

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO EN EL CONTROL DE EROSIÓN
DE RIBERAS EMPLEANDO GEOTUBOS, PROYECTO LA JOLLA, ASIA,
CAÑETE, LIMA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LIVER GILMER GUERRA FERNÁNDEZ

Lima- Perú

2013

ÍNDICE

RESUMEN	5
LISTA DE CUADROS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE FOTOS	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	12
1.1. MAR PERUANO.....	12
1.1.1 Descripción.....	12
1.1.2 Características.....	13
1.1.3 Relieve.....	13
1.1.3.1 <i>El zócalo continental</i>	13
1.1.3.2 <i>El talud continental</i>	14
1.1.3.3 <i>Las fosas marinas</i>	14
1.1.3.4 <i>La dorsal de Nazca</i>	14
1.1.4 Corrientes Marinas.....	15
1.1.4.1 <i>Corriente de Humboldt</i>	15
1.1.4.2 <i>Corriente del Niño</i>	16
1.2 ACCIÓN GEOLÓGICA DEL MAR.....	17
1.2.1 Proceso de erosión.....	17
1.2.1.1 <i>Acción hidráulica</i>	17
1.2.1.2 <i>Abrasión</i>	17
1.2.1.3 <i>Disolución</i>	17
1.2.2 Rasgos geomorfológicos producidos por la erosión.....	17
1.2.3 Procesos de transporte.....	18
1.2.3.1 <i>Tracción</i>	18
1.2.3.2 <i>Suspensión</i>	18
1.2.3.3 <i>Solución</i>	18
1.2.4 Proceso de depositación.....	18
1.2.4.1 <i>Precipitación química o biológica</i>	19
1.2.4.2 <i>Decantación</i>	19
1.2.4.3 <i>Peso específico</i>	19
1.2.5 Rasgos geomorfológicos producidos por la depositación.....	19

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL MAR.....	20
2.1 ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DE RIBERAS	20
2.1.1 De revestimiento.....	20
2.1.1.1 Rígidos	20
2.1.1.2 Flexibles	22
2.1.2 Pantallas.....	22
2.2 ELEMENTOS DE CONTROL DE MOVIMIENTO.....	23
2.2.1 Espigones.....	23
2.2.2 Estructuras de retardo	24
2.2.3 Diques Longitudinales	24
2.3 LOS GEOSINTÉTICOS	25
2.3.1 Clasificación de los Geosintéticos.....	25
2.3.1.1 Geotextiles.....	25
2.3.1.2 Geomallas	26
2.3.1.3 Georedes.....	26
2.3.1.4 Geomembranas	26
2.3.1.5 Geocompuestos.....	27
2.3.1.6 Revestimiento Geosintéticos de Arcilla (GCL's).....	27
2.3.1.7 Tubos Ranurados	27
2.3.1.8 Geoceldas	28
2.3.2 Funciones de los Geosintéticos.....	28
2.3.2.1 Separación	28
2.3.2.2 Filtración.....	29
2.3.2.3 Drenaje.....	29
2.3.2.4 Refuerzo.....	30
2.3.2.5 Contención de Fluido/Gas (barrera).....	30
2.3.2.6 Control de Erosión.....	31
CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL USO DE GEOSINTÉTICOS EN DEFENSAS RIBEREÑAS	32
3.1 TIPOS DE GEOSINTÉTICOS USADOS EN DEFENSAS RIBEREÑAS	32
3.1.1 Geotubos.....	33
3.1.1.1 Diques de contención	33
3.1.1.2 Protección de orillas	34

3.1.1.3 Espigones.....	34
3.1.1.4 Rompeolas costeras.....	35
3.1.2 Geocontenedores.....	35
3.1.2.1 Rompeolas costeras.....	36
3.1.2.2 Diques de contención.....	36
3.1.2.3 Arrecifes artificiales (Artificial reefs).....	37
3.1.2.4 Contención de taludes.....	37
3.1.3 Geobolsas.....	38
3.1.3.1 Revestimiento.....	38
3.1.3.2 Espigones.....	39
3.1.3.3 Arrecifes artificiales (Artificial reefs).....	39
3.1.3.4 Contención de taludes.....	40
3.1.3.5 Prevención de socavación (Scour Prevention).....	40
3.1.3.6 Diques de contención.....	41
3.2 APLICACIÓN DEL USO DE GEOTUBOS COMO DEFENSA RIBEREÑA EN UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN CAÑETE	41
3.2.1 Zona de aplicación.....	41
3.2.1.1 Ubicación.....	41
3.2.1.2 Topografía.....	43
3.2.1.3 Aspectos Geológicos.....	43
3.2.1.4 Aspectos Geotécnicos.....	45
3.2.1.5 Aspectos Hidráulicos.....	45
3.2.1.6 Salinidad de agua de mar.....	45
3.2.2 Planteamiento de solución.....	46
3.2.2.1 Especificaciones técnicas del geotubo.....	47
3.2.2.2 Procedimiento constructivo.....	48
CAPITULO IV: ANALISIS ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS DE RIBERAS USANDO GEOTUBOS.....	51
4.1 DEFENSAS RIBEREÑAS CON GEOTUBOS	51
4.2 DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES.....	54
4.3 DEFENSA RIBEREÑA CON MUROS DE CONTENCIÓN.....	57
4.4 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	59
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1 CONCLUSIONES.....	60
5.2 RECOMENDACIONES.....	61

BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	63

RESUMEN

Presento a consideración de los miembros del jurado el presente Informe de Suficiencia titulado "Análisis técnico y económico en el control de erosión de riberas empleando geotubos, Proyecto La Jolla, Asia, Cañete, Lima"; para optar Título profesional de Ingeniero Civil, que otorga la Universidad Nacional de Ingeniería. Este Informe de Suficiencia se elaboro en base a los conocimientos obtenidos durante los estudios de pregrado aplicados para la ejecución de defensas ribereñas costeras localizada en el proyecto de urbanización La Jolla de un área de 37 hectáreas, beneficiando a los inversionistas privados.

La falta de protecciones costeras en proyectos frente al mar, a lo largo de la costa sur de Lima, deja vulnerables a las construcciones que se encuentran frente al litoral, por el oleaje anómalo, que causa daños materiales y pérdidas cuantiosas de dinero.

Este informe de suficiencia analiza diversos métodos constructivos de defensas ribereñas que se aplicaron en otros lugares, así como la aplicación de geosintéticos como por ejemplo los geotubos que se utilizaron como procedimiento constructivo alternativo a los otros métodos ya conocidos como los enrocados y muros de contención.

Analizando los diferentes métodos se llega a la conclusión que la construcción de defensas ribereñas con geotubos es la más óptima, por ser técnicamente viable, y económicamente rentable en comparación con los otros métodos.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 3.1.- Puntos del Instituto Geográfico Nacional del proyecto La Jolla	42
Cuadro N° 3.2.- Especificaciones Técnicas del geotubo GT1000	47
Cuadro N° 3.3.- Especificaciones Técnicas del geotubo GT500	48
Cuadro N° 4.1.- Presupuesto para la construcción de un dique de contención usando geotubos.....	52
Cuadro N° 4.2a.- Análisis de precios unitarios para la instalación de geotubos .	53
Cuadro N° 4.2b.- Análisis de precios unitarios para la instalación de geotubos.	54
Cuadro N° 4.3.- Presupuesto para la construcción de dique de contención con gaviones.....	56
Cuadro N° 4.4.- Presupuesto para la construcción de un muro de contención ..	58
Cuadro N° 4.5.- Comparación económica de alternativas de solución.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1.- Mapa del Perú	12
Figura N° 1.2.- Relieve marino.....	15
Figura N° 1.3.- Mapa de las corrientes marinas del mar peruano	16
Figura N° 1.4.- Rasgos geomorfológicos del mar.....	18
Figura N° 2.1.- Tipos de Pantallas como defensas ribereñas.....	23
Figura N° 2.2.- Rollos de geotextiles.....	25
Figura N° 2.3.- Láminas de geomallas	26
Figura N° 2.4.- Esquema de un geored	26
Figura N° 2.5.- Rollo de geomembrana	26
Figura N° 2.6.- Lámina de un geocompuesto.....	27
Figura N° 2.7.- Tubo ranurado usado en drenaje.....	27
Figura N° 2.8.- Geoceldas	28
Figura N° 2.9.- Esquema de la función de separación de los geosintéticos	29
Figura N° 2.10.- Esquema de la función de filtración de los geosintéticos	29
Figura N° 2.11.- Esquema de la función de drenaje de los geosintéticos en un terraplén	30
Figura N° 2.12.- Esquema de la función de refuerzo de los geosintéticos.....	30
Figura N° 2.13.- Esquema de la función de contención de fluido/gas de los geosintéticos	31
Figura N° 2.14.- Esquema de la función de control de erosión de los geosintéticos	31
Figura N° 3.1.- Esquema de un geotubo, la estructura principal sobre un manto antisocavación	33
Figura N° 3.2.- Esquema de instalación del geotubo	33
Figura N° 3.3.- Esquema de colocación de geotubos para espigones.....	34
Figura N° 3.4.- Esquema de un geotubo usado como rompeolas	35
Figura N° 3.5.- Esquema de un geocontenedor.....	36
Figura N° 3.6.- Esquema de un geocontenedor usado como rompeolas	36
Figura N° 3.7.- Esquema de un dique de contención usando geocontenedores	37
Figura N° 3.8.- Esquema de geocontenedores colocados como arrecife.....	37
Figura N° 3.9.- Aplicación de geocontenedores en la contención de taludes	38
Figura N° 3.10.- Esquema de una geobolsa	38

Figura N° 3.11.- Esquema de una geobolsa colocado como revestimiento de un talud	39
Figura N° 3.12.- Esquema de un espigón con geobolsas	39
Figura N° 3.13.- Esquema de un arrecife de geobolsas.....	40
Figura N° 3.14.- Esquema de geobolsas colocadas para contención de taludes.....	40
Figura N° 3.15.- Esquema de geobolsas colocadas para prevenir la socavación por acción del mar	41
Figura N° 3.16.- Esquema de colocación de geobolsas como diques de contención.....	41
Figura N° 3.17.- Ubicación del proyecto	42
Figura N° 3.18.- Plano geológico de Lima.....	44
Figura N° 3.19.- Esquema del geotubo instalado.....	46
Figura N° 4.1.- Esquema de línea de defensa ribereña colocada frente al mar en Proyecto La Jolla	51
Figura N° 4.2.- Esquema del dique de contención con gaviones	55
Figura N° 4.3.- Esquema un muro de contención	57

LISTA DE FOTOS

Foto N° 1.1.- Mar del Perú.....	14
Foto N° 2.1.- Revestimiento de una ribera con concreto.....	21
Foto N° 2.2.- Geobolsas	21
Foto N° 2.3.- Construcción de enrocado de protección.....	22
Foto N° 3.1.- Daños causados por oleaje anómalo.....	32
Foto N° 3.2.- Instalación del geotubo.....	34
Foto N° 3.3.- Geotubo atacado por el oleaje durante su construcción	34
Foto N° 3.4.- Geotubos colocados como espigones en México	35
Foto N° 3.5.- Compactación de la superficie.....	48
Foto N° 3.6.- Tendido del rollo de manto antisocavación	49
Foto N° 3.7.- Llenado hidráulico del geotubo	49
Foto N° 3.8.- Tapado de los geotubos	50
Foto N° 3.9.- Geotubos colocados en forma lineal.....	50

INTRODUCCIÓN

Presento a consideración de los miembros del jurado el presente Informe de Suficiencia titulado "Análisis técnico y económico en el control de erosión de riberas empleando geotubos, Proyecto La Jolla, Asia, Cañete, Lima"; para optar Título profesional de Ingeniero Civil, que otorga la Universidad Nacional de Ingeniería. Este Informe de Suficiencia se elaboro en base a los conocimientos obtenidos durante los estudios de pregrado aplicados para la ejecución de defensas ribereñas costeras localizada en el proyecto de urbanización La Jolla de un área de 37 hectáreas, beneficiando a los inversionistas privados.

En los últimos años los proyectos civiles frente al mar ha ido en crecimiento, como por ejemplo en la zona sur de lima, donde se han ido incrementando las construcciones de casas de playa. Este crecimiento desmesurado se hace sin ningún tipo de control, que no contempla ningún tipo de protección costera, lo que hace que sean vulnerables al oleaje.

La existencia de diversos métodos de defensas ribereñas tradicionales, de acuerdo a la zona de trabajo hace que algunas sean inviables o de muy alto costo, por lo que se genera la necesidad de buscar otras alternativas de solución que sean técnicamente posibles y rentables.

El presente tema de informe de suficiencia, analiza otras alternativas de solución, que mitiguen el posible daño causado por el oleaje anómalo; aplicando la tecnología de los geotubos, evaluando técnica y económicamente, en comparación con otras alternativas de solución.

Este informe se enfoca en la utilización de los geotubos aplicado en la zona sur de Lima. Se desarrollan cinco capítulos los cuales se describen a continuación.

Capítulo 1: abarca los conocimientos generales del mar, su acción geológica e hidráulica.

