internet.
- b) Clasificación, ordenamiento y tabulación de la información, dibujo de los planos básicos, preparación de los materiales.
- c) Cálculo de gabinete, aplicando las metodologías específicas y seleccionadas para el estudio comparativo respectivo de las obras de protección del desembarcadero pesquero artesanal, basados en las normas y directivas de las entidades especializadas y en las teorías desarrolladas para el caso.
- d) Análisis de los resultados, para determinar la mejor alternativa que brinde la seguridad a la población y usuarios.
- e) Dibujo de los planos de referencia, que pueden ser de localización, ubicación, diseño en planta del DPA y Plano de detalles de las obras de protección y/o abrigo.
- f) Revisión de toda la tesis (ortográfica y semántica) e impresión, y entrega del trabajo final.

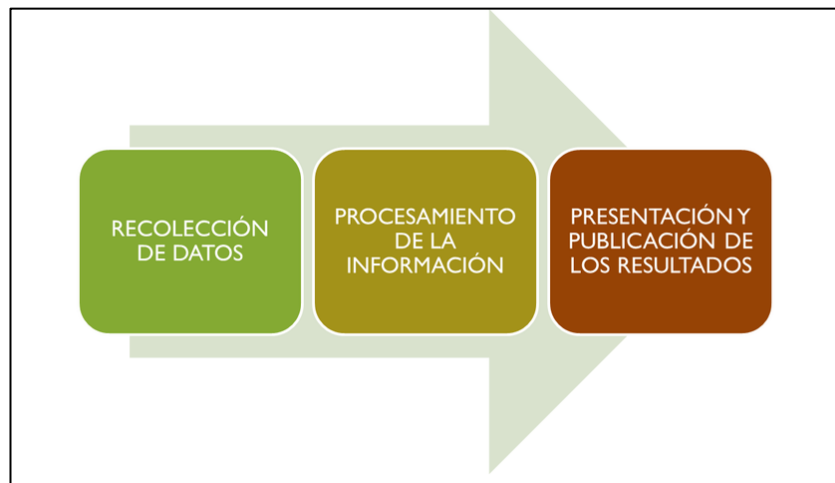


Fig. 1. Esquema de procesamiento y análisis de datos

Fuente: Proyecto Educativo CR – Wordpress (Venezuela)

<https://proyectoseducativoscr.wordpress.com/>

2.2. Diseño metodológico.

El método científico es el conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas de investigación mediante la prueba o verificación de Hipótesis. Aun cuando este método no es el único camino para la obtención del conocimiento científico, surge como vía flexible utilizada por la mayoría de las ciencias en la actualidad.

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

- Tipo de investigación

Según F. G. Arias [10] en 2012 menciona que “en cuanto a los tipos de investigación, existen muchos modelos y diversas clasificaciones. No obstante, lo importante es precisar los criterios de clasificación. En este sentido, se identifican: Tipos de investigación según el nivel, Tipos de investigación según el diseño, Tipos de investigación según el propósito”

En este caso el tipo de investigación será **aplicada**, ya que se identificará los posibles problemas para así poder realizar estrategia y dar solución a los eventos por realizarse en los diversos tipos de campos.

- Nivel de investigación

El presente estudio se encuentra en el **nivel descriptivo-correlacional**, es decir, describirá y se encargara establecer en qué influyen los parámetros hidráulicos determinantes de la acción marina sobre las estructuras de protección costera. Asimismo, se busca exponer cuál es el criterio técnico de una selección adecuada de dichas defensas.

- Diseño de investigación

La investigación es **no experimental**, ya que corresponde a una investigación cualitativa de procedimiento inductivo, de modo que observan fenómenos ya realizados, de manera que no son provocados intencionalmente por el investigador y esta situación puede ser transversal, porque se han recogido datos en una sola medición.

2.2.2. Operacionalización de variables

TABLA I

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
Dependiente: Los parámetros hidráulicos para las obras de Protección	Componentes del algoritmo de cálculo para el diseño hidráulico de obras de protección en una obra portuaria	Definen la calidad, seguridad y sostenibilidad de las obras de protección en obras portuarias.	Diseño Hidráulico de Obras Portuarias	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de referencia • Tipo de rompiente • Altura de la Ola • Run up • Altura del rompeolas • Tipo de roca • Espesor de coraza 	De razón

Independiente: La seguridad en el desembarcadero pesquero artesanal.	Condición técnica, que deben garantizar los diseños de ingeniería en desembarcaderos pesqueros.	Se define por todas las obras de protección y abrigo contra las amenazas naturales de una obra costera.	Seguridad en desembarcaderos pesqueros	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de protección costera • Materiales a utilizar en la escollera
-------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.3. Universo y muestra.

2.3.1. Delimitación espacial

La investigación se delimitó al área de construcción del desembarcadero pesquero en la caleta de Cerro Azul, distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, Lima. Se localizó en la zona denominada Playa Cerro Azul, a unos 127 kilómetros al sur de la ciudad de Lima y a 20 kilómetros al norte de la ciudad de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima. Y más específicamente, al área donde se encuentra proyectada las obras de protección, como el dique de protección del DPA. La zona de estudio se ubicó en las coordenadas: latitud 13°01'36.5" Sur, Longitud 76°29'07.7 Oeste, de acuerdo a las Cartas de HIDRONAV.

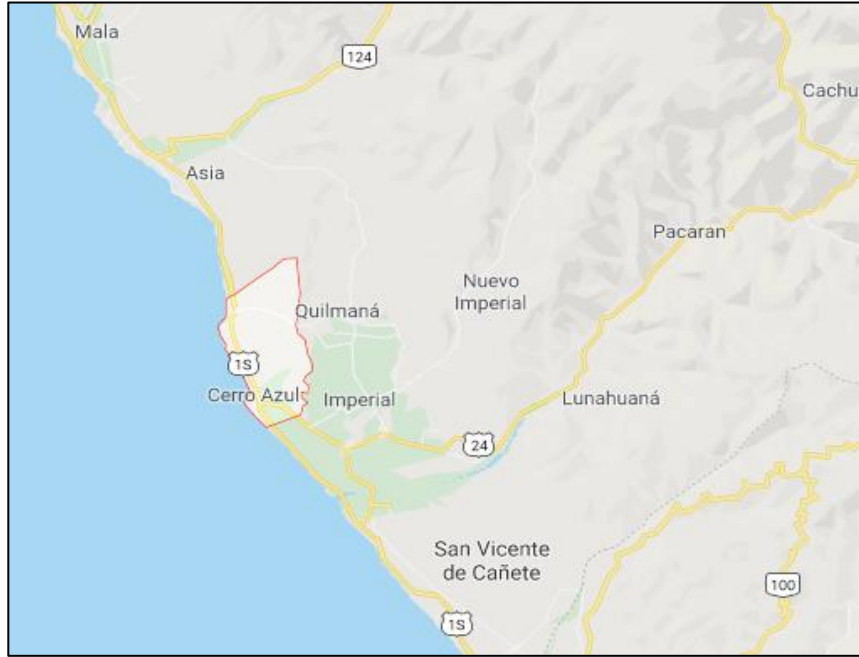


Fig. 2. Ubicación Geográfica de Cerro Azul
Fuente: Portal Google Maps, 2019

2.4.2. Delimitación temporal.

La delimitación temporal, se circunscribe a la investigación que se realizó en el espacio del año 2020 en forma transversal o instantánea, con verificaciones de

los parámetros hidráulicos por varios métodos. Para ello se utilizó información de los últimos 10 años, sobre la zona de estudios, especialmente en los estudios básicos.

2.4.3. Delimitación social.

En este caso, está delimitada por la población beneficiaria directa que serán los trabajadores de la pesca artesanal de Cerro Azul, quienes podrán desarrollar sus labores en forma segura e incrementar utilidades y por ende su calidad de vida. Ahora, en forma indirecta será toda la población de la caleta de Cerro Azul, quienes, estarán en mejores condiciones de responder a la vulnerabilidad contra desastres naturales anómalos provocados por la corriente marina.

2.4.4. Delimitación conceptual.

La temática general que aborda la tesis, es el DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS, dentro de la cual existen varias especialidades, la temática específica es OBRAS DE PROTECCIÓN CONTRA FLUJOS DINÁMICOS. Se realizará un estudio comparativo de dos metodologías para determinar los parámetros hidráulicos necesarios para el diseño de las Obras de protección contra oleajes y como defensa costera de poblaciones vulnerables, tomando en cuenta las directrices de los organismos nacionales como FONDEPES y SEHIDRO.

2.4.5. Población y muestra.

- Población de estudio

La población, o en términos más precisos población-objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. En ese sentido la población queda definida como finita accesible, como es la obra de protección del desembarcadero pesquero artesanal de Cerro Azul.

- Tamaño de la muestra

La muestra es no probabilística por conveniencia, en esa medida será el dique enrocado diseñado como obra de abrigo.

2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

2.5.1. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de medición se define como un procedimiento, medio y actividades que desarrolla el investigador para registrar datos o información de las variables que piensa analizar. Por lo tanto, se puede manifestar que el objetivo de las mediciones es

encontrar un vínculo entre el mundo real y el ideal, es decir, obtener una evidencia empírica con base en modelos teóricos para encontrar el sentido al segmento del mundo real que se trata de comprender y describir. Los instrumentos de medición pueden clasificarse en dos grupos: Instrumentos cuantitativos e instrumentos cualitativos, para fines de esta investigación nos enfocaremos en la ficha de obtención de datos.

2.5.2. Técnicas de recolección de datos

Existen diversas técnicas para recopilar datos e información en la evaluación de campo, pero dependerán del método y la clase de investigación a desarrollar. Por consiguiente, la técnica seleccionada es la observación directa, la cual se define como el reconocimiento ordenado, firme y veraz de comportamientos y situaciones observables mediante dimensiones e indicadores.

2.5.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Las técnicas de procesamiento de datos están divididas en dos partes: ***El análisis de datos***, que se define como la separación de los elementos básicos de la información obtenida para analizarlos con la finalidad de dar respuesta a las diversas interrogantes que se han propuesto en la investigación. Analizar datos implica elaborar previamente un plan general o secuencias de análisis para describir el tratamiento cuantitativo y/o cualitativo aplicable a la información. En este caso se aplica un tratamiento cualitativo. Para ello, se hará el análisis comparativo de los resultados de los dos métodos aplicados en el cálculo del revestimiento del Dique que sirve de protección al desembarcadero pesquero. También se harán verificaciones hidro-oceanográficas de manera previa, esta vez comparadas a las normas técnicas de la Dirección de Hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú.

Las etapas para el procesamiento son:

- a) Revisión de normas actuales sobre red de distribución de agua potable en zonas rurales.
- b) Obtención de información técnica a través de revisiones bibliográficas especializada, para desarrollar la investigación, como son los procedimientos, procesos y registros.
- c) Cálculos Hidráulicos preliminares, como el tipo de flujo, caudal, zonificación y caudal por habitante o tuberías.
- d) Análisis de los resultados y comparación con la normativa actual, así mismo propuestas hidráulicas de mejoramiento del sistema.
- e) Revisión ortográfica de la investigación, gráficos, tablas y figuras, revisión de la bibliografía utilizada e impresión final del trabajo.

III. RESULTADOS.

3.1. Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.

Para entender mejor las verificaciones, trabajos de campo y gabinete, es necesario presentar algunos criterios conceptuales básicos:

Las Obras Hidráulicas de Protección

De acuerdo a los tipos de erosión y socavación, todas las riberas de los ríos y costas sufren desplazamientos, en unos casos laterales y en otros perpendiculares u oblicuos a la dirección del flujo. Los casos más frecuentes en los ríos son las erosiones locales o localizadas, generadas por la construcción de una estructura en la ribera o en el cauce central (Puentes o alcantarillas), o las condiciones geomorfológicas del río (curvas cóncavas o convexas), en este último caso se debe tener en cuenta los aspectos de estabilidad morfológica. En el caso de las costas, las erosiones se originan por la acción de las olas, las cuales dependen del viento, las mareas y las condiciones climáticas.

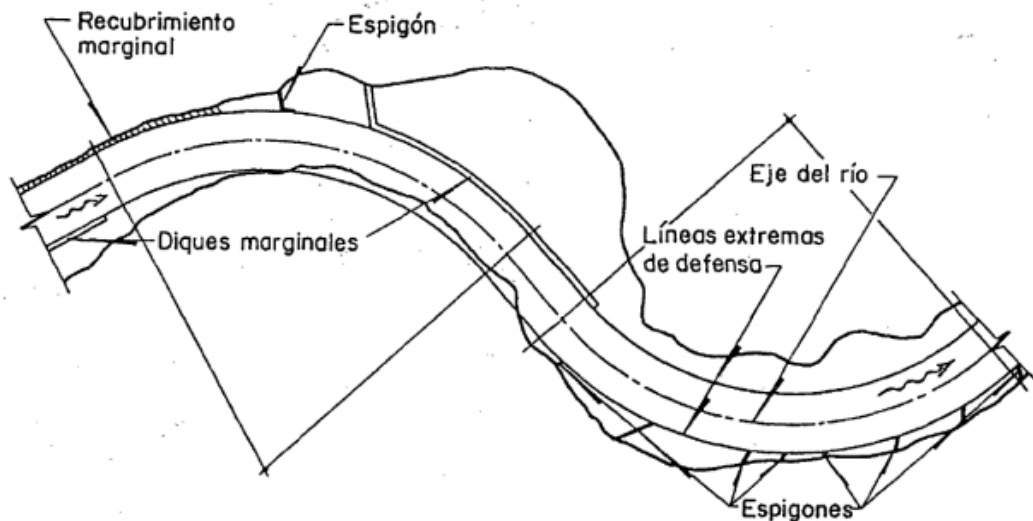


Fig. 3. *Algunas obras hidráulicas de protección*
Fuente: Javier Aparicio IMTA - México.

Ante ello, se deben de tomar medidas técnicas para fijar los márgenes en forma “permanente” y garantizar la estabilidad dinámica de las riberas, así como la protección de la población e instalaciones adyacentes.

Las medidas para la protección de márgenes, deben estar orientadas a evitar el contacto de flujo con alta velocidad guiando el flujo en la dirección deseada y mantener en equilibrio del material de la orilla. Estas obras deben estar construidas sobre y a lo largo de la orilla del río o ribera costera, para evitar el contacto directo del escurrimiento con el material de la margen, reducir la velocidad de la corriente y evitar o reducir la posibilidad de transporte de las partículas de la margen.

TABLA II
TIPOS DE PROTECCIÓN DE RIBERAS Y COSTAS

Tipo de protección	Ventajas	Desventajas
Espigones	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil construcción • Costo de conservación disminuye con el tiempo • La falla de uno no afecta a los demás 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducen el ancho • Pérdidas de energía • No económicos en curvas con radio pequeño • No protegen toda la orilla
Revestimientos marginales	<ul style="list-style-type: none"> • Fijan la orilla definitivamente • No reducen el área hidráulica 	<ul style="list-style-type: none"> • Más difíciles de construir • A veces requieren filtros • Procedimiento constructivo complejo • Mantenimiento cuidadoso • Más costoso que espigones
Diques marginales		Aún más costosos

Las obras de protección de costas

Las principales obras de protección marítima son las Obras de abrigo, las cuales tienen como función principal, la creación de un área suficientemente protegida frente a la acción del oleaje para poder establecer una instalación portuaria.

Entre las obras de abrigo principales se pueden establecer: Los Diques de abrigo que constituyen obra de abrigo principal o Contradiques, en la mayor parte de los casos son necesarios para completar el abrigo y ajustar las dimensiones de la bocana. Debido a su función, el oleaje es el agente más determinante a la hora de llevar a cabo el diseño estructural de este tipo de obras. Para las obras de abrigo pueden adoptarse diferentes tipologías estructurales en función de la forma de hacer frente al oleaje que alcanza la zona de emplazamiento.

En cambio, para controlar la erosión ocasionada por el oleaje, la cual puede destruir construcciones viales o puertos, la ingeniería ha orientado sus esfuerzos a la estabilización de la costa con diferentes obras. Para lograr la estabilización de las zonas costeras expuestas al oleaje directo se requieren obras estructurales y no estructurales.

Ya que la mayoría de los factores que influyen en el transporte litoral de sedimentos son difíciles de controlar, la ingeniería ha optado por la modificación de la topografía costera a fin de disminuir la erosión y acreción. Así, se tienen métodos estructurales, justificados a través de diseños y experimentos, y métodos no estructurales, los cuales son generalmente soluciones temporales.

Entre las alternativas no estructurales, se encuentran los métodos denominados blandos. Estos métodos consisten en cambios a nivel granulométrico y geométrico de las playas

mediante regeneración, es decir movimiento de tierras exteriores para modificar el nivel del litoral.

Por otro lado, entre las soluciones estructurales las más conocidas son el empleo de espigones, rompeolas y diques, detallados a continuación:

a) Espigones

Son estructuras de protección marítima cuya principal característica consiste en su dirección perpendicular a la costa (figura 3-14). Su función principal es la protección de playas en peligro de desaparición por fuertes procesos erosivos.

Los espigones son capaces de retener la arena existente porque impiden el proceso de reflexión.

Los espigones se caracterizan por su orden de construcción, el cual es en sentido contrario al transporte de sedimentos.

b) Diques

Son conocidos también como defensas longitudinales y de revestimiento y presentan normalmente superficies inclinadas, flexibles en la mayoría de los casos y compuestos por material resistente construidos en talud. Su objetivo es contener la energía destructiva del oleaje ante extensiones costeras expuestas e importantes.

Los diques se construyen al borde la línea de costa y paralela a ésta, generalmente son estructuras que no están sumergidas y no admiten el rebose del agua.

Los elementos principales de un dique son: Estructura de cimentación que puede ser un dentellón, cuerpo del dique o terraplén o cortina, los taludes, las protecciones de los taludes que pueden ser enrocados, gaviones o concreto y los drenajes.

c) Rompeolas

Los rompeolas son estructuras que pueden estar ligadas o no a la costa. Tienen como objetivo calmar las aguas por detrás de ellos utilizando el criterio de la difracción y se usan normalmente para protección de muelles. Además, por el fenómeno de reflexión acumulan los sedimentos entre la línea de costa y su ubicación.