Capítulo 2: presenta los diferentes métodos de defensas ribereñas, así como la aplicación de los geosintéticos en la ingeniería.

Capítulo 3: se hace un recuento de los diferentes tipos de geosintéticos usados como defensas ribereñas y sus aplicaciones. Se hace un planteamiento constructivo para la construcción de defensas ribereñas empleando geotubos para un proyecto frente al mar.

Capítulo 4: se analiza económicamente los métodos tradicionales de defensas ribereñas como los gaviones y muros de contención y un procedimiento alternativo utilizando geotubos, para las mismas condiciones de ubicación y longitud.

Capítulo 5: conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 MAR PERUANO

1.1.1 Descripción

El mar peruano se encuentra en el océano Pacífico. Su extensión abarca entre el paralelo de Boca de Capones al norte en Tumbes, y el paralelo del punto en que la frontera terrestre llega al mar frente a la ciudad de Tacna por el sur; formando una línea costera que se extiende en 3079,50 km . Ocupa una zona marítima comprendida por el litoral peruano (hacia el este) y una línea imaginaria a 200 millas de distancia (370,4 km) del punto más cercano de la costa. Ocupando un área geográfica de 1 140 646,8 km² aproximadamente.



Figura N° 1.1.- Mapa del Perú

1.1.2 Características

En el mar peruano existen dos regiones geográficas: la región central meridional y la región septentrional.

La región central y meridional se extiende desde la península de Illescas, al sur de Piura, hasta la frontera con Chile. La temperatura en estas zonas debería ser de 25 ó 26° C, pero debido al fenómeno del afloramiento la temperatura media es inferior, esta entre 17° y 19° C. El color en esta zona es de un verde claro en el litoral al verde oscuro dentro de las 200 millas marinas. Más allá de este límite tienen color azul marino. El color verdoso de las aguas tiene su origen en la abundancia del plancton (fitoplancton y zooplancton), que abunda en las aguas frías. La salinidad de estas aguas esta entre 34 y 35 por mil ppm; este porcentaje de salinidad es mayor en el sector norte y menor en el sector sur; en la zona situada entre Piura e Ica la salinidad es de 34,90 por mil; frente a Arequipa y Tacna que es de 34,50 por mil.

La región septentrional se ubica entre la frontera con el Ecuador y la Península de Illescas, departamento de Piura. Sus aguas se caracterizan por ser cálidas entre 25 y 26° C, ya que se encuentran en una zona de baja latitud, muy cerca de la línea ecuatorial (0° 1'48" en coordenadas geográficas) y por estar bajo la influencia de la Corriente "El Niño", también de aguas cálidas. El color de estas aguas es de color azul, debido a que se encuentran en una zona tropical, fuera de la influencia de la Corriente Peruana, o de Humboldt. El porcentaje de salinidad es mayor a 35 mil ppm.

1.1.3 Relieve

El mar peruano se encuentra sobre el fondo de un relieve muy variado, presentando montañas (dorsales), abismos (fosas); llegándose a encontrar los siguientes rasgos geomorfológicos.

1.1.3.1 El zócalo continental

Forma parte de la Plataforma Continental que se encuentra cubierta por las aguas marinas hasta los 200 m de profundidad; en él se distinguen llanuras con suave declive hacia el oeste, algunos valles y muchas montañas, cuyas cimas son las islas. En la zona norte y septentrional frente a los departamentos de Piura y Tumbes se caracteriza por ser angosto, de unos 50 km de ancho a la

altura de Tumbes, 40 km a la altura del desierto de Sechura, y muy angosto a la altura de punta Balcones, Paita y la península de Illescas.

En el sector central que comprende desde la península de Illescas, por el norte, hasta la península de Paracas, por el sur. Se caracteriza por ser el más amplio de los tres sectores del zócalo continental. Llegando a alcanzar unos 140 km de ancho a la altura de Chimbote, 120 km frente a Trujillo y 70 km frente a Lima.



Foto N° 1.1.- Mar del Perú

El sector meridional comprende desde la península de Paracas hasta la frontera con Chile. Se caracteriza por ser estrecho, con un ancho promedio que varía entre 2 y 4 km.

1.1.3.2 El talud continental

Comienza a los 200 m de profundidad marina, siendo el declive que sigue al oeste del zócalo continental. Llega a alcanzar hasta más de 6000 m de profundidad; en él se localizan los cañones submarinos, donde van a parar restos de materiales sólidos acumulados en el borde del zócalo continental.

1.1.3.3 Las fosas marinas

Vienen a ser profundas grietas en el fondo marino (7000 metros de profundidad aproximadamente), que se extienden paralelas al litoral peruano. En ellas se localizan muchos hipocentros de movimientos sísmicos producto del roce de la Placa de Nazca con la base de la Placa Continental Sudamericana.

Frente a la costa peruana se observan dos grandes fosas longitudinales: la fosa Central y la fosa Meridional o fosa de Arica. Ambas fosas conforman científicamente una sola la cual recibe el nombre de fosa Perú – Chile.

1.1.3.4 La dorsal de Nazca

Se encuentra localizada a unos 150 km al oeste de Ica, entre las fosas Central y Meridional. Se extiende a lo largo de 900 km hasta la isla de Pascua, al oeste del océano Pacífico. En el sentido de latitud se extiende frente a toda la costa ecuatorial con respecto al hemisferio norte y frente a las costas de Perú y Chile respecto al hemisferio sur. Hasta más o menos 40° de latitud sur. En un corte transversal de oeste a este presenta una ladera oceánica, una pequeña planicie de profundidad máxima por cuyo centro pasa el eje de la fosa, y una ladera continental ligeramente más empinada que la primera. Las variaciones de profundidad están asociadas al volumen de sedimentos que rellenan la fosa y a la presencia de una estructura transversal conocida como la Dorsal de Nazca.

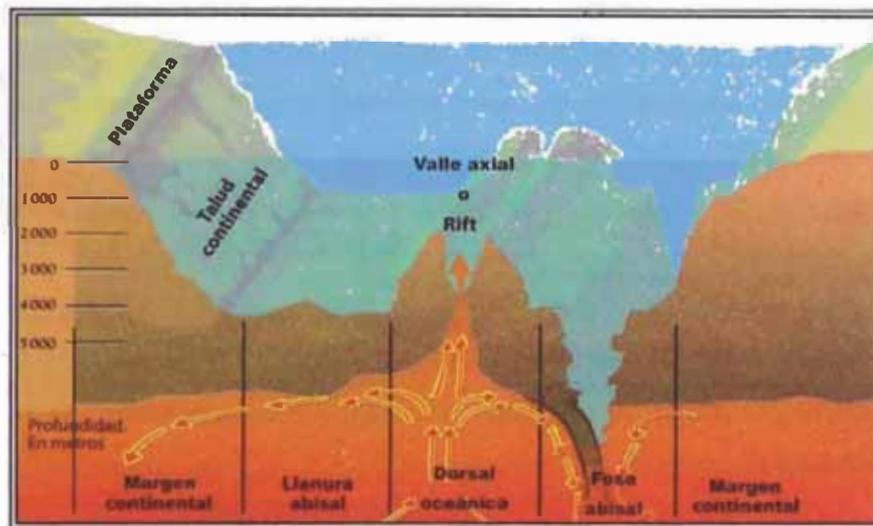


Figura N° 1.2.- Relieve marino. Fuente Oxford y Manuel Pestaña

1.1.4 Corrientes Marinas

El mar peruano presenta dos importantes corrientes, la corriente de Humboldt, y la corriente del Niño.

1.1.4.1 Corriente de Humboldt

La corriente de Humboldt, también conocida como corriente peruana, forma parte de un gran movimiento circular de masas de agua que se observa en torno al Pacífico Sur. Este gran movimiento de aguas frías es causado por la fuerza impulsiva del Anticiclón del Pacífico Sur, el cual se presenta como una masa de aire frío y seco que desciende como un gigantesco remolino aéreo. A esta fuerza inicial se le suma la fuerza de los vientos Alisios, que se desplazan desde el sudeste.

Está constituida por aguas frías que afloran de la profundidad marina. Extendiéndose desde la costa central de Chile hasta el extremo norte del Perú. Sus aguas se desplazan calmadamente a razón de 28 km por día.

Esta corriente origina una serie de efectos en el clima y relieve de la costa peruana. Ocasionando una disminución promedio, a 18,2 °C, en la temperatura ambiental, en vez de los 25 ó 26 °C que le corresponden por su baja latitud. Como consecuencia de ello también se originan una formación de neblinas y brumas en la costa y superficie marina respectivamente, evitándose la formación de nubes de lluvia, tornando árida la costa.

1.1.4.2 Corriente del Niño

Se le denomina así al desplazamiento de aguas cálidas, de norte a sur, frente a las costas de Tumbes y Piura; donde se mezclan con las aguas frías de la corriente peruana enrumbando ambas hacia el oeste. Esta corriente se hace más notoria durante los meses de verano, a partir del 24 de diciembre.

La corriente del niño trae como consecuencia una serie de efectos sobre el ecosistema peruano. Ocasionando un aumento en la temperatura de las aguas del mar del Perú, lluvias regulares y repentinas que caen sobre la costa peruana, la muerte masiva del plancton, migración de cardúmenes de anchoveta, sardinas y otras especies marinas de aguas frías hacia el sur. Esto a su vez, atrae la presencia de peces de mares tropicales en el mar de la costa central peruana.



Figura N° 1.3.- Mapa de las corrientes marinas del mar peruano. Fuente <http://algarrobopiura.blogspot.com>

1.2 ACCIÓN GEOLÓGICA DEL MAR

1.2.1 Proceso de erosión

La fuerza erosiva del mar es producto del movimiento de las aguas que actúan sobre la costa: el flujo y reflujos de la marea y las corrientes.

La acción erosiva del mar se realiza de tres formas: acción hidráulica, abrasión y disolución.

1.2.1.1 Acción hidráulica

Esta acción erosiva consiste en el desgaste causado por el continuo movimiento de las aguas marinas, las cuales al chocar contra las rocas de las costas les arrancan fragmentos y además socavan las costas formando las cavernas. En este trabajo las aguas marinas son ayudadas por el aire contenido en las fracturas, el cual es comprimido por el agua; al retirarse esta, rápidamente el aire se expande con violencia produciendo el desprendimiento de fragmentos y el ensanchamiento de las grietas.

1.2.1.2 Abrasión

Consiste en el desgaste del litoral cuando los fragmentos arrastrados por las olas chocan contra los acantilados ocasionando el redondeamiento y reducción de los fragmentos a tamaños pequeños, por atricción.

1.2.1.3 Disolución

Consiste en el efecto químico del agua al disolver los minerales de las rocas susceptibles a esta acción, que favorecen a la acción mecánica. Al avanzar el mar sobre los continentes va ejerciendo su acción erosiva produciendo diversos rasgos geomorfológicos.

1.2.2 Rasgos geomorfológicos producidos por la erosión

Los rasgos geomorfológicos producidos por la acción erosiva del mar son: acantilados y litorales, plataforma de abrasión, puntas, cavernas marinas, arcos marinos, pilares marinos.

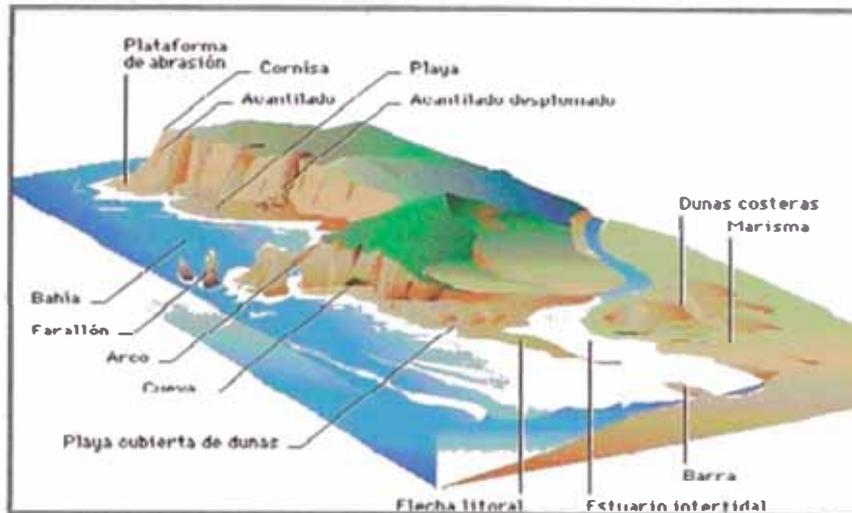


Figura N° 1.4. Rasgos geomorfológicos del mar. Fuente Oxford y Manuel Pestaña

1.2.3 Procesos de transporte

Los materiales arrancados en el proceso de abrasión y acción hidráulica del mar así como el material fragmentario que los ríos conducen al mar son transportados por las corrientes marinas que corren paralelas, oblicuas o perpendiculares a la costa por los siguientes procesos.

1.2.3.1 Tracción

Este proceso involucra el deslizamiento, saltación, de los fragmentos sólidos o detríticos.