Existen muchos métodos y clases de rompeolas, debido a su función, admiten estar sumergidas o ser rebasadas por las olas. Su profundidad está en función proporcional al área que deben abrigar.

Por otro lado, conforme se avanzaba en el conocimiento sobre el comportamiento de los diques y espigones, se comenzó a utilizar diferentes tipos de piezas para que conformasen las capas de protección. El principal material a utilizar son las grandes rocas de cantera o escollera que a veces se encuentran muy lejanas a la playa o se requerían tamaños excesivos. En consecuencia, se inventaron los bloques prefabricados tales como dolos, tetrápodos, acrópodos, entre otros y se replantearon las fórmulas

existentes para su uso. La ventaja de estos bloques es que al ser fabricados en una planta su tamaño y peso podían ser controlados a conveniencia.

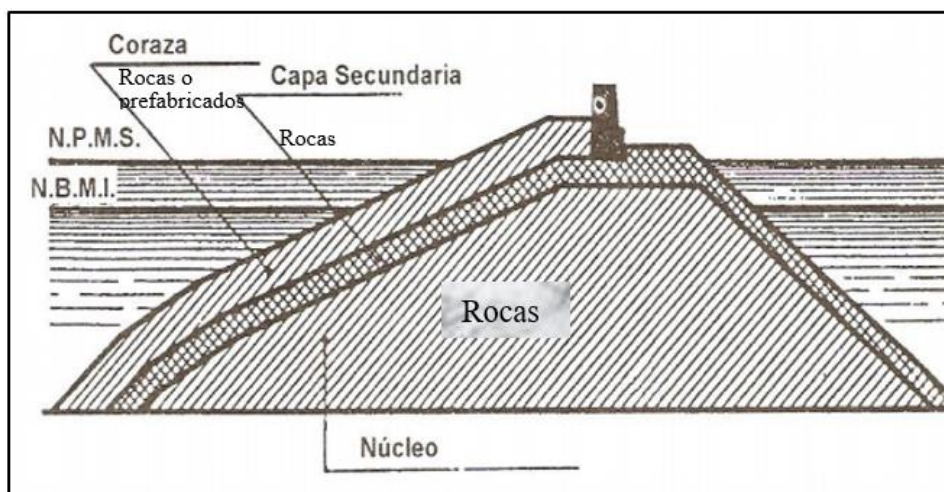


Fig. 4. Características y partes de un rompeolas

Fuente: Estructuras de equilibrio dinámico y estático (Van der Meer, 1995)

En la figura anterior, se debe considerar que el núcleo será de rocas < 100 kg, la capa secundaria con rocas angulosas de 0.75m a 1.15m en tamaño y de 0.5 Tn a 0.8 Tn en peso. Para la capa principal o Coraza se considera rocas angulosas de 1.50 a 2.00m en tamaño y de hasta 6 Tn en peso. Además, debe considerarse que este tipo de protecciones se dan con rocas angulosas de pesos específicos entre 2.70 a 2.77 Tn/m³, los cuales son considerados en los cálculos.

d) Escolleras

Van der Meer en 1995 creó una distinción entre los tipos de estructuras formado por escollera o similares según el valor del parámetro $H/\Delta D$ (o número estructural N), el cual relaciona la altura de ola H con el diámetro de las piezas D y su densidad sumergida relativa Δ . Además, clasifica las estructuras siguiendo dos pautas: aquellas que son estáticamente estables y las que son dinámicamente estables.

Las estructuras estáticamente estables son aquellas en las que ningún daño o muy poco es tolerado bajo condiciones de diseño, es decir, las piezas no deben moverse o la estructura perder su forma ante las sollicitaciones esperadas. Por otro lado, la estabilidad dinámica si permite cierto grado de avería. Estructuras de este tipo están en constante movimiento con cada subida, bajada y azote del oleaje. Esta condición continúa por un tiempo hasta que la estructura como conjunto alcanza un equilibrio.

La relación $H/\Delta D$ entre 1 y 4 (rompeolas estables) corresponde a pendientes uniformes y conformados por piezas pesadas de roca natural o artificiales. Solo un pequeño daño es tolerado en condiciones de diseño.

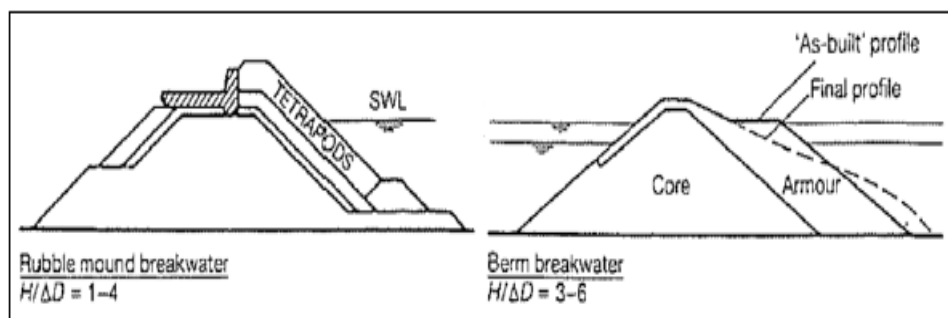


Fig. 5: Estructuras de equilibrio dinámico y estático

Fuente: Estructuras de equilibrio dinámico y estático (Van der Meer, 1995)

Entretanto, valores de $H/\Delta D$ entre 3 y 6 (forma “S” y rompeolas de berma) se caracteriza por pendientes más exageradas tanto por encima como por debajo del nivel medio del mar. Este cambio de pendiente o presencia de berma reduce la fuerza del impacto del oleaje y su avance por el talud del dique. El daño es esperado también y las estructuras llegan a adoptar una forma similar a una S.

3.1.1. Presentación de datos básicos de Ingeniería

Se refiere a la línea base de la investigación, a datos que permitieron la localización del conjunto de obras que corresponden al Desembarcadero Pesquero proyectado y dentro de ellas ubicar las obras de protección a ser verificadas con el análisis comparativo.

3.1.2. Características del área de estudio

En este primer punto, se señala la localización y ubicación de la obra analizada, así como las principales características físicas, hidrográficas y económicas de la zona.

3.1.2.1 Ubicación y localización

El Distrito de Cerro Azul, se ubica al Sur del departamento de Lima, y al Noroeste de la ciudad de Cañete, siendo sus límites los siguientes:

- Por el Norte : Con el Distrito de Asia
- Por el Sur : Con el Distrito de San Luis
- Por el Este : Con el Distrito de Imperial
- Por el Oeste : Con el Océano Pacífico

Partiendo de Lima hacia el sur, la vía de acceso principal es la Carretera Panamericana. La capital del distrito de Cerro Azul se encuentra a 131 Km de Lima y a 15 km de la ciudad de Cañete. El Desembarcadero Pesquero Artesanal proyectado, se localiza en la zona de playa Cerro Azul, en las siguientes coordenadas UTM: Norte 8’560,017.00 y Este 339,346.00, que coinciden con el punto de inicio del espigón de acceso.



Fig. 6. *Ubicación de la zona de estudio*
 Fuente: Google Maps, 2019

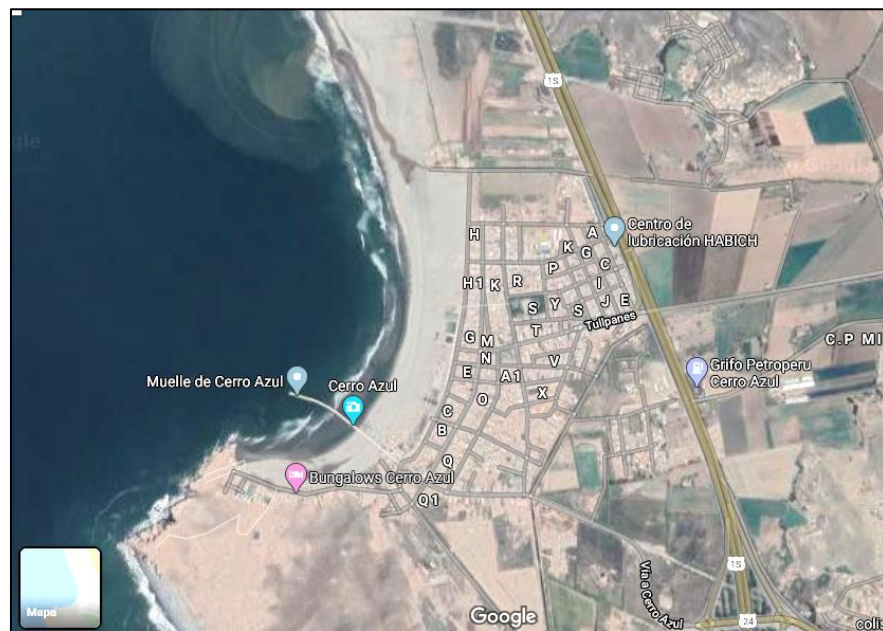


Fig. 7. *Vista satelital del muelle de Cerro Azul*
 Fuente: Google Maps, 2019

3.1.2.2 Características físicas e Hidromorfológicos

Cerro azul es una antigua caleta de pescadores que en la actualidad se ha convertido en una de las playas favoritas y de allí bien su configuración física e hidro morfológica.

Hidrografía

La configuración del fondo submarino de la ensenada frente a la localidad de Cerro Azul, es tendido, por lo cual presenta rompientes de consideración, en cualquier estado de la marea. El veril de los 5 metros se aparta a una distancia de 370 metros de la orilla, como término medio acercándose sensiblemente hacia punta del Fraile; el veril

de 10 metros se aparta de la orilla a una distancia de 740 metros y llega a separarse 1300 metros en el fondo de la ensenada. Los fondos de la ensenada son de fango y arena, también hay fondos de cascajo y arena hacia el lado meridional.

Clima

El clima del distrito de Cerro Azul es por lo general cálido y saludable de tipo subtropical, semicálido y árido; la atmósfera de enero a abril se caracteriza por un amanecer cálido, en el cual los bañistas tienden a concurrir a las playas, mientras que en mayo a diciembre se caracteriza por un amanecer de nubes y nieblas, que sólo eventualmente producen una débil llovizna llamada garúa.

La temperatura del aire media mensual es como sigue: enero 21. 3° C; febrero 22° C; marzo 21. 8° C; abril 20. 3° C; mayo 18. 7° C; junio 17. 7° C; julio 16. 9° C; agosto 16. 5° C; setiembre 16. 6° C; octubre 17. 5° C; noviembre 18. 7° C; diciembre 20. 2° C.

La media mensual de la temperatura superficial del mar es como sigue: enero 16.2 C; febrero 17. 2° C; marzo 17. 7° C; abril 17. 5° C; mayo 16. 9° C; junio 16. 6° C; julio 16° C; agosto 15. 6° C; setiembre 15° C; octubre 14. 9° C; noviembre 15. 1° C; diciembre 15.6 C.

Vientos

Las velocidades y direcciones de los vientos predominantes de los datos históricos (1960-1996) para Pisco (CORPAC), en promedio, indican vientos desde el Sur con velocidades que oscilan entre 9.6 y 14.4 Km/h. (2.7 m/s a 3.9 m/s). Según normas establecidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el área de influencia de una estación Meteorológica alcanza un radio de 25 Km. desde el punto de observación, siempre que no se presenten obstáculos naturales o edificaciones mayores de 10 m de altura. En nuestro caso no se presentan obstáculos al viento proveniente del Sur y Suroeste, por lo que la información de la estación de CORPAC será tomada para el análisis.

3.1.2.3 Situación Socioeconómica de la zona de estudio

Población

La población del centro poblado urbano Cerro Azul, identificada como la población del Puerto que es la más importante del distrito, es de 4,517 personas, de una población distrital de 8,328 que representa el 54.24% del total del distrito, de ahí la importancia de este puerto y de los proyectos que se desarrollan.

TABLA III
POBLACIÓN CENSADA Y NÚMERO DE VIVIENDAS EN LA PROVINCIA DE LIMA

Provincia de Lima									
Código	Centros poblados	Región natural (según piso altitudinal)	Altitud (msnm)	Población censada			Viviendas particulares		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas
1501	Provincia de Lima			8,574,974	4,163,563	4,406,411	2,607,336	2,423,473	183,863
150504	Distrito de Cerro Azul			8,328	4,173	4,155	5,263	4,866	397
0001	Cerro Azul	Chala	17	4,517	2,213	2,304	1,635	1,543	92
0004	Las Lomas del Mar	Chala	35	56	21	35	527	461	66
0008	Puerto Gallardo	Chala	89	5	3	2	4	4	-
0009	La Jonda	Chala	50	4	3	1	91	83	8
0011	Los Lobos	Chala	25	122	60	62	642	606	36
0013	Pampa de Los Lobos	Chala	19	61	40	21	75	73	2
0014	Bellavista	Chala	51	469	230	239	239	219	20
0017	Casa Blanca	Chala	27	30	15	15	36	22	14
0018	Cerro Tinajero	Chala	40	5	3	2	3	3	-

Fuente: Censo Nacionales 2017 – Centros Poblados – Tomo IV

La población del lugar, se caracteriza por estar compuesta del 51% de mujeres y 49% de hombres. Asimismo, el 92.46% de sus viviendas están ocupadas y el 7.54% desocupadas durante la mayor parte del año, estando ocupadas en los meses de verano, lo cual plantea una serie de demandas en servicios, incluida la educación y la salud.

Pescadores artesanales

En Cerro azul la pesca artesanal es una de las principales actividades de la población. Estos están constituidos en asociaciones de pescadores, quienes realizan actividad extractiva de modalidades diversas. Pero los pescadores artesanales con flota de altura, tienen dificultad para efectuar el desembarque de sus productos por la ausencia de infraestructura portuaria como es un muelle adecuado, por lo que deben anclar en un lugar distante de la orilla y trasladar el pescado en los denominados “Zapatitos” hasta la playa con el sobre costo del producto, lo que hace menos atractivo para el comerciante quien tiene que pagar este servicio, resistiéndose por lo tanto a concurrir a Cerro Azul para la adquisición del producto. Por lo que el pescador tiene que ir hasta Pucusana en donde se encuentran los compradores.

Desarrollo urbano.

Hacia el lado Sur del muelle actual, toda la extensión de la costa esta densamente poblada, donde se destacan varios hoteles, restaurantes, casas y edificios, utilizados principalmente durante los meses de verano. Se considera que esta zona al sur del muelle actual, no es adecuada para el nuevo muelle pesquero artesanal, por razones de uso de playa por veraneantes y corredores de ola.

Comunicaciones

En Cerro Azul existe servicio telefónico y telefax conectado a la red nacional de comunicaciones, lo que permite estar en contacto con las principales ciudades del país.

3.1.3. Estudios básicos de Ingeniería Costera

Se han revisado los siguientes y tomado los datos más importantes que incidirán en las verificaciones hidráulicas del dique:

3.1.3.1 Estudio de topografía y batimetría

Según las Normas Técnicas Hidrográficas N°29, de la Marina de Guerra del Perú: “Desde el punto de vista hidrográfico, el levantamiento topográfico consiste en una serie de actividades llevadas a cabo con el propósito de describir la composición de aquellas partes de la superficie de la tierra que sobresalen del agua. Incluye el relieve de la costa y la ubicación de accidentes y características naturales o artificiales permanentes”.

Control Horizontal

Con la finalidad de referir las Cartas Batimétricas y los Estudios Oceanográficos a la Red Geodésica Nacional y al mismo sistema de coordenadas de las Cartas Nacionales, es necesario desarrollar, un Control Horizontal que permita transportar las coordenadas desde estaciones geodésicas hasta los puntos de referencia en el área del Estudio.

El procedimiento consiste en la medición de ángulos y distancias desde Estaciones Geodésicas de tercer orden o superior, componiendo poligonales, triangulaciones trilateraciones o simplemente radiaciones, o en su lugar instalando equipos DGPS tanto en la estación de referencia, como en 2 estaciones en la zona de trabajos durante un mínimo de 4 horas, dependiendo la elección de distancias en el área de trabajo, visibilidad y el orden geodésico de los puntos de partida, así como contar con un punto Geodésico.

Levantamiento Topográfico

Con el propósito de registrar los datos necesarios para ejecutar la representación gráfica de los diferentes rasgos naturales del área de playa, farallones y tablazo, así como de detalles o puntos de interés en la zona, es que se realiza un Levantamiento Topográfico, que consiste en medir en forma rápida (taquimetría) ángulos y distancias hacia los puntos de interés, para luego determinar su posición y cota correspondiente.

La cota de la estación ocupada, para efectuar estas mediciones, está referida al Nivel Medio de Bajamares de Sicígias Ordinarias (N.M.B.S.O.)

Para registrar los datos necesarios para ejecutar la representación gráfica de los diferentes rasgos naturales del área de playa y alrededores, así como de detalles o puntos de interés en la zona, se efectuó un Levantamiento Topográfico con instrumentos

electrónicos, midiéndose en forma rápida (taquimetría) ángulos y distancias hacia los puntos de interés, determinándose luego su posición y cota correspondiente.

Las cotas de los puntos medidos, están referidos al Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (N.M.B.S.O.)

Con las Estaciones de apoyo a la topografía se ha determinado la Línea de más alta Marea (LAM) (sistema WGS-84).

TABLA IV
COORDENADAS UTM DE LA ZONA DE ESTUDIO

Estación	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
Capitanía	8'559,393.395	339,274.784
PN	8'561,427.000	338,790.667
CAA	8'559,954.517	339,373.556
CAB	8'560,165.836	339,378.953
CAL	8'559,778.239	339,374.424

Fuente: Estudio de Factibilidad DPA Cerro Azul. Gore Lima 2014

TABLA V
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Estación	Coordenadas Geográficas		Elevación (N.M.B.S.O.)
	Latitud Sur	Longitud Oeste	
Capitanía	13° 01' 37".733	76° 28' 55".744	5.043
PN	13° 00' 31".462	76° 29' 11".418	23.696
CAA	13° 01' 19".491	76° 28' 52".357	3.730
CAB	13° 01' 12".615	76° 28' 52".137	3.502
CAL	13° 01' 25".228	76° 28' 52".363	4.185

Fuente: Estudio de Factibilidad DPA Cerro Azul. Gore Lima 2014

Levantamiento Batimétrico

Los trabajos anteriormente descritos están encaminados a establecer los puntos de apoyo para el Levantamiento Batimétrico, esencia de todo el Trabajo Hidrográfico.