1.2.3.2 Suspensión

Este proceso es cuando los sedimentos insolubles son transportados, por ejemplo las arcillas.

1.2.3.3 Solución

Proceso de transporte de los materiales que se encuentran disueltos en el agua de mar.

1.2.4 Proceso de depositación

Cuando las olas y corrientes marinas pierden velocidad o disminuye su capacidad de transporte, los materiales arrancados se sedimentan o depositan en la costa o en aguas profundas. Hay que tener en cuenta que el tamaño de las partículas movilizadas varía desde los más gruesos a los más finos en

suspensión o en solución, estos materiales se depositarán por los siguientes procesos.

1.2.4.1 Precipitación química o biológica

Los materiales que han sido transportados en solución.

1.2.4.2 Decantación

Los materiales que han sido transportados por suspensión.

1.2.4.3 Peso específico

Los materiales detríticos transportados por tracción de acuerdo a su morfometría y granulometría, en primer lugar los cantos gruesos y angulosos hasta los materiales finos y redondeados.

1.2.5 Rasgos geomorfológicos producidos por la depositación

Los rasgos geomorfológicos y detríticos producidos por la acción de depositación de los mares son las playas, barras y terrazas de acumulación

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL MAR

En el presente capítulo veremos a continuación los métodos de protección de riberas que existen, que se basan en dos alternativas o filosofías distintas, estas son:

- La interposición de un elemento que evite la erosión entre la orilla y la corriente de agua.
- La disminución de la capacidad erosiva de la corriente de agua.

Dentro de la primera alternativa se encuentran las denominadas estructuras de protección de margen, las cuales se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Revestimiento de margen
- Pantallas

La segunda alternativa incluye los llamados elementos de control de movimiento dentro de los cuales estarían las siguientes medidas:

- Espigones
- Estructuras de retardo
- Diques Longitudinales

2.1 ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DE RIBERAS

2.1.1 De revestimiento

Son elementos de protección que se interponen entre la ribera del cauce y la corriente de agua con el objeto de evitar la erosión de éste, por lo que deben ser realizados con materiales resistentes a la fuerza erosiva de la corriente. Se distinguen del resto de medidas de protección en que estos deben ser soportados totalmente por el margen. Se pueden clasificar en dos tipos:

2.1.1.1 Rígidos

Son aquellos que no se adaptan a las irregularidades o cambios de forma del margen por lo que son susceptibles de fallo si se quedan sin soporte. Los más utilizados en función del material empleado son:

- Revestimiento de hormigón o asfalto.
- Mantas rellenas de hormigón
- Sacos de arena o cemento, geobolsas.

- Revestimiento con concreto Ciclópeo

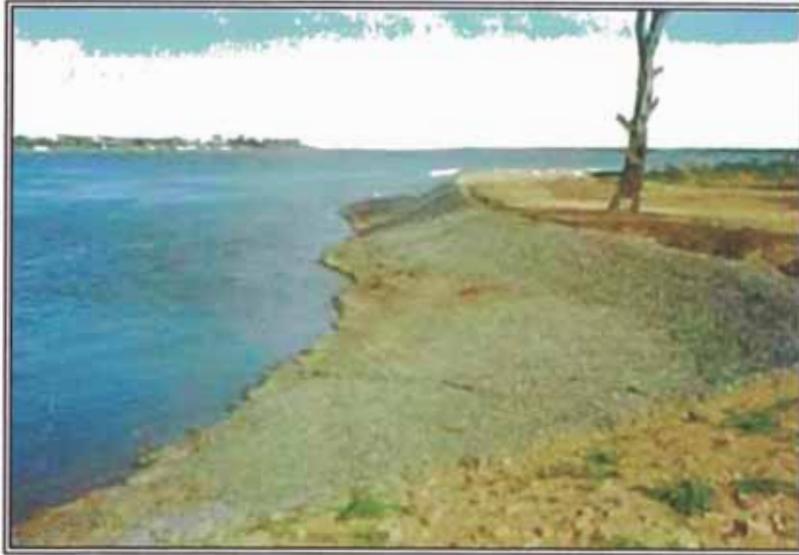


Foto N° 2.1.- Revestimiento de una ribera con concreto



Foto N° 2.2.- Geobolsas

De estas alternativas los revestimiento con concreto y asfalto son más aplicables para riberas en los ríos.

2.1.1.2 Flexibles

Estos se adaptan a las irregularidades o cambios de forma del terreno sobre el que apoyan, causadas principalmente por subsidencia o erosión, sin sufrir daños importantes. Los más utilizados en función del material empleado son:

- Enrocados.
- Gaviones,
- Colchones de neumáticos
- Bloques de hormigón prefabricados
- Vegetación



Foto N° 2.3.- Construcción de enrocado de protección

2.1.2 Pantallas

Son estructuras verticales o cuasi-verticales que son capaces de resistir el empuje de un terraplén o dique. Son elementos muy caros por lo que su uso se reduce normalmente a casos puntuales donde el valor de los bienes a proteger justifica económicamente su empleo. Los tipos más usuales de pantallas son:

- Muros de hormigón.
- Tablestacas metálicas.
- Tablestacas de madera.
- Jaulas de madera.
- Gaviones.
- Neumáticos apilados.



Figura N° 2.1.- Tipos de Pantallas como defensas ribereñas. Fuente Elaboración Propia

2.2 ELEMENTOS DE CONTROL DE MOVIMIENTO

2.2.1 Espigones

Los espigones son estructuras lineales, permeables o impermeables, colocadas en dirección ligeramente transversal al cauce, los cuales controlan el movimiento del agua en la proximidad de la ribera alterando la dirección del flujo, y así reduciendo la velocidad y por tanto la erosión, además esto induce la sedimentación.

Según el tipo de material de que están formados los espigones se pueden clasificar en: permeables e impermeables. Según la modificación que estos producen sobre la corriente de agua, pueden ser: estructuras de retardo de flujo, estructuras de desvío-retardo y estructuras de desvío; siendo las dos primeras estructuras permeables y el último estructura impermeable.



Foto N° 2.4.- Espigón. Fuente

<http://www.elidealgallego.com/articulo/coruna>

2.2.2 Estructuras de retardo

Son estructuras permeables para la protección de riberas las cuales se diseñan en función de la velocidad de la corriente para inducir procesos de sedimentación o acumulación de material en la ribera a proteger. Normalmente se disponen en sentido paralelo al pie del talud, bien como estructuras de tipo lineal o bien ocupando superficies importantes. El objetivo principal de este tipo de estructuras es la protección del pie del talud mediante la disminución de la velocidad de la corriente. Esta pérdida de velocidad, equivalente a una menor fuerza erosiva, origina la sedimentación del material arrastrado, provocando también un desplazamiento de la fuerza erosiva de la corriente lejos de la ribera a proteger. Las estructuras de retardo que más se utilizan son:

- Tetraedros metálicos
- Cercas de madera
- Cercas de alambre
- Pilotes de madera

2.2.3 Diques Longitudinales

Los Diques Longitudinales son barreras construidas paralelamente a la línea del margen o a la línea de flujo que se desea conseguir. Pueden ser en algunos casos impermeables y su objetivo es la protección de la margen mediante la disminución de la velocidad de la corriente en las proximidades del mismo, o bien la recuperación de la alineación del flujo mediante la restauración o el recrecimiento del margen del cauce previamente erosionado.

2.3 LOS GEOSINTÉTICOS

Los Geosintéticos son productos que tienen como componente base el polímero sintético o natural, y se presenta en forma de filtro, manto, lámina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del campo de la geotecnia o de la ingeniería civil.

La utilización de los Geosintéticos en la Ingeniería se ha visto incrementada en una forma sostenida en los últimos años. Estos productos presentan grandes ventajas como: facilidad de puesta en obra, económico en grandes cantidades, permite ahorros de tiempos de ejecución, posibilita soluciones medioambientales correctas con empleo de mano de obra no calificada y utilización de materiales de calidad verificable.

2.3.1 Clasificación de los Geosintéticos.

Los geosintéticos son materiales fabricados a partir de polímeros y que luego se utilizan para mejorar las características del suelo natural, para hacer posible la ejecución de ciertos proyectos de construcción.

Los geosintéticos pueden ser clasificados en categorías según el método de fabricación, componentes, etc. Entre los principales geosintéticos usados en obras de ingeniería civil tenemos:

2.3.1.1 Geotextiles

Son mantas de fibras o hilos tejidos, no tejidos o atados o cosidos. Las mantas flexibles y permeables y generalmente tienen la apariencia de un tejido. Los geotextiles son usados en aplicaciones de separación, filtración, drenaje, refuerzo y control de erosión. En la Figura 2.1. Se muestra algunos rollos de geotextil.



Figura N° 2.2.- Rollos de geotextiles

2.3.1.2 Geomallas

Son materiales geosintéticos que tiene una apariencia de malla cubierta. La principal aplicación de las geomallas es el refuerzo de suelos.



Figura N° 2.3.- Láminas de geomallas

2.3.1.3 Georedes

Son materiales tipo malla abierta formados por dos conjuntos de hebras poliméricas gruesas y paralelas interactuando en un ángulo constante. La malla forma una manta con cierta porosidad que es usada para llevar relativamente grandes cantidades de fluido o gases internamente.

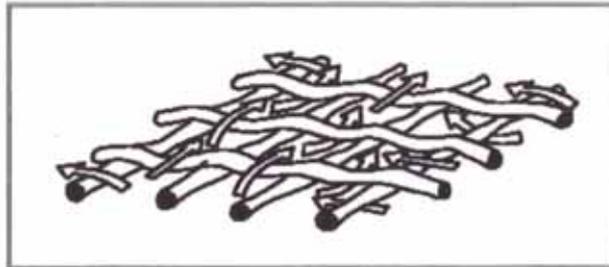


Figura N° 2.4.- Esquema de un geored

2.3.1.4 Geomembranas

Son láminas continuas y flexibles elaboradas de uno o más materiales sintéticos, ver Figura 2.4. Estos son de una muy baja permeabilidad y son usados como revestimientos de contenedores de fluidos y gases y como barreras de vapor.



Figura N° 2.5.- Rollo de geomembrana

2.3.1.5 Geocompuestos

Los Geocompuestos son geosintéticos hechos de una combinación de dos o más tipos de geosintéticos, ver Figura 2.5. Algunos ejemplos son: geotextil-geored, geotextil-geomalla, geored-geomembrana. Drenes fabricados de geocompuestos o drenes verticales prefabricados (PVC's) son formados por un núcleo plástico drenante rodeado de un filtro de geotextil.



Figura N° 2.6.- Lámina de un geocompuesto

2.3.1.6 Revestimiento Geosintéticos de Arcilla (GCL's)

Son geocompuestos que son fabricados con una capa de arcilla bentonítica incorporada entre una capa superior e inferior de geotextil o limitado por una geomembrana o una simple capa de geotextil.

2.3.1.7 Tubos Ranurados

Son tubos polímeros perforados o de pared sólida usados para drenaje de líquidos o gases. En algunos casos el tubo perforado es cubierto de filtro geotextil.



Figura N° 2.7.-Tubo ranurado usado en drenaje

2.3.1.8 Geoceldas

Las Geoceldas son redes tridimensionales relativamente gruesas construidas por tiras de planchas de polímeros. Las tiras son juntadas para formar celda interconectada que son rellenas con suelo ocasionalmente concreto. En algunos casos, geoceldas de tiras de poliolefina de 0.5 m a 1 m de ancho han sido conectadas con barras verticales de polímero para formar estratos profundos de geoceldas llamados geocolchones.



Figura N° 2.8.- Geoceldas

2.3.2 Funciones de los Geosintéticos

Los geosintéticos son fabricados para el uso en aplicaciones de tipo geotécnico, geoambiental, hidráulico e ingeniería de transporte. Las principales funciones de los geosintéticos son: separación, filtración, drenaje, refuerzo, contención de fluido/gas o control de erosión. En algunos casos los geosintéticos pueden tener doble función.

2.3.2.1 Separación

Los geosintéticos actúan para separar dos capas de suelo que tienen diferentes distribuciones de partículas. Por ejemplo, los geotextiles son usados para prevenir que materiales de base penetren suelos blandos de estratos subyacentes, manteniendo la espesura de diseño y la integridad de la vía. La función de separación ayuda también en la prevención del acarreamiento de granos finos en dirección de estratos granulares permeables.

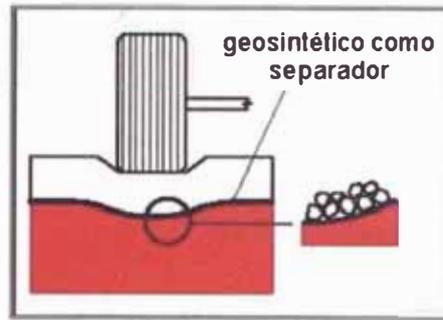


Figura N° 2.9.- Esquema de la función de separación de los geosintéticos.