Un Levantamiento Batimétrico tiene dos (02) componentes: La medición de las profundidades (sondajes) y el posicionamiento de estos sondajes.

a) Medición y Registro de Profundidades

Para el registro de las profundidades se emplea el ecosonda que opera basándose en el principio del eco, desde el transceptor por intermedio del transducer es emitido un pulso ultrasónico que se propaga en el agua a una velocidad aproximada a los

1500 m/seg., al llegar a fondo se refleja en él y retorna al transductor y a la unidad transeptora que mide automáticamente el tiempo entre la emisión de la señal y el eco recibido.

Al conocerse la velocidad de propagación y el tiempo de ida y vuelta del eco, se determina la distancia recorrida. De esta manera trasmite una serie continua de pulsos y registra sus retornos sobre una faja de papel que permite obtener un registro continuo de las profundidades. A este registro continuo papel se le denomina Ecograma.

b) Posicionamiento de los sondeos

Además de medir las profundidades, es necesario conocer exactamente la posición que les corresponde para así poder presentarlas en una carta.

Si bien el ecosonda nos permite registrar las profundidades, es indispensable para los fines hidrográficos determinar exactamente la posición de cada una de éstas, para lo cual existen diversos métodos, a saber:

- b.1 Posicionamiento de la embarcación mediante la intersección de dos (02) o más marcaciones verdaderas desde estaciones en tierra con coordenadas conocidas.
- b.2 Posicionamiento de la embarcación mediante la medición de dos (02) distancias desde estaciones en tierra de coordenadas conocidas, y,
- b.3 Posicionamiento de la embarcación mediante el sistema de posicionamiento Geodésico diferencial en tiempo real DGPS, el sistema comprende DOS (02) estaciones, una de las cuales, denominada Maestra es instalada en tierra en una estación de apoyo al sondeo con coordenadas conocidas, mientras que la otra es instalada en la embarcación.

El levantamiento del área de mar se efectuó por el método de intersección de ángulos horizontales, desde 3 estaciones de apoyo al sondeo de coordenadas geográficas conocidas, para el posicionamiento de la embarcación, de acuerdo a lo siguiente:

La medición de las profundidades se realizó con el Ecosonda mediante corridas aproximadamente perpendiculares a la línea de costa distanciadas entre sí cada 20 m. y líneas perpendiculares de verificación distanciadas entre sí cada 140 m. aproximadamente. Se efectuaron comparaciones del Ecosonda al inicio y al final de cada día de trabajo, para corrección por inmersión y por efecto de la marea.

Las mediciones de profundidades mediante el ecosonda multihaz fueron corregidas por el movimiento de la embarcación y variaciones de marea. Las profundidades obtenidas son reducidas al nivel de referencia N.M.B.S.O.

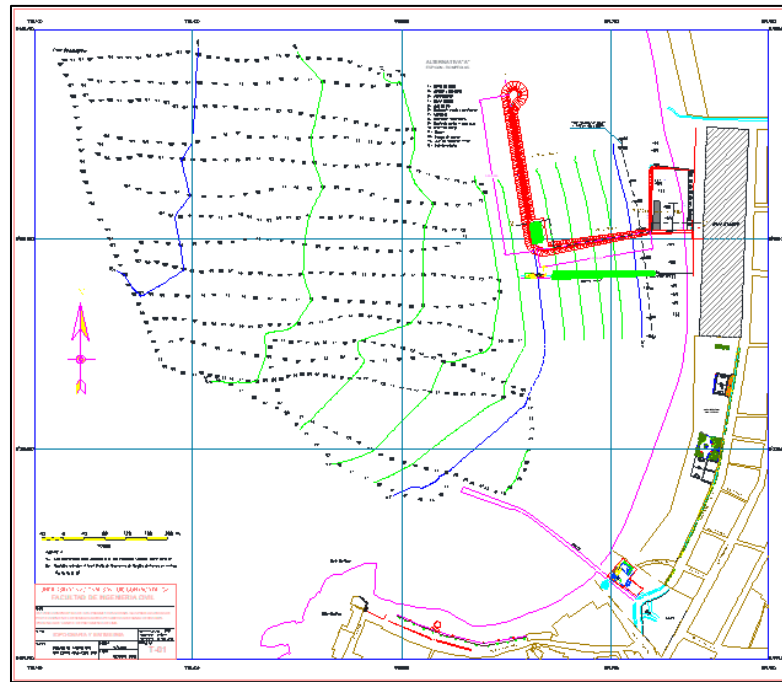


Fig. 8. Levantamiento batimétrico en la zona del muelle
Fuente; Estudio de Factibilidad DPA Cerro Azul. Gore Lima 2014

3.1.4. Estudio de canteras

Los datos que se presentan a continuación, son el resultado de la revisión al Estudio de Evaluación de Canteras para la Construcción del Rompeolas del Desembarcadero Pesquero artesanal en Cerro azul, realizado por la empresa NR Consultores SAC.

Ubicación

Se analizaron materiales provenientes de tres canteras; “Panamericana” al lado derecho a la altura del km 124 y “Las Lomas” al lado izquierdo del km 128+500 en Cerro azul y la de “Pocoto” a la altura del km 138 a la izquierda por una vía de penetración quebrada a 26.6 km en Nuevo Imperial, de la provincia de Cañete, departamento de Lima.

Marco Geológico

Los promontorios rocosos de “Las Lomas y “Pocoto”, corresponden a las estribaciones occidentales de la cordillera de la costa, constituido predominantemente por el batolito costero, perteneciente al segmento sur de Lima, que conforma cerros de variadas alturas y laderas de moderadas a fuertes pendientes.

Características de la Cantera “Panamericana”

Ocupa un terreno llano a ondulado, los tipos de roca disponible son: Monzodiorita equivalente a tonalita, el rendimiento aprovechable es 60% de potencial con un volumen de 40000m³, por extracción directa y actualmente no tiene uso alguno.

La calidad geotécnica es Roca 1A tonalita, de estructura masiva de alta resistencia con ausencia de fracturamientos, se considera un ángulo de fricción interna de 40° a 45°,

coeficiente de Poisson de 0.20 a 0.25u, módulo de deformabilidad 80,000-100,000 E(kg/cm²), cohesión 390 -450 Kpa, resistencia a la tracción de 100-150 kg/cm² y un peso específico de 2.77 gr/cm³.

TABLA VI
RESULTADO DE LOS ENSAYOS - CANTERA PANAMERICANA

N°	Ensayo	Norma	Resultado
1	Resistencia al desgaste del agregado grueso	Máquina de Los Ángeles ASTM C-131 (MTC E 207)	25.55%
2	Durabilidad con Sulfato de Magnesio	MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 140	3.14%

Fuente: Estudio de Canteras DPA Cerro Azul (NR Consultores SAC)

Características de la Cantera “Las Lomas”

Está ubicado en una ladera inferior de promontorio con afloramientos rocosos, el tipo de roca es Monzodiorita equivalente a Tonalita, el rendimiento aprovechable es del 70% de su potencial que llega a un volumen de 50,000m³, el método de explotación será por voladura adecuada con uso de explosivos para la extracción de bloques mayores a 6 u 8 Tn. Actualmente no está explotada.

La calidad geotécnica es Roca 1A tonalita, de estructura masiva de alta resistencia con ausencia de fracturamientos, se considera un ángulo de fricción interna de 41°, coeficiente de Poisson de 0.20 a 0.25u, módulo de deformabilidad 80,000-100,000 E(kg/cm²), cohesión 360 Kpa, resistencia a la tracción de 100-150 kg/cm² y un peso específico de 2.77 gr/cm³.

TABLA VII
RESULTADO DE LOS ENSAYOS - CANTERA LAS LOMAS

N°	Ensayo	Norma	Resultado
1	Resistencia al desgaste del agregado grueso	Máquina de Los Ángeles ASTM C-131, (MTC E 207)	22.49%
2	Durabilidad con Sulfato de Magnesio	MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 140	2.17%
3	Resistencia a la Compresión	ASTM C 39	2549.3 Kg/cm ²

Fuente: Estudio de Canteras DPA Cerro Azul (NR Consultores SAC)

Características de la Cantera “Pocoto”

Es una ladera inferior de promontorio con afloramientos rocosos, el tipo de roca es Monzodiorita equivalente a Tonalita, el rendimiento aprovechable es del 80% de su potencial que llega a un volumen superior a los 50,000m³, el método de explotación

es directo con grúas, tráileres y volquetes. Actualmente está en abandono con remanentes de voladuras en roca (excavaciones).

La calidad geotécnica es Roca 1A tonalita, de estructura masiva de alta resistencia con moderados fracturamientos, se considera un ángulo de fricción interna de 42°, coeficiente de Poisson de 0.20 a 0.25u, módulo de deformabilidad 80,000-100,000 E(kg/cm²), cohesión 370 Kpa, resistencia a la tracción de 100-150 kg/cm², velocidad sísmica 5,900 a 7,100 m/seg y un peso específico de 2.77 gr/cm³.

TABLA VIII

RESULTADO DE LOS ENSAYOS - CANTERA POCOTO

N°	Ensayo	Norma	Resultado
1	Resistencia al desgaste del agregado grueso	Máquina de Los Ángeles ASTM C-131 (MTC E 207)	21.05%
2	Durabilidad con Sulfato de Magnesio	MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 140	3.10%
3	Resistencia a la Compresión	ASTM C 39	2477.9 Kg/cm ²

Fuente: Estudio de Canteras DPA Cerro Azul (NR Consultores SAC)

TABLA IX

RESULTADO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE BIENIAWSKI

Cantera	RMR			SMR	Descripción	Estabilidad	Tipo de Falla
	Básico	Ajustado	Seco				
Pocoto	74	69	74	81	Muy Buena	Totalmente Estable	P

Fuente: Estudio de Canteras DPA Cerro Azul (NR Consultores SAC)

3.1.5. Estudio de Oceanografía y Corrientes

Olas

Para la ocupación de un área acuática y la construcción de obras portuarias, es importante contar con información sobre las olas del mar, en particular, es necesario conocer la naturaleza y frecuencia de ocurrencia de las olas definidas por su período, altura y dirección. Otro aspecto importante en las mediciones de olas, es el proceso que sufre el oleaje al acercarse a las playas, por efecto del fondo marino que produce la refracción y difracción en la dirección del frente de olas, modificando las características del oleaje proveniente de aguas profundas.

Como la magnitud del oleaje en el litoral, depende de la altura de las olas en aguas profundas y de la zona de rompiente, es necesario conocer las áreas de incidencia de oleajes en el ámbito del estudio y donde se ubicará el muelle y la obra protección o abrigo. Dentro de este lapso, se toma una muestra que sostenga el suficiente número de olas para que los parámetros característicos (Hs y Ts) sean estables y representativos para ese lapso.

En otras palabras, se debe calcular Hs y Ts de un grupo de olas lo suficientemente grande para que elimine las irregularidades que se presentan en un tiempo determinado. Además, se debe tomar un suficiente número de muestras del oleaje al día, para determinar la variación de los parámetros a largo plazo. En nuestro caso de los datos tomados por el ológrafo instalado en el área de Ventanilla, los cuales serán utilizados para evaluar las características de las olas en la zona de interés; así mismo, se utilizará la información estadística del Sailing Directions for South América adyacente al área de estudio.

Tipos de Olas

Frente a nuestras costas se presentan dos tipos de olas teniendo en cuenta su origen:

Mar de Leva (SEA).- Son olas originadas por vientos locales, que se caracterizan por ser olas cortas de mucha pendiente y superficie muy confusa, este tipo de olas no se han tomado en cuenta para el presente informe, debido a que en la zona de estudio este tipo de olas son de muy corto período, poca altura y escasa ocurrencia.

Mar de fondo (SWELL).- Son olas que se originan en alta mar y viajan grandes distancias, este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas cuya incidencia determina la dinámica de la costa en el área de estudio.

Dirección de olas

Específicamente en el área de estudio, de acuerdo a una estadística de dirección de olas de 6,907 observaciones, en la costa central del Perú, (información del Sailing Directions for South America) se ha determinado que el 62.9% de las olas provienen del Sur, y un 17.4 y 15.0% del Suroeste y Sureste respectivamente. Sin embargo, a medida que se acercan a costa, por efectos del fondo y/o obstáculos, como por ejemplo puntas e islas, el oleaje se reorienta o cambia de dirección, produciéndose los fenómenos de refracción y difracción respectivamente.

Distribución de alturas y dirección del oleaje

a. Olas en aguas profundas. -

La información del Sailing Directions está basada en observaciones visuales de barcos mercantes o de oportunidad.

Los datos sobre la ocurrencia de las olas en porcentajes de tiempo por direcciones son bastantes exactos, en cuanto a las alturas de las olas, son datos que tienen validez para zonas de aguas profundas y áreas muy extensas.

b. Olas en aguas poco profundas. -

Se ha efectuado mediciones para la determinación de la distribución de alturas, dirección y periodo de las olas en el área de interés y además de contarse con la estadística del Sailing Directions. Estas mediciones de alturas, dirección y períodos de olas son bastante exactas, dada la precisión con que puede registrar el ológrafo.

Sin embargo, es importante contar con información de direcciones de olas en aguas profundas, para determinar los procesos de refracción de olas al acercarse a costa. Por esta razón, son importantes los datos de dirección del oleaje del Sailing Directions, en base a los cuales se ha determinado la dirección predominante del frente de olas a la costa. En tal sentido, para el presente estudio se han utilizado las direcciones del Sur y Suroeste.

TABLA X
COEFICIENTES DE LAS OLAS SWELL

Distribución de olas SWELL (10° - 15° SUR)					
Altura (m)	O (%)	SO (%)	S (%)	SE (%)	E (%)
0.3 – 1.8	0.7	9.7	35.4	8.2	---
1.8 – 3.6	0.3	6.7	25.2	6.3	0.4
> 3.6	---	1.0	2.3	0.5	0.3
Total	1.0	17.4	62.9	15.0	0.7

Las olas que llegan a nuestras costas, son generadas en aguas profundas bajo la presión del viento. La zona donde el oleaje se genera, se sitúa más o menos entre las latitudes 35° y 40° Sur, mientras que la longitud Oeste del centro de generación varía con mayor amplitud; es en esta área donde se produce la mayor subsidencia atmosférica y consecuentemente divergencia del viento en superficie. Este tipo de oleaje (olas Swell, mar de fondo), viaja grandes distancias y son la fuente principal de magnitud del oleaje cuya incidencia determina la dinámica en las costas del Perú.

3.1.5.1. Estudio de Olas

Las olas que llegan a nuestras costas, son generadas en aguas profundas bajo la presión del viento. La zona donde el oleaje se genera, se sitúa más o menos entre las latitudes 35° y 40° Sur, mientras que la longitud Oeste del centro de generación varía con mayor amplitud; es en esta área donde se produce la mayor subsidencia atmosférica y consecuentemente divergencia del viento en superficie. Este tipo de oleaje (olas Swell, mar de fondo), viaja grandes distancias y son la fuente principal de magnitud del oleaje cuya incidencia determina la dinámica en las costas del Perú.

En vista que el cálculo de los datos de olas se efectúa mediante técnicas estadísticas, no es necesario registrar datos de olas en forma continua durante las 24 horas del día. Por lo general, se asume que las características de las olas del mar son constantes durante un número de horas.

Las mediciones del oleaje realizados por el Ministerio de Pesquería en Ventanilla por un período de un año con algunas interrupciones, es la mayor fuente de información en lo que respecta a altura y periodos de olas, para conocer el comportamiento del oleaje y determinar los coeficientes de refracción y de poca profundidad del oleaje.

Los resultados de estos registros son importantes debido a que las mediciones se realizaron en un área adyacente a la costa central del Perú, de manera que se puede caracterizar el efecto del espectro de olas incidentes en el área de interés y deducir la transformación de este espectro al llegar a la zona de estudio.

Cálculo de alturas de olas en aguas profundas

La altura de una ola en aguas poco profundas está dada por la siguiente fórmula:

$$H = Kr \cdot Ksh \cdot Kd \cdot Ho$$

- Donde: Ho = Altura de ola en Aguas Profundas
 Ksh = Coeficiente por cambio de profundidad o Shoaling
 Kd = Coeficiente de difracción
 Kr = Coeficiente de refracción” (NTH N°08)

De las mediciones efectuadas en la zona de Ventanilla (Callao), el coeficiente de refracción y los otros coeficientes a 20 metros de profundidad son:

$$Kr = 0.8940; \quad Kd = 1; \quad Ksh = 0.9806$$

Para períodos promedios máximos de $T = 14$ seg. La longitud de onda está dada por $Lo = 305.76 \cong 306m$, en aguas profundas. Reemplazando para una altura máxima observada en Ventanilla, que corresponde a un estado de braveza de mar de $H_{20}=3.41$ m y una altura significativa promedio de $H_{sig}=1.12$ metros, registrada en el trabajo de campo del año de mediciones, se obtiene:

$$Ho = 3.41 / 0.894 \times 0.9806 = 3.89 \text{ m}$$

$$Ho = 1.12 / 0.894 \times 0.9806 = 1.28 \text{ m}$$

Valores que se mantiene normalmente constantes y como referencia para la costa central del Perú.