2.3.2.2 Filtración

Los geosintéticos actúan en forma similar a un filtro de arena permitiendo el movimiento de agua a través del suelo y reteniendo las partículas traídas por el flujo, ver Figura 2.9. Por ejemplo, los geotextiles son usados para prevenir la migración de agregados de los suelos o evitar que en el drenaje de un sistema se sature de partículas. Los geotextiles son usados también debajo de “rip-rap” y otros materiales en sistemas de protección para prevenir la erosión del suelo como en terraplenes de ríos y costas.

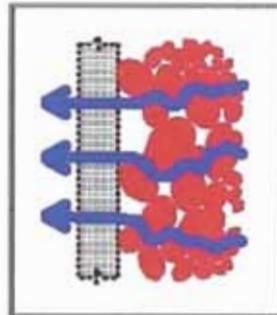


Figura N° 2.10.- Esquema de la función de filtración de los geosintéticos.

2.3.2.3 Drenaje

Los geosintéticos actúan como drenes para conducir el flujo a través de suelos menos permeables. Por ejemplo, los geotextiles son usados para disipar las presiones de poro en la base de terraplenes viarios. Para grandes flujos fueron desarrollados drenes de geocompuestos. Estos materiales han sido usados como drenes de canto en pavimentos, drenes de interceptación en taludes, y drenes de contrafuertes y muros de contención. Drenes verticales prefabricados (PDV's) han sido usados para acelerar la consolidación de fundaciones con

suelos blandos cohesivos debajo de terraplenes y rellenos previamente cargados.

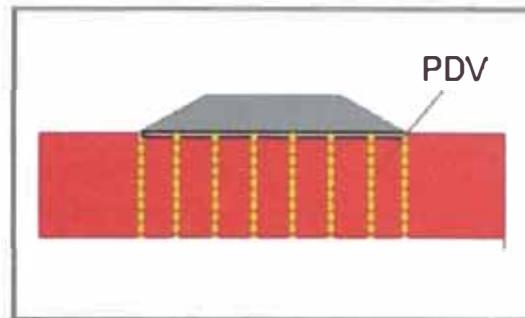


Figura N° 2.11.- Esquema de la función de drenaje de los geosintéticos en un terraplén

2.3.2.4 Refuerzo

Los geosintéticos actúan como un elemento de refuerzo dentro de la masa de suelo o en combinación con el propio suelo para producir un compuesto que mejore las propiedades de resistencia y deformación. Por ejemplo, geotextiles y geomallas son usados para adicionar resistencia a tracción a la masa de suelo y posibilitar paredes de suelo reforzado verticales o casi verticales.

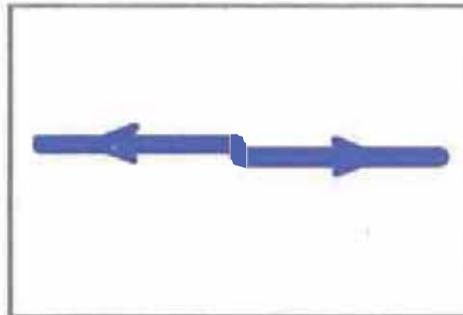


Figura N° 2.12.- Esquema de la función de refuerzo de los geosintéticos

2.3.2.5 Contención de Fluido/Gas (barrera)

Los geosintéticos actúan como una barrera impermeable para fluidos y gases. Por ejemplo, geomembranas, películas finas de geotextil, revestimientos de arcilla geosintética (GCLs), y geotextiles revestidos son usados como barreras que impiden el flujo de líquidos o gases. Esta función es usada también en pavimentos, encapsulación de suelos expansivos y contenedores de desperdicios.

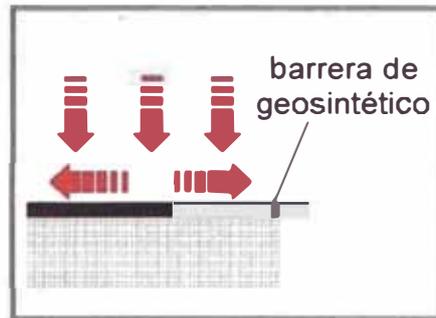


Figura N° 2.13.- Esquema de la función de contención de fluido/gas de los geosintéticos

2.3.2.6 Control de Erosión

Los geosintéticos actúan para reducir la erosión del suelo causado por el impacto de lluvias y escorrentía de aguas de superficie, ver Figura 2.13. Por ejemplo, mantas temporales de geosintéticos y tapetes livianos permanentes de geosintéticos son colocados sobre los taludes evitando la exposición del suelo. Barreras de geotextil son usados en la retención de partículas traídas por la escorrentía superficial.

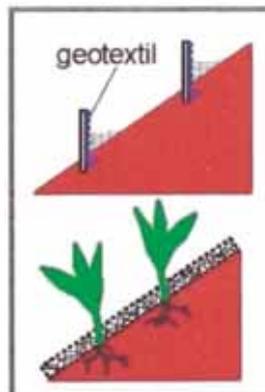


Figura N° 2.14.- Esquema de la función de control de erosión de los geosintéticos

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL USO DE GEOSINTÉTICOS EN DEFENSAS RIBEREÑAS

La aplicación de geosintéticos en el Perú, para controlar la erosión del mar, ha aumentado en los últimos años; esta nueva tecnología que surgió en los años 60; su hallazgo fue producto de la búsqueda de nuevas tecnologías en el control de defensas ribereñas en Holanda.

Los geosintéticos son geosistemas usados como contenedores de suelos; los cuales son más estables hidráulica y geotécnicamente ya que son unidades más pesadas y más grandes, cuya relación ancho alto es mayor y tienen además un área de contacto entre unidades mayores, en comparación con otro tipo de estructuras para defensas ribereñas.

El oleaje es un proceso natural causado principalmente por el movimiento del agua y el viento. Este movimiento en ciertas circunstancias se presenta en algunos casos de forma irregular superando los niveles normales, ocasionando grandes daños dependiendo de la estructura que afecte.



Foto N° 3.1.- Daños causados por oleaje anómalo. Fuente propia

3.1 TIPOS DE GEOSINTÉTICOS USADOS EN DEFENSAS RIBEREÑAS

Los principales productos de geosintéticos utilizados como defensas ribereñas son los geotubos, geocontenedores y las geobolsas.

3.1.1 Geotubos

Los geotubos son geotextiles en forma de un tubo largo, el cual es llenado hidráulicamente con suelo, que puede ser usado como estructura marina e hidráulica; estos pueden ser instalados sobre terreno firme o en profundidades de agua de hasta 5 m.

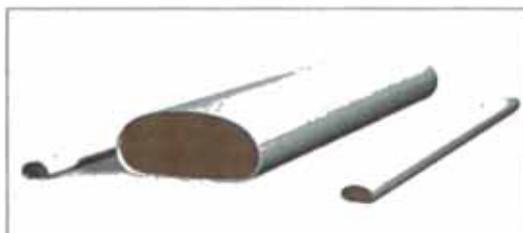


Figura N° 3.1.- Esquema de un geotubo, la estructura principal sobre un manto antisocavación, Fuente Manual de Ten Gate

A continuación se describen sus aplicaciones:

3.1.1.1 Diques de contención

Los geotubos son usados como diques de contención para la recuperación de tierras en el mar, por ejemplo la isla de Shamrock en Estados Unidos.

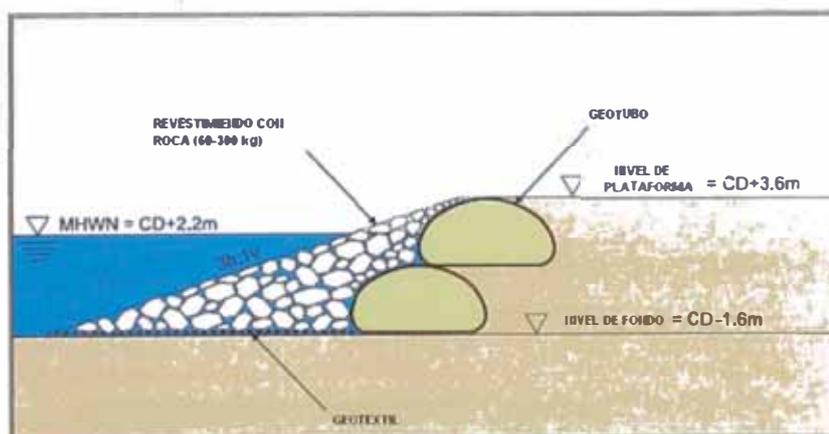


Figura N° 3.2.- Esquema de instalación del geotubo, Fuente Manual de Ten Gate



Foto N° 3.2.- Instalación del geotubo, Fuente Manual de Ten Gate

3.1.1.2 Protección de orillas

Los geotubos son usados como sistema de protección de una orilla que ha sido erosionada. Por ejemplo la ciudad de Sea Isle en New Jersey, USA.



Foto N° 3.3.- Geotubo atacado por el oleaje durante su construcción, Fuente Manual de Ten Gate

3.1.1.3 Espigones

Los geotubos son usados como espigones para reducir la velocidad del flujo de agua, produciendo la sedimentación de las partículas.

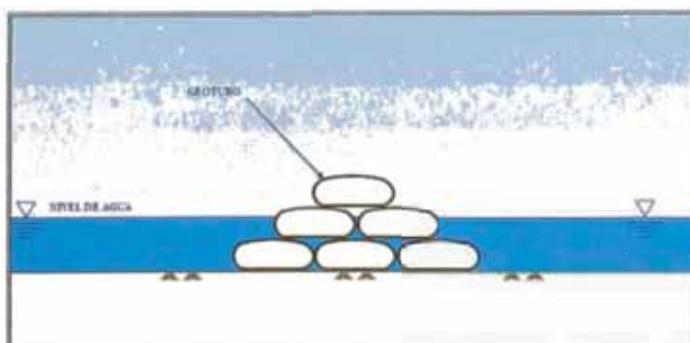


Figura N° 3.3.- Esquema de colocación de geotubos para espigones, Fuente Manual de Ten Gate



Foto N° 3.4.- Geotubos colocados como espigones en México, Fuente Manual de Ten Gate

3.1.1.4 Rompeolas costeras

Los geotubos son usados para evitar la erosión de la línea costera, estos son colocados a cierta distancia en alta mar con el fin de disipar las fuerzas de las olas antes de que llegue a la costa. Se colocan los mantos antisocavación para evitar la erosión de la estructura y no se produzca su colapso.

En muchos casos el manto queda expuesto, por lo que se le adiciona ciertos compuestos al geo textil para aumentar el periodo de vida útil del geotubo.

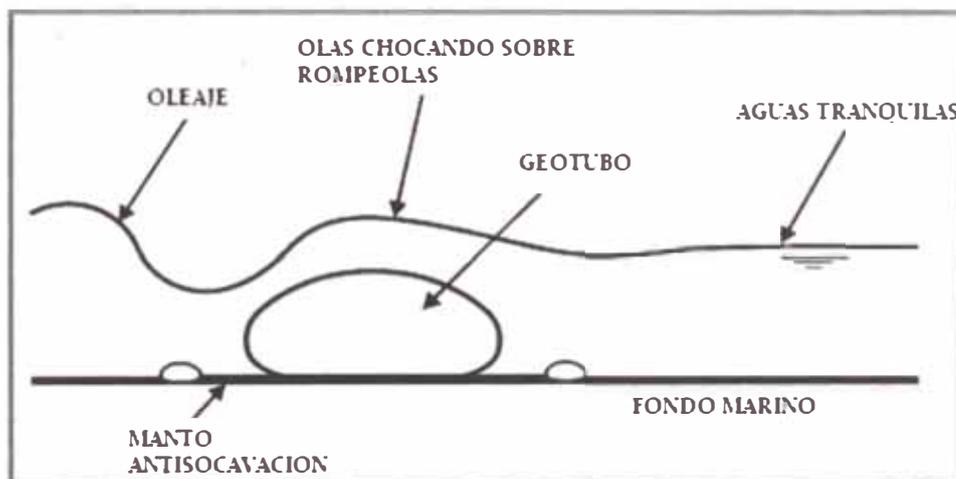


Figura N° 3.4.- Esquema de un geotubo usado como rompeolas. Fuente Lawson (2008)

3.1.2 Geocontenedores

El geocontenedor es una bolsa de gran tamaño, la cual se llena con suelo. En una barcaza de descarga de fondo se utiliza para formar, transportar e instalar el geocontenedor; los geocontenedores trabajan a profundidades mayores a 5 m.



Figura N° 3.5.- Esquema de un geocontenedor. Fuente Manual de Ten Gate

Para la fabricación de cada geocontenedor se debe considerar la forma de la barcaza donde se va a colocar, para que este se adapte sin ningún tipo de problema al momento de hacer el llenado y la instalación.

3.1.2.1 Rompeolas costeras

Los geocontenedores son usados como parte de los espigones, para evitar la erosión de la costa. Al igual que los geotubos son colocados alejados de la costa. Son usados a una mayor profundidad y son cubiertas con rocas hasta la altura requerida por la estructura.