Para Olas con dirección Suroeste:

a. A 50 m de Profundidad

$$H = (0.9759) (0.9130) (1) (3.89) = 3.47 \text{ m}$$

$$H = (0.9759) (0.9130) (1) (1.28) = 1.14 \text{ m}$$

b. A 08 m de Profundidad

$$H = (0.6299) (1.1580) (1) (3.89) = 2.84 \text{ m}$$

$$H = (0.6299) (1.1580) (1) (1.28) = 0.93 \text{ m}$$

c. A 06 m de Profundidad

$$H = (0.5293) (1.2330) (1) (3.89) = 2.54 \text{ m}$$

$$H = (0.5293) (1.2330) (1) (1.28) = 0.84 \text{ m}$$

d. A 04 m de Profundidad

$$H = (0.5006) (1.3635) (1) (3.89) = 2.66 \text{ m}$$

$$H = (0.5006) (1.3635) (1) (1.28) = 0.87 \text{ m}$$

Tipos de Rompientes

“Las olas rompientes se clasifican de acuerdo a como disipan la energía en: spilling (continua), plunging (rodante) y surging (ondulante). La clasificación cuantitativa se puede calcular por el número de Iribarren (I) el cual se define como: $I = m/(H \cdot L_0)^{1/2}$

Dónde:

m: Pendiente de la playa

L₀: Longitud de la ola en aguas profundas

H: Altura de la ola que puede ser igual a la altura de la ola en aguas profundas (H₀) o a la altura de la ola rompiente (H_b), en cuyo caso I será I₀ ó I_b”.

***USANDO H₀ EN EL CALCULO DE I**

TIPO DE ROMPIENTE	CRITERIO DE LIMITE
SURGING	Si $3.3 < I_0$
PLUNGING	Si $0.5 < I_0 < 3.3$
SPILLING	Si $I_0 < 0.5$

***USANDO H_b EN EL CALCULO DE I**

TIPO DE ROMPIENTE	CRITERIO DE LIMITE
SURGING	Si $2.0 < I_b$
PLUNGING	Si $0.4 < I_b < 2.0$
SPILLING	$I_b < 0.4$

$$I_0 = \frac{m}{L_0} \quad ; \quad I_b = \frac{m}{L_b}$$

- I₀** = Es el N° de Iribarren en aguas profundas
- I_b** = Es el N° de Iribarren en proceso de rompiente
- m** = Es la tangente del ángulo de la pendiente
- H₀** = Es la altura de la ola en aguas profundas
- H_b** = Es la altura de la ola rompiente
- L₀** = Es la longitud de la ola en aguas profundas

Activar Windows
para Configuración de PC

(Tomado de la Tesis: Defensa Ribereña y Rehabilitación de la Av Costa Verde, de Ing. Luis Portalatino UNI (1996).

Cálculo de la altura de ola en la rompiente

Cálculo de H'o:

$$\frac{H'o}{H_0} = Kr$$

Dónde:

$$H_0 = 1.28 \text{ y } 3.89 \text{ m}$$

$$Kr = 0.5006 \text{ (para la ola reducida a } 04 \text{ m)}$$

$$H'o = Kr * H_0$$

$$H'o = 0.5006 \times 1.28 = 0.64 \text{ m}$$

$$H'o = 0.5006 \times 3.89 = 1.95 \text{ m}$$

Se evaluó:

$$H'o / gT^2 = 0.64 / 1920.8 = 0.00033$$

$$H'o / gT^2 = 1.95 / 1920.8 = 0.00101$$

Utilizando el grafico del Índice de la altura rompiente, para $m=0.02$ se evalúa:

$$Hb / H'o = 2.14 \quad \Rightarrow \quad Hb = 2.14 \times 0.64 = 1.37 \text{ m}$$

$$Hb / H'o = 1.58 \quad \Rightarrow \quad Hb = 1.58 \times 1.95 = 3.08 \text{ m}$$

Cálculo de la profundidad cuando la ola rompe

$$Hb / gT^2 = 1.37 / 1920.8 = 0.00071$$

$$Hb / gT^2 = 3.08 / 1920.8 = 0.00160$$

Para $m = 0.02$

Se evaluó:

$$db / Hb = 1.08 \quad \Rightarrow \quad db = 1.37 \times 1.08 = 1.48 \text{ m}$$

$$db / Hb = 1.11 \quad \Rightarrow \quad db = 3.08 \times 1.11 = 3.42 \text{ m}$$

Distancia a la que rompe la ola de la playa

La ola rompe a: ($S=H/L \Rightarrow L= H/S$)

$$L = 1.48 / 0.02 = 74 \text{ m}$$

$$L = 3.42 / 0.02 = 171 \text{ m}$$

3.1.5.2. Estudio de Corrientes

El Sistema de corrientes frente a las costas del Perú, tiene dirección Norte y difiere del sistema de orilla, donde se presenta una variabilidad debida principalmente al perfil de los accidentes costeros, especialmente dentro de una bahía, el sistema de corrientes responde también a otros factores como las mareas, la batimetría, los vientos locales, las olas, etc. Esto hace que las corrientes cercanas a la costa sean muy variables y difíciles de describir. Para poder analizar correctamente las corrientes en un área de interés, es necesario identificar los tipos de corrientes y las causas de generación de cada una de ellas. En general, se puede definir a las corrientes como el desplazamiento de una masa de agua por dos características: dirección y velocidad.

Para corregir los sondajes y mediciones de corrientes, se requiere información de mareas de la Tabla de Mareas para el año 2002 al 2005, editadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación. Para determinar el nivel de referencia (Nivel Medio de Bajamares de Siciías Ordinarias) se toman datos existentes del Puerto de Callao y de Pisco. Factores comunes que influyen en la dirección y velocidad de las corrientes locales son los vientos, las mareas y la configuración del fondo marino.

Con la finalidad de analizar las características de las corrientes marinas, que sirva para los futuros procesos constructivos, de diseño y monitoreos oceanográficos durante la

etapa de operación de las obras portuarias cercanas a la zona de investigación, se deben programar una serie de mediciones tanto de olas, como del nivel del mar y de las corrientes marinas en toda la columna de agua. En las mediciones de corrientes, también de acuerdo al método Euleriano, complementariamente se utiliza un correntómetro Valeport modelo 105, para medir los valores de dirección y velocidad en la capa superficial, intermedia y de fondo. La información obtenida corresponde a dos estados de marea, ascendente, pleamar, descendente y bajamar, de acuerdo a la Tabla de Mareas que editó la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.

TABLA XI

MEDICIONES DE CORRIENTES ASCENDENTE: MÉTODO LANGRAGIANO

Corrida	Marea	Hora de medición		Velocidad (m/seg)	Dirección (*)
		Inicio	Final		
A	Ascendente	16h 29'00"	16h 59'00"	0.060	071 8, 286 5
B		16h 30'00"	17h 00'00"	0.049	203.0, 153.8
C		17h 36'00"	17h 36'00"	0.078	129.4
D		17h 35'00"	17h 35'00"	0.082	151.5, 136.0, 150.3

Fuente: Estudio de Factibilidad DPA Cerro Azul – Gore Lima

TABLA XII

MEDICIONES DE CORRIENTES DESCENDENTE: MÉTODO LAGRANGIANO

Corrida	Marea	Hora de medición		Velocidad (m/seg)	Dirección (*)
		Inicio	Final		
E	Ascendente	08h 02'00"	08h 30'00"	0.047	127.9
F		08h 03'00"	08h 31'00"	0.051	078.7, 100 2
G		08h 04'00"	08h 24'00"	0.025	210.2, 087 7
H		08h 05'00"	08h 29'00"	0.020	040.6, 087 7
I	Descendente	11h 47'00"	12h 25'00"	0.039	298 2, 273.6, 228.9
J		11h 48'00"	12h 26'00"	0.022	321.7, 168.1
K		11h 49'00"	12h 27'00"	0.037	311,7, 324,0, 274,6
L		11h 50'00"	12h 28'00"	0.024	349,3, 225.6
M		12h 32'00"	12h 52'00"	0.081	167,6, 144,9
N		12h 33'00"	12h 53'00"	0.078	118 6, 094.4
O		12h 34'00"	12h 54'00"	0.038	116.5, 053 4, 014 5
P		12h 35'00"	12h 55'00"	0.047	115,2, 030.8
Q		12h 58'00"	13h 26'00"	0.015	292.7, 288 7
R		12h 59'00"	13h 27'00"	0.062	305.5, 316.4
S		13h 00'00"	13h 28'00"	0.068	325.1
T		13h 01'00"	13h 29'00"	0.079	318,3, 305.8
U		13h 32'00"	13h 58'00"	0.177	342,2, 008.0
V		13h 33'00"	14h 01'00"	0.105	335.5, 007 3
W		13h 34'00"	14h 02'00"	0.102	323 8, 334,3, 344.9
X		13h 35'00"	14h 03'00"	0.069	342.8, 008 5

Fuente: Estudio de Factibilidad DPA Cerro Azul – Gore Lima

3.1.6. Estudio de Impacto Ambiental Aplicado

El objetivo principal fue la “Prevención, identificación, valoración y corrección de las consecuencias o efectos ambientales generados por la construcción de un desembarcadero pesquero artesanal. Así como, la implementación de un Plan de Manejo Ambiental.

METODOLOGÍA

La metodología desarrollada cumplió con las siguientes etapas:

- 1) **Línea Base Ambiental:** Prospección de campo en el área del emplazamiento para efectuar las siguientes tareas:
 - a) Caracterización de la calidad del agua, toma de muestra de agua superficial y de fondo en las que se evaluó los siguientes parámetros: temperatura, pH, Oxígeno disuelto; Nitrógeno en las formas de Nitritos y Nitratos; Fosfatos, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos suspendidos totales y Aceites y grasas.
 - b) Caracterización del sedimento de fondo, toma de muestra de sedimento en la que se evaluó: Composición granulométrica, % de materia orgánica.
 - c) Caracterización de flora y fauna acuática, toma de muestras de fitoplancton y zooplancton para la cualificación y cuantificación de los diferentes componentes, toma de muestra de sedimento de fondo para la identificación de flora y fauna bentónica.
 - d) Evaluación hidrográfica: estudio de corrientes, batimetría, observación de olas.
 - e) Evaluaciones Socio Económicas.
- 2) **Caracterización Ambiental:** Evaluación en gabinete de Meteorología e Hidrografía con datos históricos de climatología e hidrografía, usos actuales y futuros del mar y de las playas, complementación de aspectos socio económico.
- 3) **Identificación de Impactos Ambientales:**
 - Listas de control descriptivas, estas presentan además del rol de parámetros ambientales, alguna forma de orientación para el análisis de los impactos ambientales.
 - Predicción y evaluación de los impactos ambientales:
 - a) Identificando los contaminantes a ser emitidos por el proyecto.
 - b) Descripción de los niveles de calidad existente
 - c) Determinación del potencial de dispersión de los contaminantes en el área
 - d) Datos hidrográficos básicos
 - e) Obtención de estándares de calidad de agua de mar y estándares de emisión pertinentes.
 - f) Calcular emisiones contaminantes previas en la región a ser modificado

- g) Identificación de la concentración de contaminantes en el agua a nivel superficial y de fondo.
- h) Consideración de las medidas de mitigación de la contaminación del agua si los estándares de calidad ambiental de la región son excedidos.

3.1.6.1 Caracterización Ambiental

Se identificaron los siguientes factores:

Climatológicos

El clima de la zona de Cerro Azul es de tipo subtropical, semi - cálido y árido.

Meteorológicos

La temperatura del aire media mensual varía desde 21. 3° C en enero hasta 16. 5° C en agosto. Y la temperatura superficial de la mar media mensual varía desde 17. 7° C en marzo hasta 14. 9° C en octubre.

Vientos

Las velocidades y direcciones de los vientos predominantes para la Isla la Vieja, en promedio, indican vientos desde el Sur con velocidades históricas (ver anexo) que oscilan entre 13.0 y 17.8 Km/h. (4.94 m/s). para nuestros cálculos asumiremos 2.5 como factor de seguridad.

Mareas

Las mareas que caracterizan al puerto de Pisco son predominantemente del tipo semidiurno (dos Pleamares y dos bajamares en 24 horas).

La información de marea que se utilizó en este estudio fue obtenida de la Tabla de Mareas edición 2009 para el puerto de Pisco, elaborada por la Dirección de Hidrografía y Navegación.

En el mes de abril, se determinó la línea de más alta marea (L.A.M.) en una extensión de aprox. 200 m. en la playa Cerro Azul, que es de arena con un ancho aproximado entre 120 a 1800 m, de pendiente suave.

Bravezas

Durante el estado de marea en Pleamar se incrementa la intensidad del oleaje irregular en áreas más próximas a la playa. Como resultado de la observación de la ocurrencia de oleaje irregular se ha determinado que el 89 % del tiempo el puerto se caracteriza por condiciones normales.

Calidad del Agua

Se tomaron los siguientes parámetros:

Oxígeno Disuelto

La zona presenta muy buena oxigenación a nivel superficial, decayendo rápidamente hacia el fondo por debajo de los 5 m, presumiblemente por las aguas

frías de afloramiento que van emergiendo lentamente y desplazando las aguas cálidas superficiales.

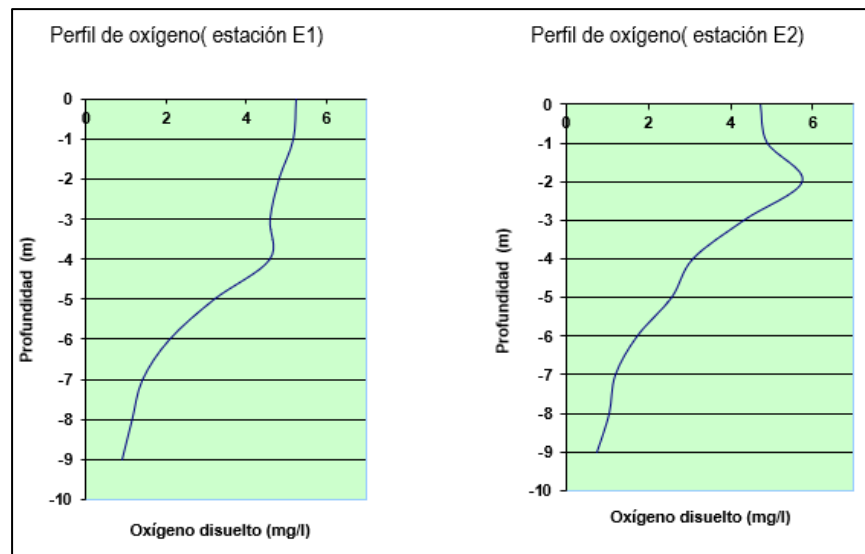


Fig. 9. Oxígeno disuelto en el mar

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental DPA Cerro Azul – Gore Lima

Temperatura

Las temperaturas registradas en el muestreo, muestran temperaturas cálidas bien superficiales, muy propias de la estación de verano y aguas frías debajo de los 5 m de profundidad.

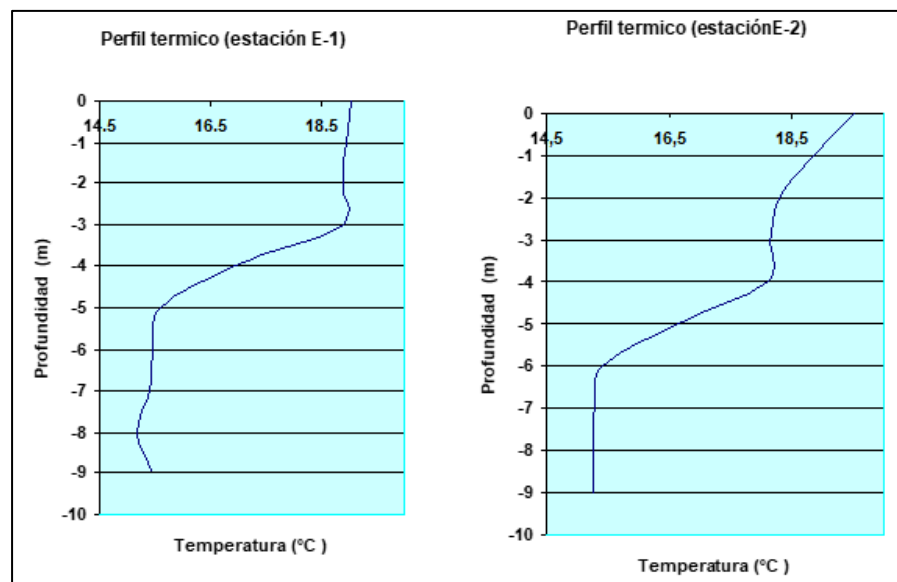


Fig. 10. Temperatura en el mar

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental DPA Cerro Azul – Gore Lima

3.1.6.2 Identificación de Impactos Ambientales

En este punto, solamente señalaremos los impactos a la estructura de protección analizada, en la fase de construcción y de funcionamiento.

A) Fase de Construcción

Acciones Impactantes:

La ampliación superficial ganada al mar: Esta acción tiene un efecto menor debido a la pequeña área que se gana al mar (espigón de acceso y el rompeolas).

Producción de ruido: Durante la preparación de terreno para construcción de rompeolas (enrocado) se generará ruido con máximos de 90 db. en el área de trabajo.

Uso de maquinaria: Desde la etapa de preparación del terreno hasta la entrega final de la obra se usarán diversos tipos de maquinarias semipesados.

Fomento del empleo: En las etapas de diseño, construcción y puesta en operación del terminal, se debe contar con mano de obra (directa e indirecta), generando una afluencia de personal hacia la zona.

Factores Impactados:

Atmósfera: Contaminación por ruido, esta se producirá en la construcción del rompeolas y construcciones en tierra.

Suelo: Se prevé procesos de sedimentación en el entorno del espigón de acceso.

Medio marino: La presencia de enrocado en el fondo marino permitirá la formación de fouling que atraerá a peces, moluscos y crustáceos entre otros.

Medio perceptual: El diseño del desembarcadero pesquero artesanal armoniza con el paisaje de la zona.

Medio Socio-Económico: La afluencia de personal (ingenieros, obreros, proveedores y otros) generará mayor movimiento económico, utilización de mano de obra local, servicios, etc.