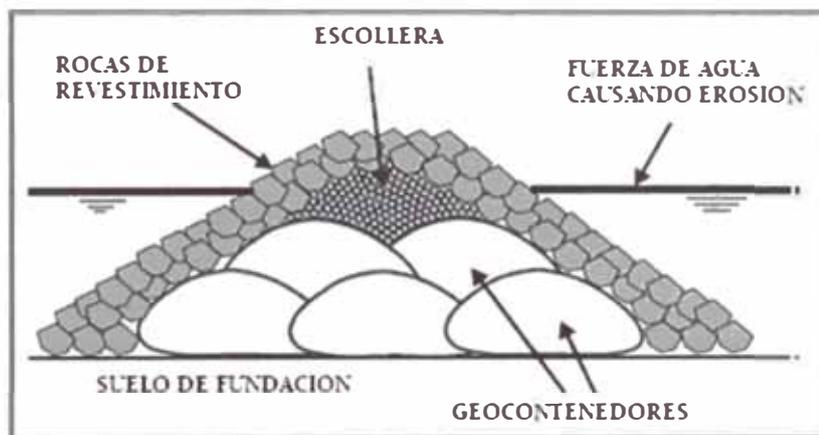


Figura N° 3.6.- Esquema de un geocontenedor usado como rompeolas. Fuente Lawson (2008)

3.1.2.2 Diques de contención

Los geocontenedores se utilizan como diques de contención, a diferencia de los geotubos estos se pueden colocar a una mayor profundidad. Estas son cubiertas con roca en una cara lateral y en la parte superior para llegar a la altura requerida.

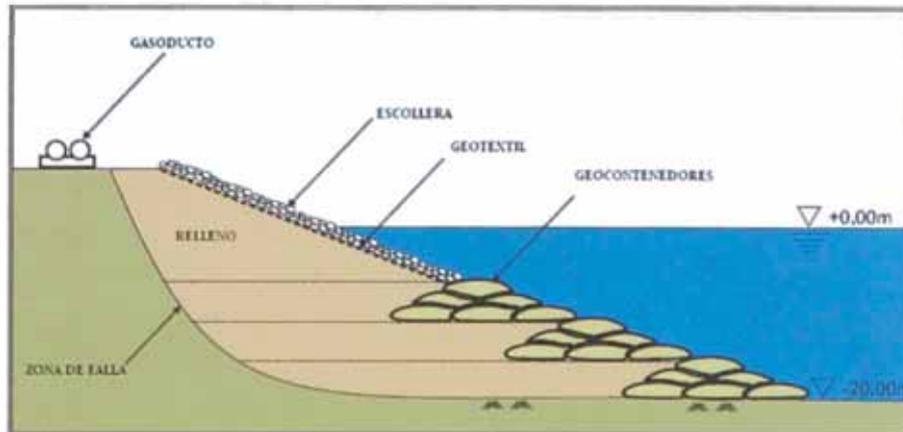


Figura N° 3.7.- Esquema de un dique de contención usando geocontenedores. Fuente Lawson (2008)

3.1.2.3 Arrecifes artificiales (Artificial reefs)

Los geocontenedores se emplean para la construcción de arrecifes artificiales; los geocontenedores proporcionan una plataforma elevada, que obliga a que las olas rompan en la parte superior del arrecife; esto evita la erosión de la costa.

Así como disipadores de energía de las olas, los arrecifes artificiales pueden refractar las olas y alterar su normal comportamiento.

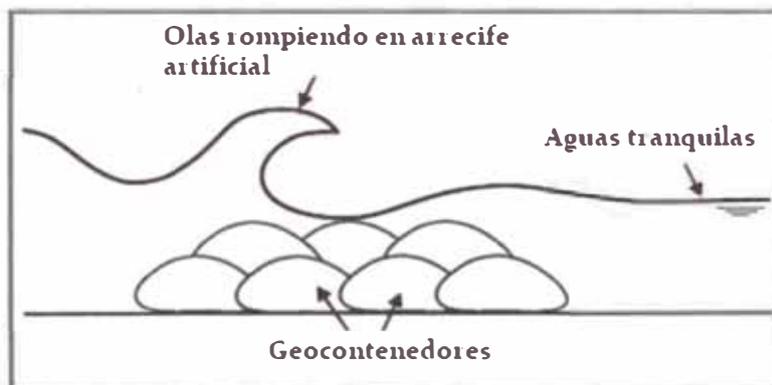


Figura N° 3.8.- Esquema de geocontenedores colocados como arrecife. Fuente Lawson (2008)

3.1.2.4 Contención de taludes

Los geocontenedores se utilizan para la contención subacuática de taludes inestables; el peso de los geocontenedores se utiliza para proporcionar un contrapeso a un talud potencialmente inestable.

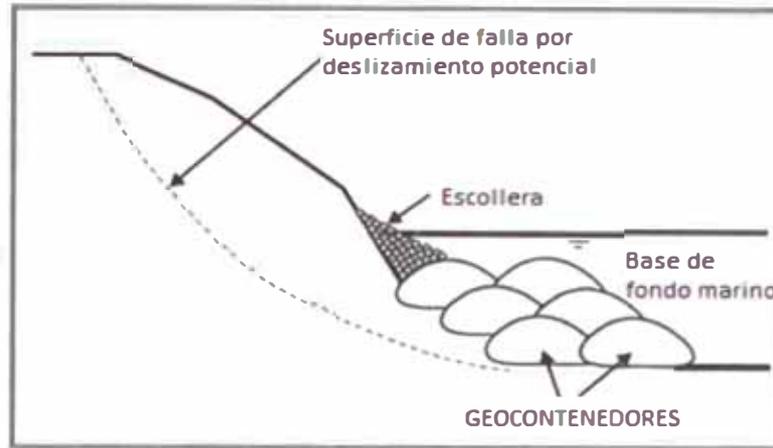


Figura N° 3.9.- Aplicación de geocontenedores en la contención de taludes. Fuente Lawson (2008)

3.1.3 Geobolsas

La geobolsa es un contenedor de geotextil diseñado para ser llenado con suelo e instalado para la construcción de estructuras marinas e hidráulicas. Cada geobolsa es fabricada a la medida y suministrada en varias formas y tamaños. Estas se pueden instalar en tierra firme, o cualquier profundidad.



Figura N° 3.10.- Esquema de una geobolsa, Fuente Manual de Ten Gate

Las geobolsas se utilizan en diversas aplicaciones marinas e hidráulicas, a continuación describiremos estas aplicaciones.

3.1.3.1 Revestimiento

Las geobolsas se utilizan para revestimiento donde su relleno contenido se utiliza para proporcionar estabilidad y prevenir la erosión. Las geobolsas se han utilizado como revestimiento sumergido y expuesto, aplicación similar a la de los geotubos.

Para evitar la erosión del suelo de cimentación en el pie del revestimiento, se extiende la capa inferior de las geobolsas para que el revestimiento principal no pueda ser socavado.

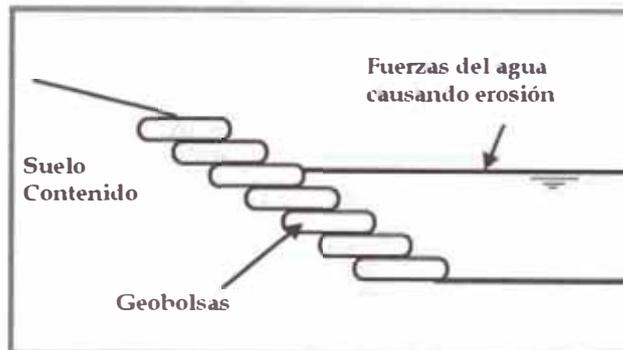


Figura N° 3.11.- Esquema de geobolsas colocadas como revestimiento de un talud. Fuente Lawson (2008)

3.1.3.2 Espigones

Las geobolsas se pueden utilizar como espigones para evitar el movimiento de sedimentos en el litoral, bajo las mismas condiciones que se aplican para los geotubos.

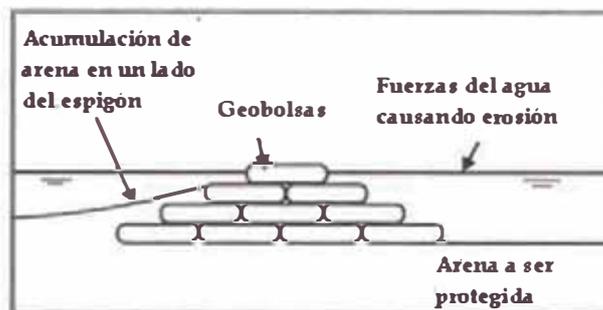


Figura N° 3.12.- Esquema de un espigón con geobolsas. Fuente Lawson (2008)

3.1.3.3 Arrecifes artificiales (Artificial reefs)

Las geobolsas se pueden utilizar para construir arrecifes artificiales, usando las mismas condiciones de los geotubos o geocontenedores. Una ventaja importante de las geobolsas es que pueden ser instalados con menores dimensiones, al ser de menor volumen que los geocontenedores.

Los arrecifes artificiales son normalmente usados para disipar la energía de las olas y por tanto prevenir la erosión de la costa.

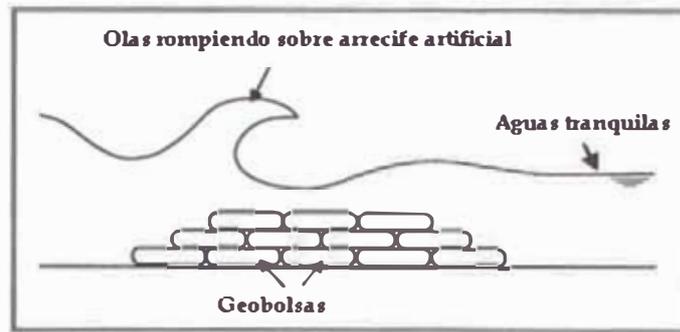


Figura N° 3.13.- Esquema de un arrecife de geobolsas.
Fuente Lawson (2008).

3.1.3.4 Contención de taludes

Al igual que los geocontenedores, las geobolsas pueden ser utilizadas para dar apoyo a un talud inestable, las geobolsas actúan como una estructura de retención al pie del talud.

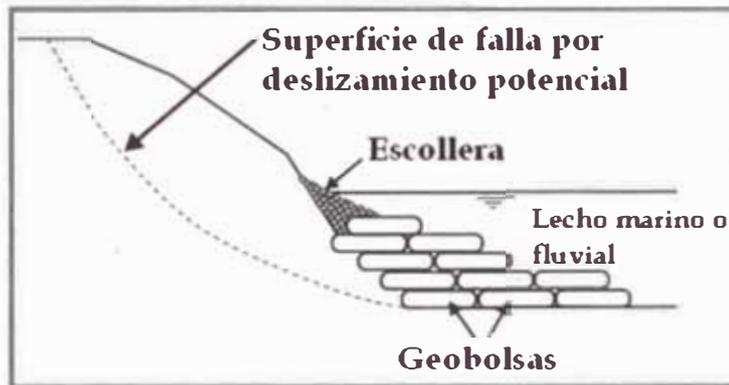


Figura N° 3.14.- Esquema de geobolsas colocadas para contención de taludes Fuente Lawson (2008).

3.1.3.5 Prevención de socavación (Scour Prevention)

Las geobolsas se utilizan para evitar la socavación en las inmediaciones de una estructura en el mar. Esta es la aplicación original de estas unidades. Las geobolsas se pueden instalar fácilmente utilizando maquinaria simple, estas se pueden adaptar a la forma de la fosa donde se colocara, y por lo tanto proporcionar buenas propiedades de aislamiento.

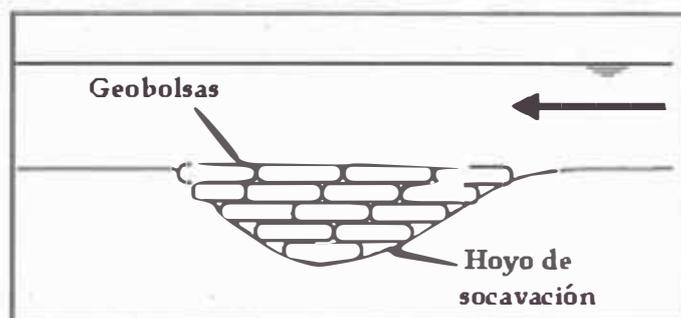


Figura N° 3.15.- Esquema de geobolsas colocadas para prevenir la socavación por acción del mar. Fuente Lawson (2008).

3.1.3.6 Diques de contención

Los diques de contención son una de las aplicaciones originales de las geobolsas. Las geobolsas forman una estructura estable por su propio peso que es resistente a la erosión cuando es sometido a fuerzas hidráulicas.

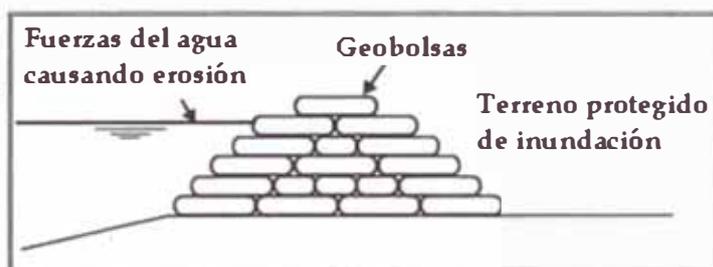


Figura N° 3.16.- Esquema de colocación de geobolsas como diques de contención. Fuente Lawson (2008).

3.2 APLICACIÓN DEL USO DE GEOTUBOS COMO DEFENSA RIBEREÑA EN UN PROYECTO DE URBANIZACIÓN EN CAÑETE

En un proyecto de urbanización en el distrito de Asia en la provincia de cañete se plantea colocar un malecón frente al mar para proteger las casas de playa a construir del oleaje anómalo que se presenta cada cierto periodo.

3.2.1 Zona de estudio

3.2.1.1 Ubicación

El proyecto de urbanización La Jolla se ubica en el km 101 de la Panamericana Sur en el distrito de Asia, provincia de Cañete, el área que abarca es de 37 Ha, y el proyecto constituye la construcción de casas de playa y una laguna recreacional de 5.5 Ha.



Figura N° 3.17.- Ubicación del proyecto. Fuente Google Earth

Para georeferenciar este proyecto se usó los puntos otorgados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) ubicados dentro del área del proyecto, siendo los siguientes:

DATOS DEL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL COORDENADAS UTM PSAD 56		
NOMBRE: IGN J1	LOCALIDAD: ASIA	ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
UBICACION: PROYECTO DE HABILITACION URBANA LA JOLLA		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 6 mm.
LATITUD (S) PSAD 56 12°47'05".54568		LONGITUD (W) PSAD 56 76°34'59".81411
NORTE (Y) PSAD 56 8 586 112.1430 m.		ESTE (X) PSAD 56 328 133.3503 m.
ALTURA ELIPSOIDAL 28.073	ZONA UTM 18	ORDEN C
NOMBRE: IGN J2	LOCALIDAD: ASIA	ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
UBICACION: PROYECTO DE HABILITACION URBANA LA JOLLA		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 6 mm.
LATITUD (S) PSAD 56 12°47'19".13667		LONGITUD (W) PSAD 56 76°34'41".88384
NORTE (Y) PSAD 56 8 585 697.8096 m.		ESTE (X) PSAD 56 328 676.6735 m.
ALTURA ELIPSOIDAL 28.195	ZONA UTM 18	ORDEN C

**Cuadro N° 3.1- Puntos del Instituto Geográfico Nacional del proyecto La Jolla.
Fuente Plano de levantamiento de Cerco perimétrico "Habilitación Urbana La Jolla"**

3.2.1.2 Topografía

El área del proyecto La Jolla abarca 37 hectáreas, donde para el diseño arquitectónico se hizo el levantamiento topográfico, encontrándose la zona del lindero frente al mar un relieve casi uniforme con un nivel de +3.00 metros sobre el nivel del mar, información mostrada en el plano de topografía del proyecto la Jolla (Ver Anexo planos Topografía).

3.2.1.3 Aspectos Geológicos

El relieve del área de estudio y su entorno inmediato corresponde a una planicie costera, zona de depósitos de arena que accionados por los agentes dinámicos como el viento y el agua de mar han dado origen a un relieve casi horizontal, pertenecientes a la formación Cañete.

La formación Cañete es de origen continental, formada por acumulaciones aluviales antiguas, provenientes de conos de deyección, que han dado lugar a conglomerados polimícticos semiconsolidados, de gravas redondeadas a subredondeadas y con intercalaciones lenticulares de arena, de granulometría variada, que pueden presentar estratificación cruzada. La litología cambia hacia el Sur, pues en los acantilados del área de Jahuay y la quebrada Topará, la secuencia está constituida en su base, por arena fina a gruesa con algunos lechos de gravas pequeñas, y hacia el tope se vuelve limo-arcillosa, con intercalaciones de arena fina a gruesa en capas continuas y lenticulares, presentando algunos horizontes estratificación cruzada.

Estos depósitos de conglomerados corresponden al Cuaternario pleistocénico, estimándose entre 100 y 200 metros su espesor en la región, presentando en ciertos sectores, una cobertura de arena eólica que enmascara su presencia.

La historia geológica de la región en la que se localiza la cantera, es el resultado de los diversos eventos geotectónicos por los cuales ha pasado. Se inicia con la deposición en una cuenca oscilante de los materiales sedimentarios y volcánico-sedimentarios del cretáceo; luego de esta etapa sedimentaria, ocurre durante el cretáceo tardío el primer evento del ciclo geotectónico andino (fase Peruana) que levanta a niveles moderados el bloque rocoso andino y con el cual se inicia la intrusión del extenso batolito de la costa, cuyos afloramientos se exponen principalmente en el sector oriental de la zona de estudio.

La tercera etapa del ciclo geotectónico andino (fase Quichuana), ocurrida durante tiempos plio-pleistocenos, pliega y levanta moderadamente el bloque

rocoso de la vertiente occidental, conformándose el relieve colinoso y montañoso que caracteriza la zona mesoandina y sus estribaciones occidentales. Este levantamiento de carácter epirogénico viene acompañado de una intensa denudación y acelerada disección, que da lugar a que los ríos y quebradas interandinas establezcan definitivamente sus cursos, como es el caso de las quebradas Topará, Cansa Caballo y Venturosa.

En el pleistoceno, y como consecuencia de las oscilaciones climáticas, se produce un intenso aluvionamiento que da lugar a los depósitos de la formación Cañete que conforman las pampas costaneras que se extienden en el sector bajo del área de estudio, las que en parte se hallan cubiertos por arenas eólicas. En tiempos holocénicos y en condiciones climáticas áridas a semiáridas, se depositan una nueva serie de sedimentos aluviales, torrenciales, coluviales y eólicos.

El material de cobertura está compuesto por arenas, limos y arcillas en proporciones muy inferiores a las arenas y situadas en el extremo más alejado del mar.

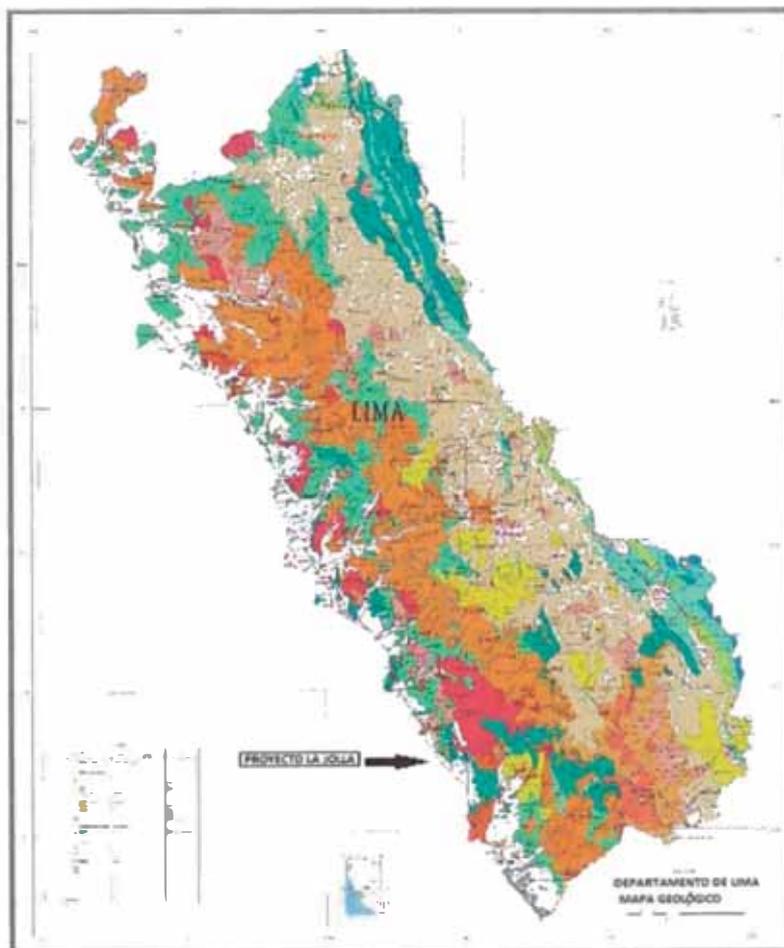


Figura N° 3.18- Plano geológico de Lima. Fuente www.ingemmet.com.pe

3.2.1.4 Aspectos Geotécnicos

Se hicieron los diferentes estudios y análisis para determinar la calidad del terreno. Para determinar la capacidad portante se hizo las perforaciones "SPT", (Standard Penetration Test), extrayéndose Arena mal gradada, donde se determinó la capacidad portante admisible promedio del suelo a una profundidad de 1 m es de 0.5 Kg/cm², a 2 m es de 1.0 kg/cm² y a partir de una profundidad de 3 m (si fuera el caso del nivel de desplante) es 3.75 kg/cm². (Ver Anexo Estudio de suelos).

De los resultados de laboratorio para las perforaciones se han obtuvieron clasificaciones y contenidos de humedad del material predominando arenas pobremente gradadas de clasificación SUCS "SP" y con contenidos de humedad que varían entre 1.9 % como valor mínimo y 29.8% como valor máximo.

La provincia de Cañete, en la que se encuentra la zona de estudio se sitúa de acuerdo a la zonificación sísmica de la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones en la Zona 3 o Zona de Sismicidad Alta, donde pueden ocurrir sismos con intensidades de hasta VIII a IX grados en la escala de Mercalli Modificado.

3.2.1.5 Aspectos Hidráulicos

En el área donde se desarrolla el proyecto presenta un oleaje muy alto, por estar situado frente al mar sin ningún tipo de protección; las olas tienen un periodo de ola muy corto; cada cierto periodo se produce un oleaje anómalo superior al normal que puede generar marejadas que generen inundaciones en el proyecto. Para prevenir las inundaciones se plantea colocar una defensa ribereña para proteger las construcciones del proyecto hasta marejadas de 2 metros de altura (Ver Anexo Carta de Inundación).

3.2.1.6 Salinidad de agua de mar

Se extrajeron algunas muestras de agua de mar, en el área del proyecto, haciéndose unos pozos, donde se determinó su salinidad (Ver Anexo Estudio de Agua de Mar), encontrándose una salinidad entre 4.8 y 10.2 gramos por litro, estos valores obtenidos se deben a que se extrajeron las muestras indirectamente, si no haciéndose pozos donde el agua de mar se mezclaba con las aguas subterráneas provenientes del acuífero del río Cañete.

3.2.2 Planteamiento de solución

Para proteger el proyecto se plantea colocar un dique de contención usando geotextiles, de los 3 métodos planteados se opta por los geotubos por lo siguiente:

- Los geotubos al igual que los geocontenedores y geobolsas son llenados con material de préstamo, la diferencia está en la forma de llenado, los geotubos se llenan hidráulicamente con unas bombas, la mezcla de agua y arena ingresan al geotubo saliendo por los aberturas el agua quedando solo la arena; mientras que para los geocontenedores y geobolsas se necesita una excavadora o similar para ir llenando estos contenedores con el material seco, luego los geocontenedores y geobolsas son cocidos.
- Los geotubos son llenados in situ, mientras que las geobolsas y geocontenedores son llenados en un contenedor y transportados con una grúa a su ubicación final. además se necesitan accesos marinos o terrestres para hacer el traslado de los geocontenedores o geobolsas.

Los geotubos se colocaran a lo largo del perímetro de la urbanización, en el lado que esta frente al mar, como base del malecón, los geotubos a colocar serán de 25.00 m de largo, y se colocaran en forma continua.

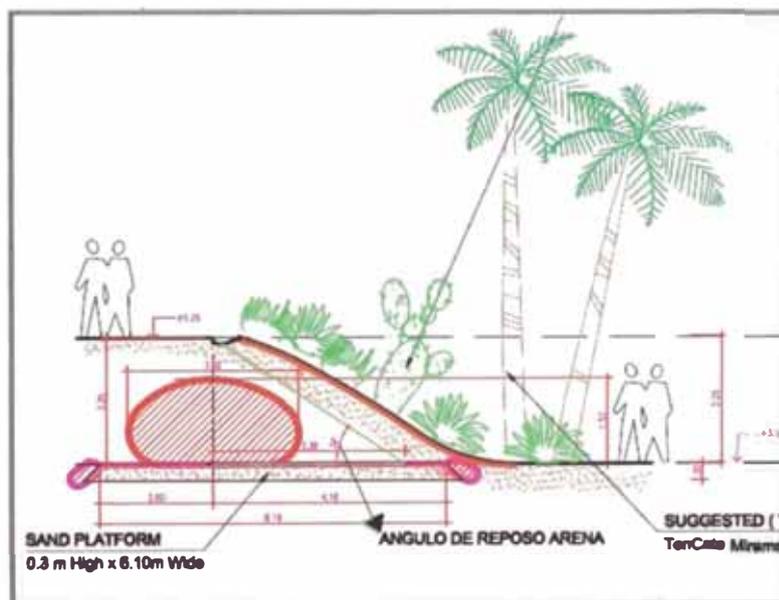


Figura N° 3.19.- Esquema del geotubo instalado. Fuente
Proyecto de urbanización “La Jolla”

3.2.2.1 Especificaciones técnicas del geotubo

Los geotubos a colocar serán de las siguientes especificaciones técnicas.