B) Fase de Funcionamiento

Acciones Impactantes:

Navegación: La instalación del desembarcadero pesquero artesanal permitirá el mejoramiento de las señalizaciones náuticas.

Servicios de reparaciones para embarcaciones artesanales: Al producirse algún imprevisto y forzarse un trabajo de mantenimiento.

Generación de residuos: Los residuos generados en la fase de operación será de naturaleza líquida y sólida provenientes de las acciones de limpieza del pescado y limpieza del terminal.

Vertidos al mar: Se generarán residuos líquidos pre tratados que se viertan al mar.

Residuos de hidrocarburos: producto del funcionamiento de las maquinarias y embarcaciones.

Fomento del comercio: La operación permitirá mayor afluencia de usuarios y de tránsito. Asimismo, se creará puestos de trabajo permanente y eventuales.

Factores Impactados

Usos del territorio: Actividades comerciales y servicios varios.

Culturales: entrenamiento en tecnología pesquera

Infraestructura: redes de abastecimiento y saneamiento

Humanos: Mejoramiento de la calidad de vida

Economía y población: generación de empleo estacional y fijo, bienestar, relaciones sociales, valor del suelo, mejoramiento de la economía local.

Por otro lado, el contar con un DPA en Cerro Azul permite a los beneficiarios directos, conseguir mejores precios para sus productos y condiciones adecuadas para el manejo del recurso (saneamiento y cadena de frío). También incorporar nuevas posibilidades de uso de las embarcaciones para paseos, pesca deportiva, etc.

Plan de Monitoreo del cuerpo marino receptor

Para tener el control que las operaciones del DPA no estén contaminando las aguas del medio se establecerá un programa de muestreo periódico:

- a) Puntos de muestreo: Los puntos de muestreo serán los mismos puntos tomados para el establecimiento de la línea de base.

TABLA XIII
PUNTOS DE MUESTREO

Código	Latitud Sur	Longitud Oeste
E-1	13°01'16".980	76°29'26".267
E-2	13°01'10".791	76°29'23".806
E-3	13°01'23".234	76°29'28".194

- b) Parámetros de Control: Se tomarán muestras de aguas superficiales y a 5 m de profundidad donde se controlarán los siguientes parámetros: Temperatura, Oxígeno disuelto, PH, SST, DBO₅, Aceites y grasas. Así mismo se tomarán una muestra de plancton y muestras de bentos en los mismos puntos anteriores.
- c) Frecuencia de muestreo: Semestrales para los parámetros físicos y químicos y anuales para los biológicos.

Plan de Abandono

Al final de todas las actividades desarrolladas durante la vida útil del DPA, se ejecutará el plan de retiro o abandono, que consiste en retirar todas las estructuras del muelle embarcadero, dejar ambientalmente saneados todos los espacios que se van a abandonar mediante maquinarias de equipo pesado y camiones o volquetes para el transporte del material respectivo hacia afuera de la ciudad, luego se acondicionará el terreno, para dejar un ambiente lo más sano posible y el espacio tenga un uso futuro.

3.1.7. Estudio comparativo de los parámetros hidráulicos de la obra de protección

Clasificación de las Estructuras Costeras.

Las estructuras costeras pueden ser clasificadas mediante el uso del parámetro $H/\Delta D$, donde: H = altura de ola, Δ = peso específico relativo y D = diámetro característico de la estructura, elemento de coraza (roca u hormigón), grava o arena. Valores pequeños de $H/\Delta D$ dan estructuras como los cajones de gravedad (caissons) o estructuras con elementos de coraza de gran tamaño. Los valores grandes implican playas de grava o arena. De acuerdo con la respuesta de la estructura, solamente se destacan dos tipos fundamentales: estructuras estáticamente estables y estructuras dinámicamente estables.

Las estructuras estáticamente estables son aquellas en las cuales se permite poco o ningún daño bajo las condiciones de diseño definiéndose el daño como el desplazamiento de los elementos de coraza. El peso de los elementos individuales tiene que ser lo suficientemente grande como para resistir las fuerzas del oleaje durante las condiciones de diseño.

Los cajones de gravedad y los rompeolas diseñados tradicionalmente pertenecen al grupo de las estructuras estáticamente estables. El diseño se basa en una solución óptima entre las condiciones de diseño, el daño permisible y las condiciones de construcción y mantenimiento. La estabilidad estática se caracteriza por el parámetro de diseño "daño" y puede ser someramente clasificada por $H/\Delta D = 1-4$. Las estructuras dinámicamente estables son aquellas donde lo que interesa es el desarrollo del perfil. Los elementos (piedras, grava o arena) son desplazados mediante la acción de las olas hasta un perfil en el que la capacidad de transporte a lo largo del mismo se reduce a un nivel muy bajo. El material a lo largo del nivel de aguas tranquilas se mueve continuamente durante cada run-up o run-down de las olas, pero cuando la capacidad neta de transporte se convierte en cero el perfil ha alcanzado un equilibrio. La estabilidad dinámica se caracteriza por el parámetro de diseño "perfil" , y puede ser someramente clasificada por $H/\Delta D > 6$.

Diseño de la Protección con Rompeolas Aislado, por el Método de Hudson

La fórmula de Hudson surgió como un intento de la Marina de Guerra de los Estados Unidos para hallar experimentalmente los coeficientes de proporcionalidad y fricción de Iribarren (N y f , respectivamente) y ajustar sus fórmulas a un cálculo más realista y efectivo. No obstante, Hudson no encontró una forma convincente de evaluar ambos parámetros por separado y reformuló la expresión de Iribarren englobando ambos coeficientes en uno solo (Copeiro y García 2011).

Por otro lado, también fue consciente de que la sollicitación producida por el oleaje era más variable de lo que se había considerado anteriormente. Aquella inestabilidad propia de las olas viene dada por sus parámetros de longitud, altura y pendiente y no había sido anteriormente tratada.

“La estabilidad hidráulica de un manto principal (caracterizado por un número de capas y tipo de pieza dado) puede referirse a un coeficiente de estabilidad (KD) utilizado en la ecuación de Hudson (1959), basada en la de Iribarren (1938) y popularizada internacionalmente por el SPM (1975).

$$W = \left(\frac{1}{K_D} \right) \left[\frac{H^3}{\left(\frac{\gamma_r}{\gamma_w} - 1 \right)^3} \right] \left(\frac{\gamma_r}{\text{Cot} \alpha} \right) = \frac{\rho * g * H^3}{K_D * \Delta^3 * \text{Cot} \alpha}$$

Donde:

W - es el peso de las piezas del manto.

γ_r - peso específico del hormigón

γ_w - peso específico del agua,

g – aceleración de la gravedad, 9.8 m/seg²

Δ - relación de pesos específicos = $(\gamma_r / \gamma_w) - 1$

H - altura de ola de cálculo, en metros

α - ángulo que forma el talud del manto con la horizontal.

K_D – Coeficiente de daños, 10% a 15% de daños

Considerando el peso específico relativo sumergido y el lado del cubo equivalente de la pieza, $\Delta = [(\gamma_r / \gamma_w) - 1]$ y $D_n = (W / \gamma_r)^{1/3}$, la Ecuación anterior puede escribirse en forma de número de estabilidad, tomando la equivalencia $H = H_s$ (1975).

Reordenado los términos de la Ecuación (1) se puede definir la ecuación conocida como fórmula de Hudson generalizada.

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_n} \text{ y } N_{sd} = \frac{H_{sd}}{\Delta D_n} = (K_D * \text{Cot} \alpha)^{1/3}$$

Siendo:

N_s - número de estabilidad, Donde:

H_s - altura de la significante,

N_{sd} - número de estabilidad de diseño y

H_{sd} - altura de ola significativa correspondiente a un determinado nivel de averías.

Diseño de la Protección con Dique Enrocado, por el Método de Labzovsky

“Como protección se entiende al conjunto compuesto por el revestimiento, los filtros, cimienta y el apoyo. Las Presas (Diques) de materiales locales necesitan de protección en los taludes contra la acción erosiva del agua y el viento.

En particular el talud aguas arriba se verá sometido a la acción de las olas del embalse (o zona costera). La experiencia ha demostrado que una protección de roca a volteo sobre una o más capas de filtro es capaz de resistir con alta eficiencia el embate de las olas” (Armas y Horta, 1987).

Según el Método de LABZOVSKIY, h y λ se calculan por las expresiones:

$$h = 0.081 * K * W * \sqrt{D * E}$$

$$\lambda = 10 * h$$

Donde:

h : Altura de la ola en aguas profundas, en metros

λ : Longitud de la ola en aguas profundas, en metros

W : Velocidad del Viento, en m/seg.

D : Longitud del FETCH, en Kms.

E : Pendiente de la ola, se calcula por $1/E = 9 + 19 * e^{-14/W}$

K : Coeficiente de intensidad, se calcula por $K = 1 + e^{-0.4D/W}$

Fetch

Es la distancia que puede recorrer el aire sobre el embalse. En forma efectiva su trayectoria es curva, pero para efectos de cálculo se puede utilizar un procedimiento.

Para el procedimiento simplificado se logra calcular el valor con:

$$D = \frac{\sum X * \cos a}{\sum \cos a}$$

Dónde:

$X * \cos a$: Longitud proyectada sobre el eje central.

X : Longitud real del segmento considerado.

a : Angulo formado entre el eje central y el segmento.

Aguas poco profundas

Cuando las olas se producen en aguas poco profundas, se deben considerar unos parámetros de disminución de energía que afectan los resultados de h y λ , como son:

$$h_m = h * \beta$$

$$\lambda_m = \lambda * \alpha$$

Para el cálculo de los valores de h_m y λ_m , se presenta el siguiente grafico que depende de la relación H/λ ”

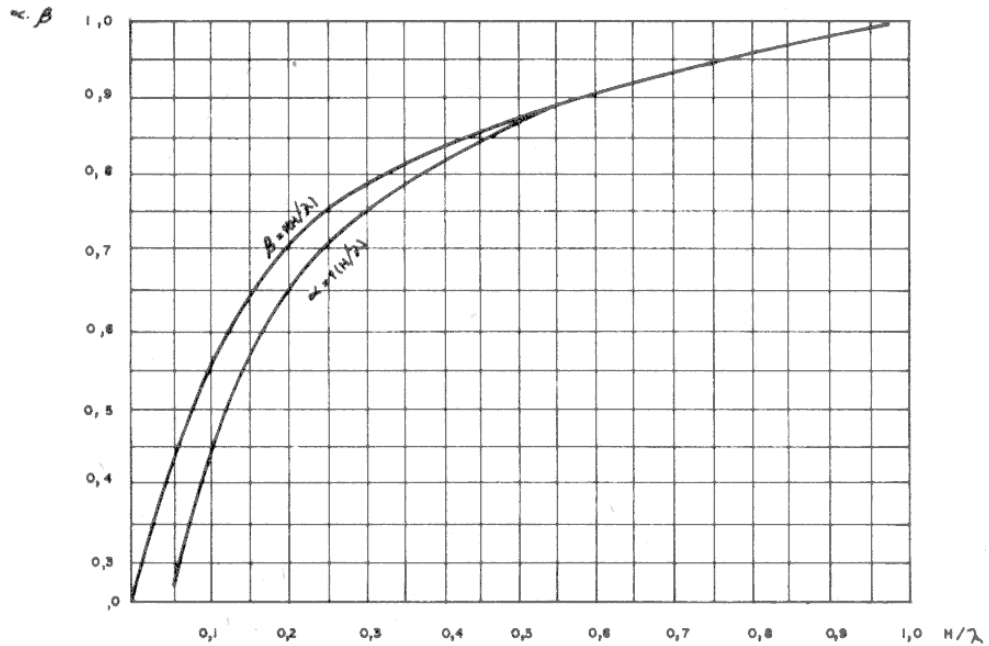


Fig. 11. *Coeficientes para aguas poco profundas*
 Fuente: Diseño de Obras Hidráulicas (Franco, 2002)

A continuación, presentaremos los cálculos de verificación del diseño del enrocado para la obra de protección del desembarcadero, por dos métodos como son el de Hudson y el de Labzovsky.

3.1.7.1 Estudio del diseño de la protección con rompeolas aislado, por el método de Hudson

El objetivo es propiciar un grado de tranquilidad de las olas en la zona del desembarque o cabezo del puente, que se logrará por el diseño adecuado del rompeolas de protección al ingreso de las olas por el norte y sur de la misma.

A) Análisis del Oleaje

Otro de los objetivos de las verificaciones, es demostrar la consistencia del análisis de oleaje efectuado, para determinar la altura de la ola de diseño del rompeolas, en base al cual se definirán las características de la sección típica del rompeolas de protección.

El rompeolas es de tipo “escollera” conformado por rocas provenientes de canteras cercanas a la zona del estudio, los cuales tendrán el peso requerido para ser utilizado en la coraza o enrocado, estimado en función de la ola de diseño analizado.

Para el análisis hemos verificado los parámetros iniciales y preliminares utilizados, quedando como sigue:

1. Niveles de referencia

En la Playa de Cerro azul, valores promedio para marea baja y alta con desfases menores después del Callao.

Pleamar máxima NMBSA + 110 cm

Pleamar media NMBSO + 73 cm

Pleamar mínima NMBSO – 18 cm

2. Tipo de Rompiente

Según Iribarren:

$$I_0 = \frac{m}{\left(\frac{H_0}{L_0}\right)^{0.5}}$$

Reemplazando datos, tenemos:

$$I_0 = \frac{0.02}{\left(\frac{3.89}{3.06}\right)^{0.5}} = 0.1774 \leq 0.5$$

⇒ Rompiente tipo Spilling

3. Altura de Ola de diseño

Sera $H_D = 3.24\text{m}$, con 10% de daños.

4. Talud de la Coraza

El talud que da al mar será de 1: 1.2 (vertical: horizontal)

El talud del lado interior que da hacia la costa será de 1: 1.5 (V:H)

5. Tipo de Roca

Las rocas serán las provenientes de las canteras identificadas, donde se verificaron formaciones rocosas apropiadas para explotar con peso específico de 2.7 ton/m³.

B) Análisis de la ola de diseño para rompeolas

Teóricamente la altura de la ola de diseño (H_D) será aquella ola de máxima altura que impacta sobre el talud del enrocado de manera constante y no debe causar deterioro o daños a las unidades conformantes del rompeolas. La altura de ola significativa (H_s) es el parámetro que se tomara para determinar la ola de diseño, la que fue reducida a la profundidad de NMBSO -4m promedio a la que se encuentra el rompeolas sur. Asumiendo la ocurrencia de una braveza cada 10 años y aceptando 10% de daños, se tiene el pico de olas más grande en 12 horas, la probabilidad de ocurrencia está dada por:

$$P = \frac{12 \text{ horas} * 100\%}{10 \text{ años} * 365 \text{ dias} * 24 \text{ horas}} = 0.0137\%$$

Con este dato y utilizando los valores deducidos en laboratorio por el Departamento de Defensa de US Army, la altura correspondiente es:

$$H_s = 3.5\text{m}$$

Luego, para la profundidad del NMBSO -4m y aceptando 10% de daños, tenemos:

$$H_D / H_s = 1.08$$

Por lo tanto: $H_D = H_s * 1.08 = 3.24\text{m}$

Valor que se tomara en cuenta para el diseño del rompeolas.

$$\mathbf{H_D = 3.24m}$$

C) Análisis del nivel de coronación del rompeolas

La coronación o cresta es la parte superior del rompeolas para determinar el nivel de coronación se define en dos condiciones:

- a) Un primer criterio, es admitir un porcentaje de sobre paso de olas por la coronación.
- b) Segundo criterio, es de no sobre paso de olas con un porcentaje mínimo de daños en su estructura (K_D)

Cálculo del Run Up o subida de olas por el talud

El Run Up (Ru) es la máxima elevación vertical medida con respecto al nivel de aguas tranquilas que se alza sobre el talud del rompeolas. La determinación del Run Up es necesaria para calcular una adecuada elevación de la cresta de coronación, si se quiere prevenir el sobrepaso del agua.

El criterio para olas rompientes es:

$$H_s / H_o = 3.5 / 3.89 = 0.899 \text{ m} < 3 \quad (\text{ok})$$

Por lo tanto, para determinar el Run Up, calculamos:

$$\frac{H_o}{g \cdot t^2} = \frac{3.89}{9.81 \times 14^2} = 0.0020$$

En el gráfico de comparación entre Run Up y las pendientes de escolleras, para un talud 1:2

$$Ru / H_o = 1.15$$

$$Ru = 1.15 * (3.89) = 4.4735\text{m} \cong 4.50\text{m}$$

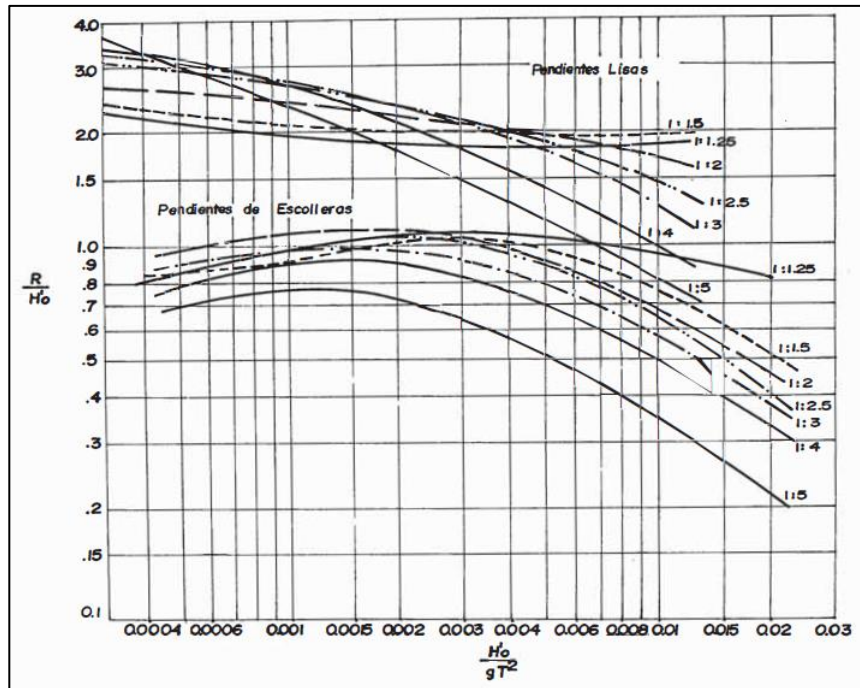


Fig.12. Gráfico de Run Up con pendiente lisas y escolleras
 Fuente: Estudio de Impacto Ambiental DPA Cerro Azul – Gore Lima

Cálculo de la cota superior de la escollera

Para el cálculo de la cota de coronación, aplicamos la siguiente relación:

$$N = MHW + Ru + S$$

Donde:

N = Nivel de coronación de la escollera.

MHW = Nivel de marea o pleamar media (0.73 m)

Ru = Run Up

S = borde libre de seguridad (0.30 a 0.50 m)

Reemplazando los valores en la expresión anterior, tenemos:

$$N = 0.73 + 4.50 + 0.30 = 5.43m$$

Por tanto, la cota superior de la escollera N = 5.43m sobre el nivel de referencia MLWS (Mean Low Water Spring).

D) Análisis del diseño de la sección típica del rompeolas

Peso de la unidad de protección

Para efectos del dimensionamiento del ancho de coronación y espesor de la capa de la coraza e intermedia del enrocado, se requiere el peso y dimensiones de la unidad de coraza, la cual se calculará en función principalmente de la altura de la ola de diseño (Hd), el ángulo del talud del rompeolas previsto (1:2), el coeficiente de daños y el peso específico de la unidad de coraza; para lo cual se utilizará la fórmula de Hudson.

La ecuación de Hudson es:

$$W = \left(\frac{1}{K_D} \right) \left[\frac{H^3}{\left(\frac{\gamma_r}{\gamma_w} - 1 \right)^3} \right] \left(\frac{\gamma_r}{\text{Cot}\alpha} \right) = \frac{\rho * g * H^3}{K_D * \Delta^3 * \text{Cot}g\alpha}$$

Dónde:

W - es el peso de las piezas del manto.

γ_r - peso específico de la unidad protectora (2.7 T/m³)

γ_w - peso específico del agua (1.025 T/m³)

g – aceleración de la gravedad, 9.8 m/seg²

Δ - relación de pesos específicos = $(\gamma_r / \gamma_w) - 1 = (2.7 / 1.025) - 1 = 1.63$

Hd - altura de ola de cálculo, en metros

α - ángulo que forma el talud del manto con la horizontal. (ctg $\alpha=2$)

KD – Coeficiente de estabilidad o daños = 3.5 (tabla anexa)

Aplicando la fórmula de Hudson, obtenemos lo siguiente:

$$W = \frac{\rho * g * Hd^3}{K_D * \Delta^3 * \text{Cot}g\alpha} = \frac{2700 * 9.8 * (3.24)^3}{3.5 * (1.63)^3 * 2} = 33064 \text{ Newton}$$

$$W \cong 3500 \text{ Kg-f}$$

Ancho de la corona del rompeolas

El ancho de la cresta de un rompeolas de escolleras está íntimamente ligado al grado de sobrepeso de olas y a los requisitos de construcción. Si no se considera el sobrepeso en el diseño el daño en la cresta no será crítico. Si se considera el sobrepeso, entonces el ancho mínimo de la cresta deberá ser igual a tres unidades de armadura (m=3).

Por razones constructivas, se requiere un ancho mayor, para el paso de un volquete y el giro de una grúa móvil s/llantas de 25 a 30 Tn, se requiere un mínimo de 5.0m.

Espesor de la coraza

El espesor de la coraza y de las sub capas, así como del mínimo de unidades en la coraza requerida, puede determinarse por la siguiente forma:

$$t_1 = m' * K_{\Delta} * \left(\frac{W}{\rho g} \right)^{1/3}$$

Dónde:

m' = es el número de capas en unidades (según tabla Fuentes Ortiz, 2)

K_{Δ} = coeficiente de capa para cada tipo de unidad (tabla ver anexo)

t_1 = espesor de la coraza, en metros

W = Peso de la coraza, en newton

Reemplazando datos:

$$t_1 = 2 * 1.15 * \left(\frac{33064}{2700 * 9.8}\right)^{1/3}$$

$$t_1 = 2.477 \cong 2.50\text{m}$$

Espesor de la sub capa

La primera sub capa, debe tener como mínimo un espesor de dos rocas (m=2) y deberá pesar una décima parte del peso de la roca coraza.

$$t_2 = m * K_{\Delta} * \left(\frac{W/10}{\rho g}\right)^{1/3}$$

$$t_2 = 2 * 1.15 * \left(\frac{33064/10}{2700 * 9.8}\right)^{1/3}$$

$$t_2 = 1.149 \cong 1.15\text{m}$$

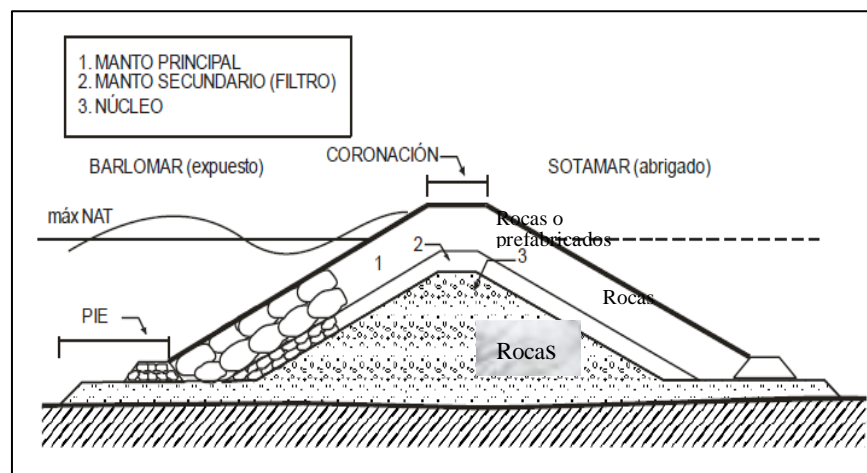


Fig. 13. Disposición de la corona y capas de la coraza
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental DPA Cerro Azul – Gore Lima

3.1.7.2.1 Estudio del diseño de la protección con dique enrocado por el método de Labzovsky

Como protección se entiende el conjunto compuesto por el revestimiento, los filtros y asientos. Los diques de materiales locales necesitan de protección en los taludes contra la erosión del agua y el viento. En particular el talud aguas arriba se verá sometido a la acción de las olas.

Análisis de los parámetros hidrodinámicos de la ola

Para plantear las relaciones que permiten calcular los componentes de la ola, debemos conocer:

CONCEPTOS INICIALES

Presión Hidrodinámica

Es la presión que depende de la velocidad del movimiento del agua. Los efectos dinámicos en la cresta originan la presión hidrostática media.

Presión de Oleaje

Es la presión que se encarga del estudio de las olas debido a la acción del viento. Su cálculo está en función del peso específico del agua, la viscosidad dinámica, la tensión superficial y el módulo de elasticidad.

CLASIFICACIÓN

Podemos distinguir las siguientes:

a) Ondas Capilares

Cuando requieren de una superficie de contacto.

b) Ondas Elásticas

Participa en el fenómeno conocido como el golpe de ariete.

c) Ondas Gravitacionales

Requieren de una superficie libre, se pueden subdividir en:

- *Ondas Oscilatorias*, para ondulaciones de la superficie del agua con intervalos periódicos.
- *Ondas de Traslación*, para desplazamiento neto del agua en dirección de la trayectoria de la ola.

Olas de Viento

Son ondas que se producen en la superficie del agua por acción del viento. Uno de los componentes más importantes es la profundidad del agua (H), ya que influye en el tipo de ola y en la longitud (λ) de la misma.

De acuerdo a las siguientes relaciones tenemos:

- a) Se consideran Olas profundas cuando $H > \lambda/2$
- b) Se consideran Olas poco profundas cuando $H < \lambda/2$
- c) La Ola se rompe cuando $V_{\text{propag. cresta}} > V_{\text{propag. Ola}}$

Longitud y Altura de la Ola

Estos parámetros son función de un conjunto de factores en el embalse, como son: la velocidad del viento, el fetch, la duración del viento y la profundidad del agua.

Se pueden identificar de acuerdo a la zona donde se producen:

- a) Zona de gran profundidad, cuando $H > \lambda/2$, el fondo no influye.
- b) Zona de poca profundidad, cuando $H < \lambda/2$, el fondo sí influye.
- c) Zona de resaca, cuando $H < H_{\text{crit}}$ se produce la destrucción de la ola, aparecen espumas y se observa un movimiento regresivo.
- d) Zona marginal, se produce contacto de agua con la margen, destrucción de la ola y trepado de la misma del talud.

Para el caso anterior, se define como H_{crit} como la profundidad en la cual ocurre la destrucción definitiva de la ola". (Franco, 2019)

Determinación de la longitud de la ola por Labzovsky

Cálculos de la Longitud (λ) y altura de la ola (h)

De acuerdo a las relaciones presentadas por Armas y Horta en su publicación Presas de Tierra, “h” y “ λ ” son la altura y longitud de la ola respectivamente, y se calculan en función de un porcentaje de probabilidad, que viene de los datos del viento. Estos parámetros, además son funciones de un conjunto de factores de la zona, tales como: la velocidad del viento, el fetch, la duración del viento y la profundidad del agua.

Sus relaciones para aguas profundas son:

$$h_{1\%} = 0.081K \cdot V_v \cdot \sqrt{F \cdot E}$$

$$\lambda_{1\%} = 10 \cdot h_{1\%}$$

Donde:

h y λ = Altura y longitud de la ola, en metros

V_v = Velocidad del Viento a 10m de altura = 12.35 m/seg

F = Longitud efectiva del FETCH = 2.5 Kms

E = Pendiente de la ola, = $E = 1 / (9 + 19 \cdot e^{-14/V_v})$ = 0.1049

K = Coeficiente de intensidad, = $1 + e^{-0.4 F/V_v}$ = 1.8167

La probabilidad de cálculo de la altura de la ola a usar dependerá de la categoría de la obra, y la categoría de la obra depende del grado de daño que causará el fallo de la obra. Podemos usar la siguiente tabla:

Categoría	Probabilidad de cálculo
IV	4%
III	3%
II	2%
I	1%

Fuente: Armas y Horta (1988)

Para aplicar la probabilidad de cálculo en las relaciones de “h” y “ λ ”, se debe multiplicar por un coeficiente que se muestra en la tabla siguiente:

Probabilidad	Factor Aplicar A “H” Y “ λ ”
1	1
2	0.9
3	0.85
5	0.76

Fuente: Armas y Horta (1988)

Si consideramos que la obra portuaria es de categoría II, entonces la probabilidad de cálculo es 2%, y para aplicar esta probabilidad a la longitud y altura de la ola, debemos multiplicar por 0.9 los valores obtenidos.

Reemplazando los datos iniciales:

$$h_{2\%} = 0.081 \times 1.9222 \times 12.35 \times \sqrt{25 \times 0.0662} = 0.782m$$

$$h_{2\%} = 10 \times 0.782 = 7.82m$$

Considerando la corrección por Categoría II:

$$h = 0.9 * h_{2\%} = 0.704 m$$

$$\lambda = 0.9 * \lambda_{2\%} = 7.04 m$$

Verificación del nivel de la corona del dique

Cota de la corona del dique

Viene dada por la expresión:

$$\mathbf{Cota\ de\ la\ corona = NAME + h_t + \Delta h + BL}$$

Dónde:

NAME = Nivel de aguas máximas extraordinarias

ht = Trepado de la ola en metros

Δh = Altura de la Curva de Remanso

BL = Borde Libre

Trepado de la Ola

Se calcula con la expresión:

$$h_t = \frac{4.5 * K_{rug} * h}{p * m}$$

Dónde:

h = altura corregida de la ola

p = Coef. por parapeto: p = 0.95 cuando existe y p =1 cuando no

m = cotangente del talud aguas arriba

Krug = factor que depende del tipo de revestimiento

TABLA XVI

FACTOR K SEGÚN TIPO DE REVESTIMIENTO

Tipo de Revestimiento	K _{rug}
Hormigón asfáltico	1
Hormigón	0.9
Piedra colocada a mano	0.8
Piedra semicolocada	0.65
Piedra a volteo	0.55

Fuente: Armas y Horta (1988)

Reemplazando datos:

$$h_t = \frac{4.5 \times K_{rug} \times h}{p \times m} = \frac{4.5 \times 0.65 \times 0.704}{0.95 \times 2} = 1.084 \text{ m}$$

Altura de la curva de Remanso

Se determina con la fórmula:

$$\Delta h = \frac{0.01 \cdot V_v^2 \cdot F}{3 \cdot g \cdot H} \cdot \cos \alpha$$

Dónde:

F = Fech, en Km = 2.5 km.

H = Altura promedio del agua en la zona de estudio = 3.60m

V_v = Velocidad máxima del viento (m/seg.) = 12.35 m/seg

α = Ángulo entre el eje de la obra hidráulica y la dirección del viento

Reemplazando datos:

$$\Delta h = \frac{0.01 V_v^2 \cdot F}{3gH} \cdot \cos(\alpha) = \frac{0.01 \times 12.35^2 \times 2.5}{3 \times 9.81 \times 3.70} \times \cos(15^\circ)$$

$$\Delta h = 0.035 \text{ m}$$

Borde Libre (BL)

Este depende de la categoría de la obra hidráulica y se puede determinar por la siguiente tabla:

TABLA XVII
BORDE LIBRE SEGÚN CATEGORÍA DE LA OBRA

Categoría	Borde Libre (m)
IV	0.50 a 0.60
III	0.60 a 0.75
II	0.70 a 0.90
I	0.80 a 1.00

Fuente: Armas y Horta (1988)

En este caso asumimos una categoría II, por estar cerca de viviendas, por lo tanto:

Borde libre = 0.90m

Cota de Corona

Cota de la Corona = NAME + h_t + Δh + BL

Cota de la Corona = NAME + 1.084 + 0.035 + 0.90

Cota de la Corona = NAME + 2.02 m

Análisis de la protección con enrocado

Dentro de este punto analizamos el peso máximo de la piedra y el diámetro máximo correspondiente:

Cálculo del peso máximo de las piedras aisladas es:

$$Q = \frac{\mu \cdot \gamma_m \cdot h^2 \cdot \lambda}{\left(\frac{\gamma_m}{\gamma_w} - 1\right)^3 \cdot \sqrt{1 + m^2}}$$

Dónde:

μ = Coeficiente de forma del enrocado = 0.025 (D<1m)

γ_m = Peso Específico de las rocas = 2.77 Tn/m³

γ_w = Peso Específico del agua = 1.025 Tn/m³

h = Altura de la Ola = 0.704 m

λ = Longitud de la Ola = 7.04 m

m = Cotangente del talud que se requiere proteger = 2

Reemplazando datos en la fórmula:

$$Q = \frac{0.025 \times 2.77 \times 0.704^2 \cdot 7.04}{\left(\frac{2.77}{1.025} - 1\right)^3 \cdot \sqrt{1 + 2^2}} = 0.0163 \text{ tn}$$

Diámetro máximo de las piedras:

A colocar en el talud, expresado en metros y llevado a una esfera de diámetro = Desf.

se calcula por la siguiente formula:

$$D_{esf} = \sqrt[3]{\frac{Q}{0.524 \times \gamma_m}}$$

Reemplazando: Desf. = 0.224 m

El 50% de las piedras debe tener un tamaño igual o mayor que:

$D_{50\%} = k \cdot \text{Desf.} = 0.6 \cdot 0.224 = 0.134 \text{ m} \cong 0.15 \text{ m}$

Dónde: $k = 0.60$ (tabla, categoría II)

TABLA XVIII
COEFICIENTE K PARA D_{50%}

Categoría	IV	III	II	I
Coeficiente K	0.5	0.55	0.6	0.65

Fuente: Armas y Horta (1988)

Como $D_{50\%} < 0.30 \text{ m}$, se toma 0.30m como valor mínimo.

El espesor del revestimiento se determina por la siguiente formula:

$$e = r \cdot D_{50\%}$$

Dónde: $r = 2.5$ en presencia de piedra clasificada

Por lo tanto: $e = 2.5 \cdot 0.30 = 0.75 \text{ m}$

⇒ $e = 0.75 \text{ m}$ (mínimo para la sub capa)

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Analizando los resultados obtenidos, se verifica que los métodos aplicados son válidos, pero difieren en sus valores finales, esto debido a las condiciones climáticas de la zona de estudio, que al ser incorporadas a las relaciones experimentales se comportan de diferente forma, ya que si bien es cierto buscan la misma meta, es decir, el espesor de la coraza de protección del dique de escollera, parten de supuestos distintos, como por ejemplo en el caso de la altura de la ola significativa en un caso y la altura de la ola promedio en el segundo caso.

Por otro lado, cuando presentamos las metodologías seleccionadas para las verificaciones hidráulicas del elemento de protección en el desembarcadero, vimos que estas han sido aplicadas en muchas de las tesis que se muestran en los antecedentes a la investigación. Lo cual nos evidencia que son formulas vigentes y de amplia utilización; en nuestro caso tratamos de ampliar estas metodologías a otra utilizada para embalses y zonas costeras que incorpora el análisis hidrodinámico (movimiento de las olas) y lograr presentar una fórmula que establece un equilibrio dinámico entre los componentes, geométricos, cinéticos y dinámicos; con las características de los materiales de las capas de protección.

En ese sentido, la hipótesis general planteada: *“El estudio comparativo de los parámetros hidráulicos para las obras de protección, mejora la seguridad en el desembarcadero pesquero artesanal de Cerro Azul, provincia de Cañete, departamento de lima, 2019”*; queda confirmada, ya que la aplicación de dos metodologías, permite observar cómo los datos básicos de topografía, batimetría y oceanografía (olas, mareas, oleaje, vientos, etc.) principalmente; influyen en obtener los mejores resultados y con ello lograr el mejoramiento de la seguridad en las obras de protección. No es lo mismo si aplicamos una sola metodología, más aún cuando no existe reglamento para verificar los criterios asumidos, por eso el estudio comparativo es lo más adecuado para estos casos.