Geotubo GT1000

- Largo = 25.00 m
- Ancho = 3.00 m
- Alto = 1.52 m

Propiedades mecánicas	Metodo de ensayo	Unidad	Valor promedio minimo por rollo	
			Dirección longitudinal	Dirección transversal
Esfuerzo de tracción por ancho (último)	ASTM D 4595	kN/m(lbs/pulg)	175 (1000)	175 (1000)
Esfuerzo de elongación por ancho	ASTM D 4595	%	15 (máx.)	15 (máx.)
Esfuerzo de fábrica de costura	ASTM D 4884	kN/m(lbs/pulg)	88 (500)	
Tamaño de abertura aparente	ASTM D 4751	mm (tamiz #)	0.150 (100)	
Flujo de agua	ASTM D 4491	l/m/m ²	240 (6)	
Masa/unidad de área	ASTM D 5261	g/m ² (oz/[yd] ²)	813 (24) (valor típico)	
Resistencia de rayos UV (% De resistencia retenida despues de 500 hrs)	ASTM D 4355	%	65	

Cuadro N° 3.2- Especificaciones Técnicas del geotubo GT1000. Fuente Manual de TenGate

Manto antisocavación GT500

- Esfuerzo de tensión = 500 lb/pulg
- Largo = 27.00 m
- Ancho = 6.10 m
- Alto = 0.30 m

Propiedades mecánicas	Metodo de ensayo	Unidad	Valor promedio mínimo por rollo	
			Dirección longitudinal	Dirección transversal
Esfuerzo de tracción por ancho (último)	ASTM D 4595	kN/m(lbs/pulg)	70 (400)	96.3 (550)
Esfuerzo de elongación por ancho	ASTM D 4595	%	20 (máx.)	20 (máx.)
Esfuerzo de fábrica de costura	ASTM D 4884	kN/m(lbs/pulg)	70.1 (400)	
Tamaño de abertura aparente	ASTM D 4751	mm (tamiz #)	0.425 (40)	
Flujo de agua	ASTM D 4491	l/m/m ²	813 (20)	
Masa/unidad de área	ASTM D 5261	g/m ² (oz/[yd] ²)	585 (17.3) (valor típico)	
Resistencia de rayos UV (% De resistencia retenida despues de 500	ASTM D 4355	%	80	

Cuadro 3.3- Especificaciones Técnicas del geotubo GT500. Fuente Manual de TenGate

3.2.2.2 Procedimiento constructivo

El procedimiento que se describe, es para la construcción de un dique de contención con geotubos, el cual se aplicó en la zona de estudio, con ciertas modificaciones que se hicieron para optimizar el proceso.

- Trazado de los ejes principales y de apoyo del geotubo.
- Nivelar la superficie con equipo mecánico (cargador frontal).
- Compactar la superficie, previamente se humedecerá con una cisterna, con un rodillo vibratorio.



Foto N° 3.5.- Compactación de la superficie

- Extender el manto antisocavación sobre la superficie ya compactada, alineándolo con los ejes de apoyo.



Foto N° 3.6.- Tendido del rollo de manto antisocavación

- Con las dragas y tuberías ya instaladas se bombeará desde el mar la arena con agua hacia el manto antisocavación.
- Extender sobre el manto antisocavación el rollo de geotubo.
- Llenar el geotubo, con las dragas, un operario controlará la altura hasta que se termine de consolidar toda la arena en el geotubo hasta la altura requerida. Se llena un geotubo a continuación de otro.



Foto N° 3.7.- Llenado hidráulico del geotubo

- Se tapan los geotubos con arena de playa.



Foto N° 3.8.- Tapado de los geotubos

Los geotubos quedan colocados uno a continuación de otro en forma lineal, sin necesidad de hacer algún empalme extra quedan colocados tope a tope, como se muestra en la Foto N° 3.8.



Foto N° 3.9.- Geotubos colocados en forma lineal

El proceso se vuelve a repetir para la instalación de los siguientes geotubos; de acuerdo a estas condiciones dadas se pueden llenar hasta dos geotubos por día, contando con 3 bombas.

CAPITULO IV: ANALISIS ECONÓMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS DE RIBERAS USANDO GEOTUBOS

De los diferentes métodos constructivos para defensas ribereñas usando geosintéticos se compararan 3 métodos diferentes, aplicados al proyecto La Jolla, donde se mostrarán los presupuestos referenciales.

4.1 DEFENSAS RIBEREÑAS CON GEOTUBOS

En la construcción de una defensa ribereña usando geotubos se presentara el presupuesto considerando el procedimiento mostrado en el Capítulo N° 3.2, en un proyecto de urbanización frente al mar con una extensión de 37 hectáreas, y una línea de defensa de un kilómetro ubicado frente al mar tal como se muestra en la Figura N° 4.1.



Figura N° 4.1.- Esquema de línea de defensa ribereña colocada frente al mar en Proyecto La Jolla. Fuente Elaboración propia

Para este presupuesto se consideran dos partidas principales:

- Trabajos preliminares, se incluye la movilización y desmovilización de equipos desde la ciudad de Lima hasta el km 101 de la Panamericana Sur en el distrito de Asia, en el departamento de Cañete, y las otras partidas como almacén de obra, SS.HH. del personal y limpieza de obra.

- Instalación de geosintéticos, donde se incluye la colocación y suministro de los geotubos.

Durante la ejecución de los trabajos de construcción de dique de contención con geotubos, estuvieron participando diferentes empresas, unas dedicadas al movimiento de tierras como la nivelación de terreno y el tapado del geotubo y otra en la instalación de los geotubos.

PRESUPUESTO: DEFENSAS RIBEREÑAS CON GEOTUBOS						
<i>Proyecto DEFENSAS RIBEREÑAS EN URBANIZACIÓN</i>						
<i>Ubicació Km 101 Panamericana Sur Asia - Cañete</i>						
ITEM	Descripción	unidad	Cant.	P.Unit S/.	Parcial S/.	Total
1.00.00	Trabajos preliminares					S/. 34,200.00
1.01.00	Movlización y desmovilización de equipos	glb	1.00	S/. 18,500.00	S/. 18,500.00	
1.02.00	Almacen general de obra	glb	1.00	S/. 7,500.00	S/. 7,500.00	
1.03.00	SS.HH. Para personal obrero.	mes	2.00	S/. 1,100.00	S/. 2,200.00	
1.04.00	Limpieza de obra	glb	1.00	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00	
2.00.00	Instalación de geosintéticos					S/. 1,312,512.51
2.01.00	Trazo y replanteo	glb	1.00	S/. 3,400.00	S/. 3,400.00	
2.02.00	Nivelación y compactación de terreo natural	m2	7,000.00	S/. 3.97	S/. 27,802.05	
2.03.00	Instalación de manto antisocavación	und	40.00	S/. 10,602.12	S/. 424,084.80	
2.04.00	Instalación de geotubo	und	40.00	S/. 21,172.47	S/. 846,898.80	
2.05.00	Tapado de geotubos	m3	3,840.95	S/. 2.69	S/. 10,326.85	
TOTAL COSTO DIRECTO =						S/. 1,346,712.51
GASTOS GENERALES 13.00 % =						S/. 175,072.63
UTILIDAD 6.00 % =						S/. 80,802.75
SUB TOTAL =						S/. 1,602,587.88
IGV 18.00 % =						S/. 288,465.82
TOTAL =						S/. 1,891,053.70

Cuadro N° 4.1.- Presupuesto para la construcción de un dique de contención usando geotubos. Fuente Propia basada en Presupuestos referenciales La Jolla

El monto para la instalación del geotubo como dique de contención es de S/. 1, 891,053.70 que incluye el IGV, de acuerdo al Cuadro N° 4.1 estos montos fueron sacados en base a los análisis de precios unitarios elaborados de propia fuente y los metrados del proyecto.

Para la elaboración de los análisis de precios unitarios se tomaron como datos los precios referenciales del proyecto y el análisis de las cuadrillas que estuvieron trabajando durante la ejecución de los trabajos.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Nivelación y compactación de terreno natural						
Partida	Rendimiento M ² /DIA		MO. 1,050.00	EQ. 1,050.00	Costo unitario directo por : m ²	3.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	MANO DE OBRA					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	16.70	0.01
	OPERARIO	hh	2.0000	0.0152	15.90	0.24
	PEON	hh	2.0000	0.0152	12.45	0.19
						0.44
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	5.00%		0.44	0.02
	RODILLO VIBRADOR	hm	1.0000	0.0076	260.00	1.98
	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0076	200.00	1.52
						3.53
Instalación de manto antisocavación						
Partida	Rendimiento UND/DIA		MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und	10,602.12
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	MANO DE OBRA					
	CAPATAZ	hh	1.0000	4.0000	42.00	168.00
	OPERARIO	hh	3.0000	12.0000	33.60	403.20
	PEON	hh	8.0000	32.0000	28.00	896.00
						1,467.20
	MATERIALES					
	ROLLO MN/GT500APROM/6.1 M/27 M	und	1.0000	1.0000	6,541.56	6,541.56
						6,541.56
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	5.00%		1,467.20	73.36
	BOMBA DE AGUA	hm	1.0000	4.0000	200.00	800.00
	MANGUERAS Y ACCESORIOS	hm	6.0000	24.0000	25.00	600.00
	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	4.0000	280.00	1,120.00
						2,593.36
Instalación de geotubo						
Partida	Rendimiento UND/DIA		MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und	21,172.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	MANO DE OBRA					
	CAPATAZ	hh	1.0000	4.0000	42.00	168.00
	OPERARIO	hh	6.0000	24.0000	33.60	806.40
	PEON	hh	10.0000	40.0000	28.00	1,120.00
						1,926.40
	MATERIALES					
	ROLLO MN/GT1000APRON/ENOS/7.6 M/25 M	und	1.0000	1.0000	14,109.75	14,109.75
						14,109.75
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	5.00%		1,926.40	96.32
	BOMBA DE AGUA	hm	3.0000	12.0000	200.00	2,400.00
	ANDAMIOS	hm	1.0000	4.0000	80.00	320.00
	MANGUERAS Y ACCESORIOS	hm	12.0000	48.0000	25.00	1,200.00
	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	4.0000	280.00	1,120.00
						5,136.32

**Cuadro N° 4.2a.- Análisis de precios unitarios para la
instalación de geotubos. Fuente Propia basada en
Presupuestos referenciales La Jolla**

Partida		Tapado de geotubos					
Rendimiento M3/DIA	MO. 1,130.0000	EQ. 1,130.0000	Costo unitario directo por: m3		2.89		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA							
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0007	16.70	0.01	
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0071	15.90	0.11	
	PEON	hh	1.0000	0.0071	12.45	0.09	
						0.20	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	5.00%		0.20	0.01	
	EXCAVADORA	hm	1.0000	0.0071	350.00	2.48	
						2.49	

**Cuadro N° 4.2b.- Análisis de precios unitarios para la
instalación de geotubos. Fuente Propia basada en
Presupuestos referenciales La Jolla**

Del presupuesto elaborado vemos que la partida con más incidencia en el costo, por la construcción del dique de contención, es la de instalación de los geotubos por S/. 846,898.80 equivalente al 62.89 %, del costo directo del presupuesto.

Haciendo el análisis para la construcción de un dique de contención con geotubos, se obtiene un precio de S/. 1,891.05 por metro lineal, este precio incluye el IGV.

El costo por metro lineal que se obtiene por la construcción del dique de contención con geotubos, puede tener su equivalente por unidad de geotubo instalado, pero lo mantendremos así para poder hacer el comparativo con los otros procedimientos

4.2 DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES

Haciendo el análisis económico para la construcción del dique de contención con gaviones, se tendría lo siguiente: su ubicación sería similar a los geotubos, el dique tendría una distribución de acuerdo a la Figura N° 4.1, ubicado en toda la línea de defensa ribereña propuesta, el dique con gaviones se construiría de forma escalonada, con una altura del dique de 2.50 m, un ancho en la base de 2.40 m, tal como se muestra en la Figura N° 4.2.