En cuanto a la pregunta general de investigación: *¿Cómo el estudio comparativo de los parámetros hidráulicos para las obras de protección, mejora la seguridad en el desembarcadero pesquero artesanal de Cerro Azul, provincia de cañete, departamento de lima, 2019?*; esta se ha resuelto asumiendo un diseño para el estado más desfavorable, por ello se toma el valor máximo como el mejor valor para nuestras obras de protección, de esta forma se logra la seguridad máxima para el desembarcadero.

Del análisis de los resultados mencionado en los párrafos anteriores, se identifica que para estudios costeros es más acertado realizar la evaluación con varios métodos, ello nos permite observar el rango de posibilidades que el investigador puede asumir, pero de

acuerdo a las condiciones de la zona de estudio, que casi siempre son distintas para cada caso. No así en cuanto al objeto de estudio que son los desembarcaderos pesqueros.

También debemos mencionar, que la variabilidad de las condiciones climáticas son una condición ineludible de probabilidad de ocurrencia, que debemos tener en cuenta, ya que podría hacer variar los resultados, incluso para una misma zona de estudio, debido al cambio climático que se viene acentuando en los últimos años.

4.1 Evaluación comparativa de los parámetros hidráulicos

Las metodologías seleccionadas y aplicadas, han sido sustentadas en las bases teóricas, estas devienen de estudios experimentales que han sido validadas por otros investigadores, mejoradas incluso para determinadas condiciones y reconocidas por especialistas.

La primera metodología aplicada ha sido la de Iribaren – Hudson, ampliamente conocida y aplicada en obras costeras.

La segunda metodología aplicada ha sido las relaciones experimentales de Labzovsky, aplicada a estudios de embalses y costas principalmente en Europa del este.

A continuación, presentamos los resultados en forma comparativa, en la tabla siguiente:

TABLA XIX
COMPARACION DE RESULTADOS

Método de Hudson	Método de Labzovsky
Tipo de Rompiente: Spilling	Olas Poco profundas: $H > \lambda/2$
Altura de Ola de Diseño $H_D=3.24m$	Altura Ola promedio $h=0.782m$
Talud recomendado 1:2 (cara húmeda)	Talud recomendado 1:2 (cara húmeda)
Tipo de Roca: $\gamma_m=2.70 T/m^3$	Tipo de Roca: $\gamma_m=2.77 T/m^3$
Altura de Corona: 5.43m	Altura de Corona: $2.02 + NAME$
Ancho de Corona: 5m	Ancho de Corona: 6m
Espesor de Coraza:	Espesor de Coraza:
Capa principal – 2.50m	Capa principal – 1.50m
Sub capa – 1.15m	Sub capa – 0.75m

Fuente: Elaboración por el investigador

Como se puede observar los resultados de la metodología aplicando la fórmula de Hudson, nos otorga los valores más altos en cuanto a protección de la obra hidráulica, esto debido a los supuestos oceanográficos utilizados en los cálculos preliminares y a los valores conservadores en cuanto a la Ola de diseño, que se puede interpretar como

máxima para casos extraordinarios, lo cual representa una posibilidad ya que las variables climáticas son de amplio rango.

4.2 Sección típica de la protección más óptima

De acuerdo a los resultados obtenidos, la sección típica a considerar será de tipo dique trapezoidal, con talud en la cara húmeda de 1:2 y en la cara seca de 1:1.5, por recomendaciones constructivas y de experimentaciones. La sección tendrá un núcleo asentado en el fondo marino a -5.00 m tomado de la superficie del mar, y tendrá una altura de diseño de 3.24m sobre el nivel del agua en la zona de análisis identificada en los planos batimétricos.

Por encima tendrá la sub capa intermedia de 1.5 y finalmente sobre ella la capa principal de 2.50m. El ancho de la corona será de 5m, con lo cual se garantiza la transitabilidad de equipos y vehículos para los trabajos de mantenimiento y de operación del desembarcadero.

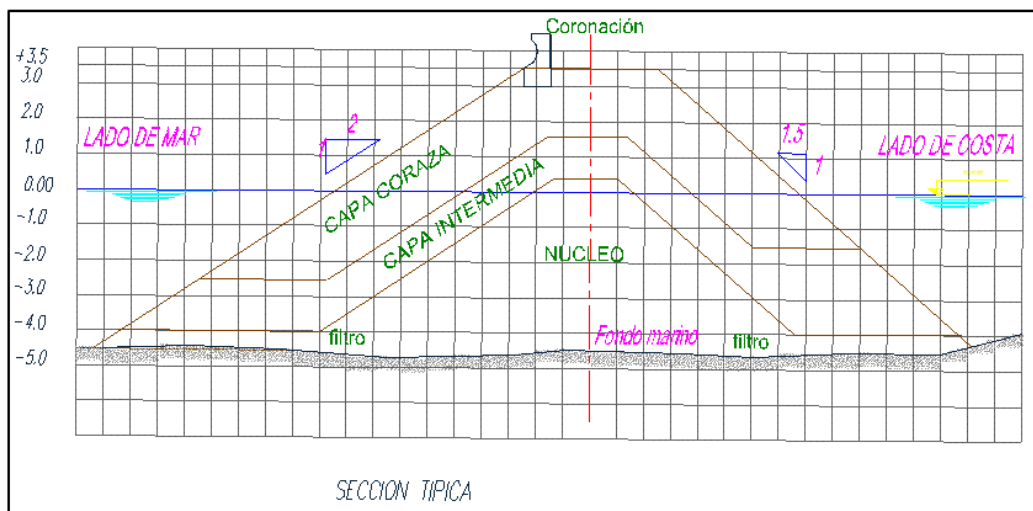


Fig. 14. Sección típica de la coraza
Fuente: Planos de la investigación

4.3 Especificaciones técnicas recomendadas

A este nivel, planteamos algunas recomendaciones técnicas mínimas a ser contempladas, de acuerdo a los supuestos y resultados de los estudios básicos, tomados en consideración para los cálculos en el estudio comparativo:

- El material predominante será Roca angulosa proveniente de cantera, colocados con ayuda de una grúa.
- La sección típica es trapezoidal, con las características señaladas en el acápite anterior.

La conformación del núcleo central, será con rocas < 100 kg, en la sub capa intermedia se utilizarán rocas de 0.5 a 0.8 Tn y en la capa principal rocas > a 6 Tn.

V. CONCLUSIONES.

- a) Se realizaron las revisiones de los estudios básicos de topografía, batimetría, oceanografía e hidrografía en la zona de estudio, para eso se recurrió al estudio de pre factibilidad de las instituciones regionales y locales. De las revisiones y la visita de campo se concluye que en general el clima del oleaje en la zona de investigación a cualquier profundidad estará definido por el producto de la altura de la ola en aguas profundas (H_0), multiplicadas por los factores: coeficiente de refracción, coeficiente de fricción, coeficiente de difracción y coeficiente de bajos.
- b) Del análisis comparativo de los resultados obtenidos aplicando las dos metodologías, se constata que la metodología de Irribaren – Hudson se ajusta mejor a las condiciones de obras costeras, tomando en cuenta que diseñamos para el momento más desfavorable.
- c) En la alternativa seleccionada, para el diseño de la sección típica se ha asumido la altura de la ola de diseño de grado crítico intermedio, correspondiente a una braveza de 12 horas cada 10 años y aceptando 10% de daños.
- d) La cota superior de la escollera o dique de la alternativa recomendada, es de 5.43m con un espesor de coraza de 2.50m. Esta coraza estará compuesta de dos capas mínimo de 1.15m.
- e) Por razones constructivas, se requiere un ancho de corona de la obra de protección mayor, para garantizar el paso de un volquete y el giro de una grúa móvil s/llantas de 25 a 30 Tn, por lo que se establece un ancho mínimo de 5.0m.
- f) El diseño más adecuado de las obras de protección al dique o escollera otorga un grado de tranquilidad de las olas en la zona del desembarque y con ello la seguridad general en el desembarcadero.
- g) Se demuestra de acuerdo al análisis de oleaje revisado, que la altura de la ola de diseño determinado, garantiza la estabilidad de las obras de protección y han definido sus características y sección típica.

VI. RECOMENDACIONES.

- a) Ratificar la ubicación del desembarcadero pesquero artesanal de acuerdo a las recomendaciones de los estudios preliminares, ya que es una variable importante en el desarrollo de toda la investigación, se recomienda realizar esto luego de verificar el estado de las variables climáticas para un horizonte de 10 años como mínimo.
- b) La zona marítima donde se localizará el proyecto se encuentra libre de contaminación, sin embargo, se recomienda que las zonas adyacentes donde acceden los visitantes y población y que pueden generar residuos; hagan los esfuerzos necesarios para mantener descontaminada la zona y sea más atractiva para el turismo y la recreación.
- c) Incorporar este tipo de especialidad, es decir el estudio de las obras hidráulicas portuarias en los estudios de pregrado de la especialidad de Ingeniería Hidráulica, ya que el Perú cuenta con ms de 2,000 kilómetros de faja costera y un importante recurso marino y es un eje de nuestro desarrollo como país.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] S.P. Zavala. “Diseño de un Rompeolas usando Tetrápodos para la Protección de Puerto Baquerizo Moreno (Galápagos)”. Tesis para optar el título profesional. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Ecuador. Samborondón, 2019.
- [2] C. Buitrago y D. Ochoa. “Recomendaciones para la Implementación de Obras de Protección y Control de Cauces”. Tesis para optar el título profesional. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. Colombia, Bogotá, 2013.
- [3] J.A. Ovalle. “Aplicación de obras de defensa blandas para la protección de la costa catalana”. Tesis para optar el grado de Master. Universidad Politécnica de Cataluña. España, 2012.
- [4] J. J. Díaz. “Evaluación de la Defensa Costera para la Construcción del Tramo de la Autopista Costanera: Zona de Marbella”. Tesis para optar el título profesional. Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú, Lima, 2019.
- [5] J. J. Álvarez. “Diseño de una Defensa Marina frente al Oleaje en la zona costera, Chucuito – Callao”. Tesis para optar el título profesional. Universidad César Vallejo. Perú, Lima, 2018.
- [6] A. Ramírez. “Procedimiento constructivo utilizando la tecnología de geotextiles para protección costera en Colán-Piura”. Tesis para optar el título profesional. Universidad de Piura. Perú, Piura, 2017.
- [7] J. M. Ramírez. “Análisis de la vulnerabilidad costera del valle de Cañete, Lima, Perú”. Tesis para optar el título profesional. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017.
- [8] M. A. Salas. “Obras de Protección Contra Inundaciones”. Centro Nacional de Prevención de Desastres: Cuadernos Técnicos N° 49. Distrito Federal – México. 2014.
https://www.iahr.org/Portal/Journals/RIBAGUA-Revista_Iberoamericana_del_Agua.aspx
- [9] B. Reguero, M.W. Beck, J. Losada y S. Narayan. “Uniando ingeniería y ecología: la Protección Costera basada en Ecosistemas”, Revista Iberoamericana del Agua (RIBAGUA), Vol. 4, N°1, págs. 41-58. 2017.
- [10] F. G. Arias. “El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica”. Editorial Episteme, 6ta. Edición. Caracas – República Bolivariana de Venezuela. ISBN: 980-07-8529-9. Caracas, 2012.

VIII. ANEXOS

8.1 Ubicación de la zona de estudio



Fig. 15. Localización del distrito de Cerro Azul - Cañete



Fig. 16. Ubicación satelital del distrito de Cerro Azul - Cañete

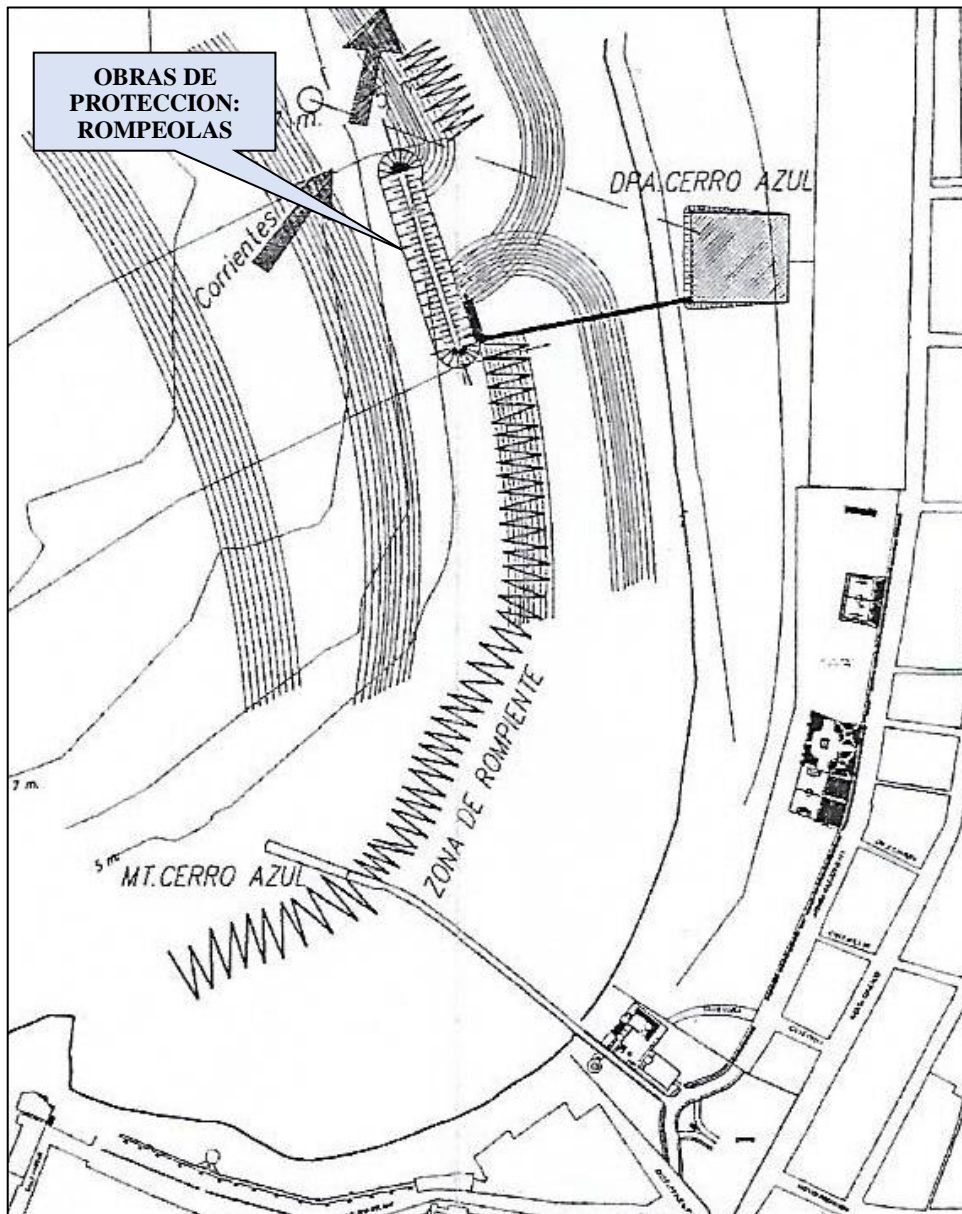


Fig. 17. Esquema general de la ubicación preliminar de las obras de protección

8.2 Fotos de la zona de investigación



Fig. 18. *Vista General de la Playa de Cerro Azul*



Fig. 19. *Vista General del muelle antiguo de Cerro Azul*



Fig. 20. *Vista General de zona elegida para el nuevo Desembarcadero Pesquero*



Fig. 21. *Vista de la zona donde se ubicará el Dique de Escollera*



Fig. 22. *Vista de la zona donde se ubicarán las obras en tierra*



Fig. 23. *Vista de la zona donde se ubicará el muelle, cabezo y Obra de protección*

8.3 Tablas aplicada a la investigación

Table 10-8. Suggested K_D values for use in determining armor unit weight

Armor Units	n^a	Placement	No-Damage Criteria and Minor Overtopping				Slope cot θ
			Structure Trunk		Structure Head		
			K_D^b		K_D		
Breaking Wave	Nonbreaking Wave	Breaking Wave	Nonbreaking Wave				
Quarrrystone							
Smooth rounded	2	Random	<i>1.2^c</i>	2.4	<i>1.1</i>	1.9	1.5-3.0
Smooth rounded	> 3	Random	<i>1.6</i>	3.2	<i>1.4</i>	2.3	d
Rough angular	1	Random ^b	b	2.9	b	2.3	d
					<i>1.9</i>	3.2	1.5
Rough angular	2	Random	2.0	4.0	<i>1.6</i>	2.8	2.0
					1.3	2.3	3.0
Rough angular	> 3	Random	2.2	4.5	2.1	4.2	d
Rough angular	2	Special ^e	5.8	7.0	5.3	6.4	d
Parallelepiped ^f	2	Special ^c	7.0-20.0	8.5-24.0	—	—	
Tetrapod and quadripod	2	Random	7.0	8.0	5.0	6.0	1.5
					4.5	5.5	2.0
					3.5	4.0	3.0
					8.3	9.0	1.5
Tribar	2	Random	9.0	10.0	7.8	8.5	2.0
					6.0	6.5	3.0
Dolos	2	Random	15.8 ^g	31.8 ^g	8.0	16.0	2.0 ^h
					7.0	14.0	3.0
Modified cube	2	Random	6.5	7.5	—	5.0	d
Hexapod	2	Random	8.0	9.5	5.0	7.0	d
Toskane	2	Random	11.0	22.0	—	—	d
Tribar	1	Uniform	12.0	15.0	7.5	9.5	d
Quarrrystone (K_{RR})							
Graded angular	—	Random	2.2	2.5	—	—	

^a n is the number of units comprising the thickness of the armor layer.

^b The use of single layer of quarrrystone armor units is not recommended for structures subject to breaking waves, and only under special conditions for structures subject to nonbreaking waves. When it is used, the stone should be carefully placed.

^c *Caution:* Those K_D values shown in *italics* are unsupported by test results and are only provided for preliminary design purposes.

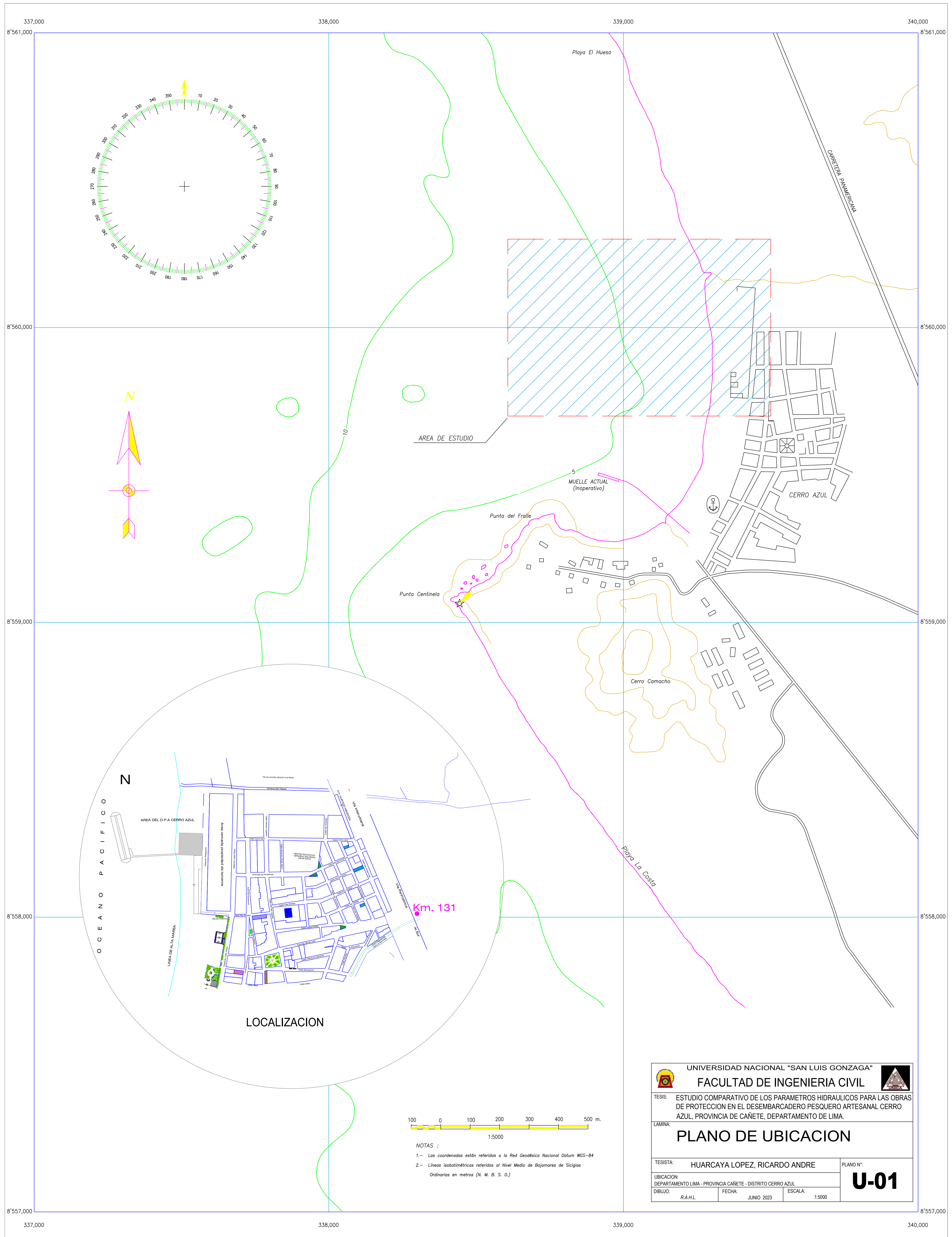
^d Until more information is available on the variation of K_D values with slope, the use of K_D should be limited to slopes ranging from 1:1.5 to 1:3. Some armor units tested on a structure head indicate a K_D -slope dependence.

Fig. 24. *Tablas para cálculo de coraza*

Tabla 3-4. Valores para espesor de capas y densidad (Fuentes, 2001)



Unidad de coraza	m'	Colocacion	Coefficiente de capa $K\Delta$	Porosidad n (%)
Roca de cantera (lisa)	2	Aleatoria	1.02	38
Roca de cantera (angulosa)	2	Aleatoria	1.15	37
Roca de cantera (angulosa)	3	Aleatoria	1.10	40
Cubo (modificado)	2	Aleatoria	1.10	47
Tetrápodo	2	Aleatoria	1.04	50
Cuadrípodo	2	Aleatoria	0.95	49
Hexápodo	2	Aleatoria	1.15	47
Tribarra	2	Aleatoria	1.02	54
Dolos	2	Uniforme	1.00	63
Tribarra	1	Aleatoria	1.13	47

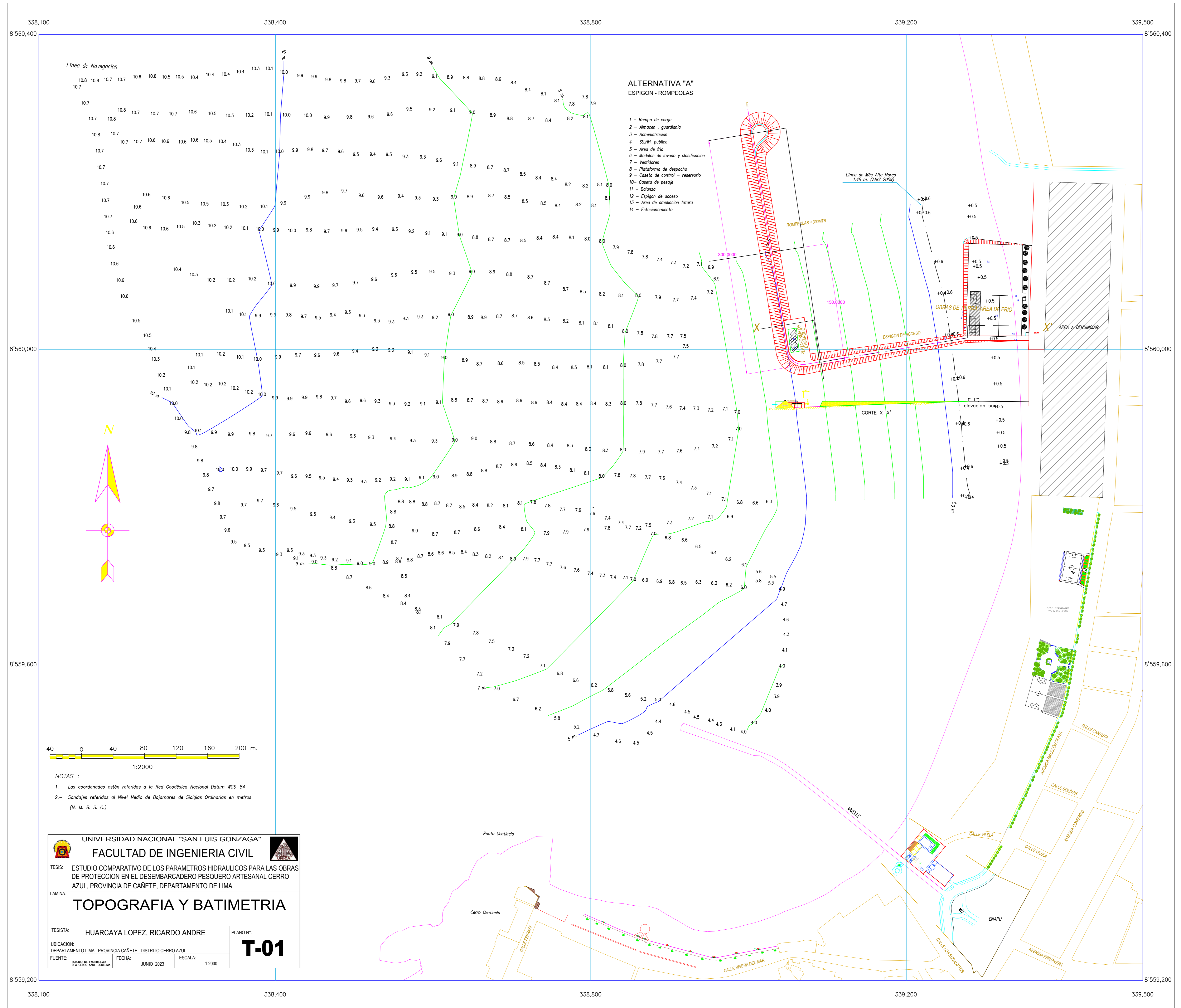
Fig. 25. *Valores para espesor de capas y densidad*

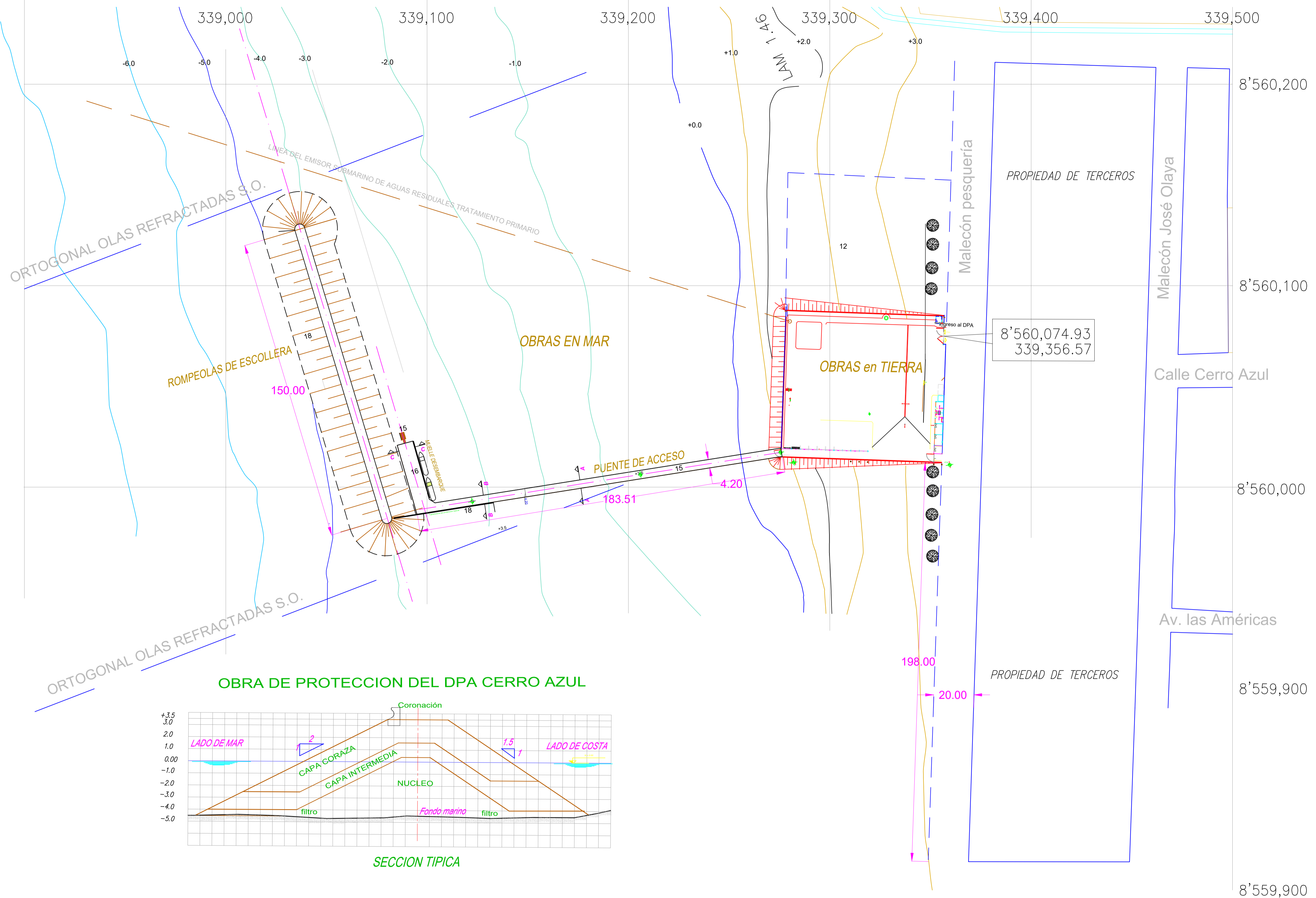


100 0 100 200 300 400 500 m.
1:5000

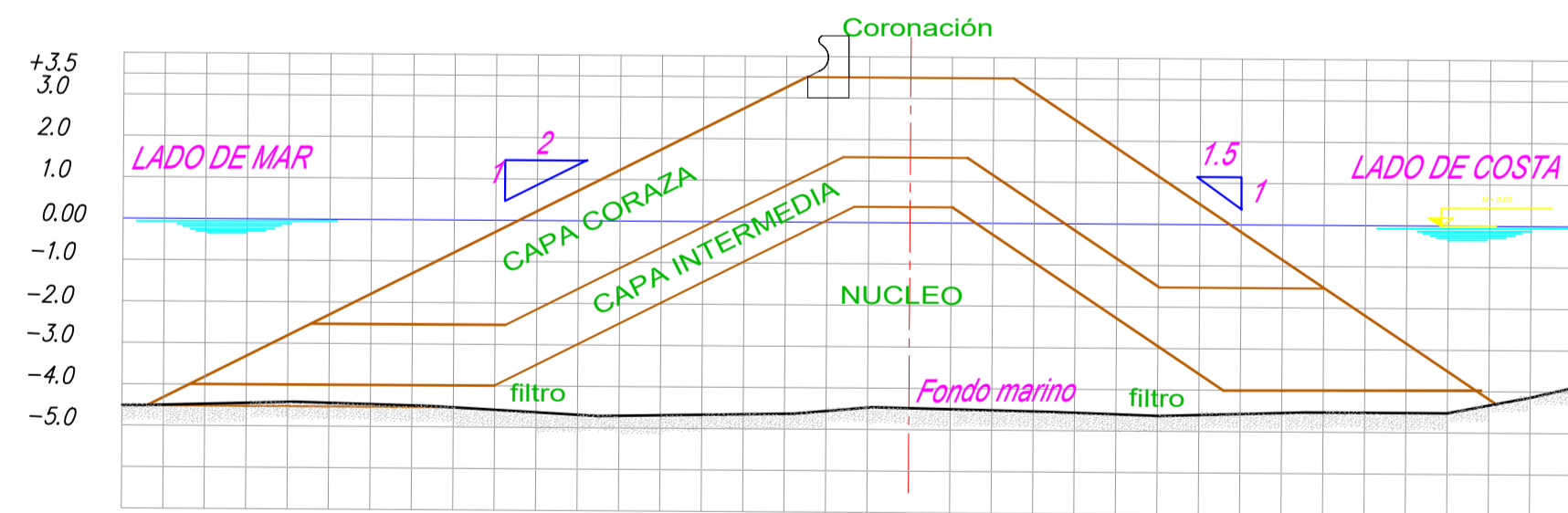
NOTAS :
1.- Las coordenadas están referidas a la Red Geodésica Nacional Datum WGS-84
2.- Líneas isobatómicas referidas al Nivel Medio de Bajamar de Siguas Ordinarias en metros (N. M. B. S. O.)

 UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS PARA LAS OBRAS DE PROTECCION EN EL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA.		
PLANO DE UBICACION		
TESISITA: HUARCAYA LOPEZ, RICARDO ANDRE		PLANO N°:
UBICACION: DEPARTAMENTO LIMA - PROVINCIA CAÑETE - DISTRITO CERRO AZUL		U-01
DIBUJO: R.A.H.L.	FECHA: JUNIO 2023	ESCALA: 1:5000





OBRA DE PROTECCION DEL DPA CERRO AZUL



SECCION TIPICA

ESPECIF. TECNICAS GENERALES DEL ROMPEOLAS DE ESCOLLERA

- Material preponderante : Roca angulosa proveniente de cantera, colocados con ayuda de una grúa.
- Sección típica: Sección trapezoidal
Ancho en la coronación 5.0m,
Longitud a nivel de coronación, 100m
Talud hacia el mar 1:2
Talud hacia la costa 1:1.5
- Conformación: Un núcleo central, con rocas < 100kg.
Capa intermedia, con rocas de 0.5 a 0.8 tn
Capa coraza con rocas > a 6 tn.
- En los cabezos se aumentarán el peso de las unidades en 1.5 veces

COMPONENTES DEL D.P.A CERRO AZUL

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>OBRAS EN TIERRA</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Administracion 2 - SS.HH. publico 3 - Almacen, guardiania 4 - Rampa de carga 5 - Area de frio 6 - Modulos de lavado y clasificacion 7 - Vestidores 8 - Caseta de pesaje 9 - Caseta de control - reservorio 10 - Balanza | <p>OBRAS EN EL MAR</p> <ul style="list-style-type: none"> 11 - Surtidor de combustible 12 - Cámara de rejas y emisor submarino 13 - Area de ampliacion futura 14 - Estacionamiento 15 - Puente de acceso 16 - Plataforma de carga (Embarcadero) 17 - Plataforma flotante de embarque 18 - Tablaestaca de protección lateral 19 - Rompeolas de protección |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS PARA LAS OBRAS DE PROTECCION EN EL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA.	
PLANTA GENERAL Y OBRA DE PROTECCION	
TESISISTA: HUARCAYA LOPEZ, RICARDO ANDRE	PLANO N°: PP-01
UBICACION: DEPARTAMENTO LIMA - PROVINCIA CAÑETE - DISTRITO CERRO AZUL	ESCALA: 1:1000
DIBUJO: R.A.H.L.	FECHA: JUNIO 2023