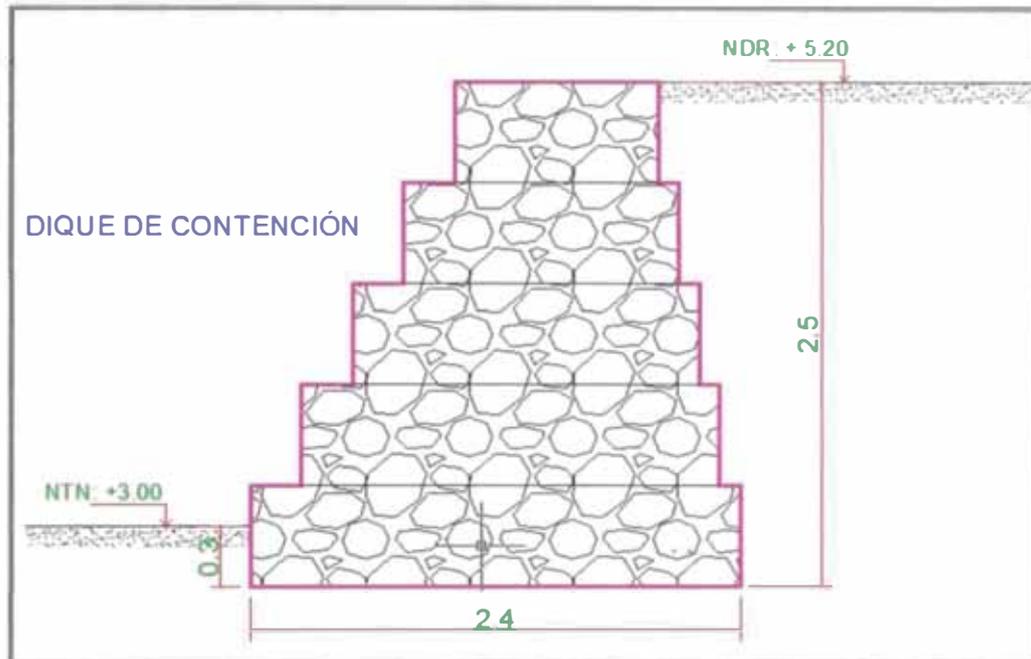


Figura N° 4.2.- Esquema del dique de contención con gaviones. Fuente Elaboración Propia

Con los datos anteriores, se procederá a hacer el presupuesto teniendo tres ítems principales:

- Trabajos preliminares, que incluyen la movilización y desmovilización, almacén de obra, servicios generales, limpieza de obra y trazo y replanteo.
- Movimiento de tierras, que corresponde a las partidas de excavación de terreno, retiro de excedentes y nivelación y compactación.
- Obras civiles, que constituye la conformación de los gaviones.

Algunos precios unitarios de este presupuesto fueron sacados de presupuestos referenciales de otros proyectos y otros precios de revistas que anexan dicha información en su contenido.

PRESUPUESTO: DEFENSAS RIBEREÑAS CON GAVIONES						
Proyecto: DEFENSAS RIBEREÑAS EN URBANIZACIÓN						
Ubicación: Km 101 Panamericana Sur Asia - Cafete						
ITEM	Descripción	Und.	Cant.	P.Unit S/.	Parcial S/.	Total
1.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					S/ 39,900.00
1.01.00	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	S/ 18,500.00	S/ 18,500.00	
1.02.00	Almacén general de obra	glb	1.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	
1.03.00	SS.HH. Para personal obrero.	glb	1.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	
1.04.00	Limpieza de obra	glb	1.00	S/ 6,000.00	S/ 6,000.00	
1.05.00	Trazo y replanteo	glb	1.00	S/ 5,400.00	S/ 5,400.00	
2.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/ 41,479.20
2.02.00	Excavación de terreno Natural	m3	720.00	S/ 28.68	S/ 20,649.60	
2.03.00	Retiro de excedentes	m3	936.00	S/ 12.10	S/ 11,325.60	
2.04.00	Nivelación y compactación de terreno	m2	2,400.00	S/ 3.96	S/ 9,504.00	
2.00.00	OBRAS CIVILES					S/ 2,422,500.00
2.02.00	Conformación del talud con gaviones	m3	4,250.00	S/ 570.00	S/ 2,422,500.00	
				TOTAL COSTO DIRECTO =	S/ 2,503,879.20	
				GASTOS GENERALES 13.00 % =	S/ 325,504.30	
				UTILIDAD 6.00 % =	S/ 150,232.75	
				SUB TOTAL =	S/ 2,979,616.25	
				IGV 18.00 % =	S/ 536,330.92	
				TOTAL =	S/ 3,515,947.17	

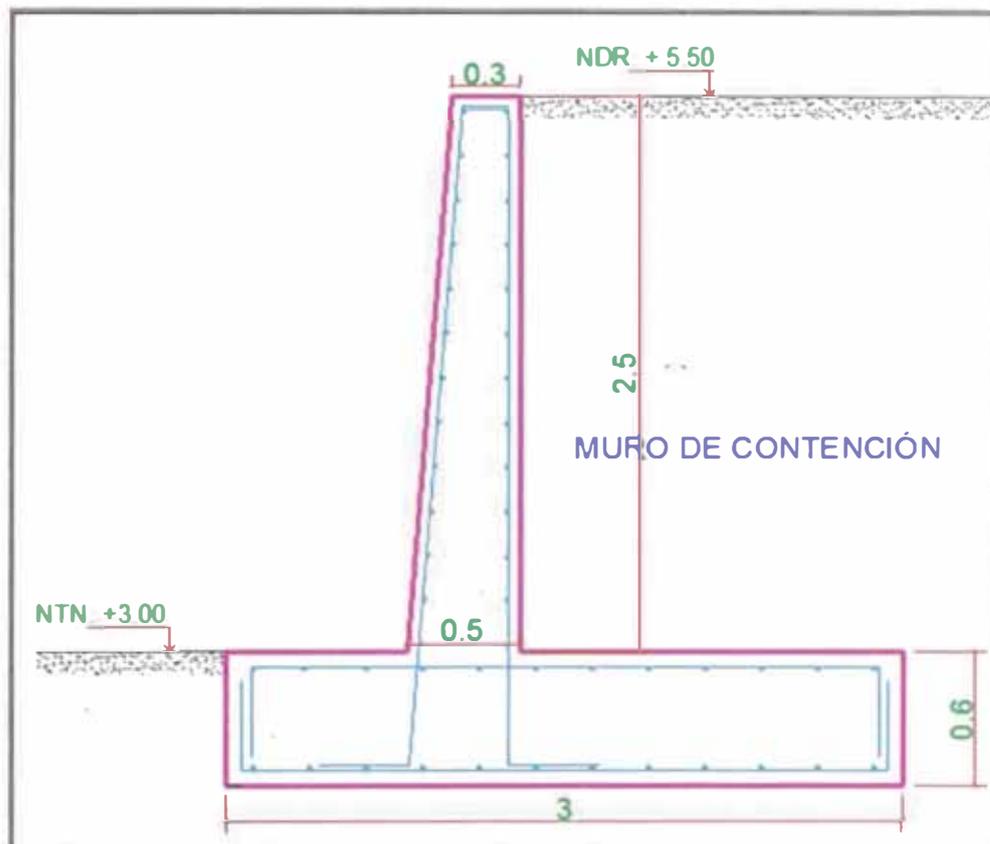
Cuadro N° 4.3.- Presupuesto para la construcción de dique de contención con gaviones. Fuente Propia basada en Presupuestos referenciales La Jolla

De acuerdo al presupuesto del Cuadro N° 4.3 se obtiene que el costo para la construcción de una defensa ribereña usando gaviones es de S/. 3, 515,947.17 incluido el IGV; siendo la partida con mayor incidencia la de conformación de talud con gaviones por un monto de S/. 2, 422,500.00 equivalente al 96.75 %. Este costo por la conformación de talud con los gaviones se genera por la gran cantidad de rocas que se necesita; además del costo de flete por el traslado del material desde la cantera a la obra, ya que este material no se encuentra en las cercanías de la obra.

El costo por metro lineal, que se obtiene, para la construcción de diques de contención con gaviones es de S/. 3,515.95.

4.3 DEFENSA RIBEREÑA CON MUROS DE CONTENCIÓN

Análogamente para la construcción de una defensa ribereña usando un muro de concreto armado, donde este se distribuirá en toda línea de defensa ribereña de acuerdo a la Figura N° 4.1, el muro de concreto propuesto es de acuerdo a la Figura N° 4.3.



**Figura N° 4.3.- Esquema un muro de contención. Fuente
Elaboración Propia**

Con los datos del muro de contención teniendo una longitud del muro de contención de un kilómetro se tienen los siguientes ítems:

- Obras preliminares, que al igual que los otros presupuestos abarca la movilización y desmovilización de equipos, el almacén de obra, los SS.HH, limpieza de obra y trazo y replanteo.
- Movimiento de tierras, correspondiente a la construcción de vías alternas, excavación, retiro de excedentes y la nivelación y compactación.
- Estructuras de concreto que incluye el acero de refuerzo, encofrado, concreto, junta de dilatación, pintado del muro con pintura asfáltica.

En la elaboración del presupuesto se tomaron algunos precios unitarios de presupuestos referenciales y de revistas técnicas.

PRESUPUESTO : DEFENSAS RIBEREÑAS CON MUROS DE CONTENCIÓN						
Proyecto: DEFENSAS RIBEREÑAS PARA URBANIZACIÓN						
Ubicación: Km 101 Panamericana Sur Asia - Cañete						
ITEM	Descripción	Und.	Cant.	P.Unit S/.	Parcial S/.	Total
1.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					S/. 33,900.00
1.01.00	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	S/. 12,500.00	S/. 12,500.00	
1.02.00	Almacen general de obra	glb	1.00	S/. 7,500.00	S/. 7,500.00	
1.03.00	SS.HH. Para personal obrero.	glb	1.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	
1.04.00	Limpieza de obra	glb	1.00	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00	
1.05.00	Trazo y replanteo	glb	1.00	S/. 5,400.00	S/. 5,400.00	
2.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S/. 207,318.00
2.01.00	Construcción de vías alternas	m2	6,600.00	S/. 17.50	S/. 115,500.00	
2.02.00	Excavación de terreno Natural	m3	1,800.00	S/. 28.68	S/. 51,624.00	
2.03.00	Retiro de excedentes	m3	2,340.00	S/. 12.10	S/. 28,314.00	
2.04.00	Nivelación y compactación de terreno	m2	3,000.00	S/. 3.96	S/. 11,880.00	
3.00.00	ESTRUCTURAS DE CONCRETO					S/. 1,851,331.09
3.01.00	Acero de refuerzo	kg	151,664.57	S/. 3.54	S/. 536,892.59	
3.02.00	Encofrado de zapatas	und	1,200.00	S/. 53.78	S/. 64,536.00	
3.03.00	Concreto en zapatas	m3	1,800.00	S/. 309.77	S/. 557,586.00	
3.04.00	Juntas de dilatación	m	165.00	S/. 46.10	S/. 7,606.50	
3.05.00	Encofrado de Muro	und	5,010.00	S/. 41.00	S/. 205,410.00	
3.06.00	Concreto en muros	m3	1,000.00	S/. 455.00	S/. 455,000.00	
3.07.00	Aplicación de pintura asfáltica en muros	m2	2,500.00	S/. 9.72	S/. 24,300.00	
				TOTAL COSTO DIRECTO = S/. 2,092,549.09		
				GASTOS GENERALES 13.00 % = S/. 272,031.38		
				UTILIDAD 6.00 % = S/. 125,552.95		
				SUB TOTAL = S/. 2,490,133.42		
				IGV 18.00 % = S/. 448,224.02		
				TOTAL = S/. 2,938,357.44		

Cuadro N° 4.4.- Presupuesto para la construcción de un muro de contención. Fuente Propia basada en Presupuestos referenciales La Jolla

Del presupuesto del Cuadro N° 4.4 referido a la construcción de un muro de contención se obtiene un costo de S/. 2, 938,357.44, siendo la partida más incidente la correspondiente al concreto en zapatas con un monto de S/. 557,586.00 equivalente al 26.65 % seguido de la partida de acero de refuerzo con un 25.66 % y la partida de concreto en muros con un 21.74 %.

Los costos en la partida de concreto son elevados porque se está considerando un concreto de alta resistencia (350 kg/cm²) por encontrarse en una zona frente al mar con suelos con alto contenido de sales y sulfatos, aparte de los costos por traslado de material a la obra, y de utilizarse una bomba para el vaciado por la gran cantidad de volumen a usar.

El costo por metro lineal de muro de contención es de S/. 2,938.36 incluido el IGV.

4.4 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

De los presupuestos obtenidos de las alternativas de solución se tiene el Cuadro N° 4.5, donde se hace un comparativo de los costos por construcción por metro lineal.

Alternativas de Solución	Costo Referencial (S/.)
Defensa ribereña con geotubos	S/. 1,891.05
Defensa ribereña con gaviones	S/. 3,515.95
Muro de Contención	S/. 2,938.36

Cuadro N° 4.5.- Comparación económica de alternativas de solución. Fuente Elaboración Propia

De las alternativas de solución analizadas se observa que la más rentable es la construcción de defensas ribereñas con geotubos, siendo finalmente la utilizada.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- De los diferentes métodos de solución para defensas ribereñas presentadas en el Capítulo 4, la más rentable y técnicamente viable es la utilización de geotubos, en comparación con las otras aplicaciones como enrocadas y muros pantalla; estos métodos tienen costos muy elevados para su construcción, como los muros de contención que necesitan una gran cantidad de acero de refuerzo y un concreto de alta resistencia por estar en un terreno con alto contenido de sales y sulfatos, o los gaviones que necesitan rocas que se encuentran alejados de la zona de trabajo.
- La aplicación geosintéticos en general se hace más rentable al usarlo para grandes cantidades, porque sus costo suministro se reducen, por bajos costos de mantenimiento; las roturas que se puedan generar por golpes punzantes se pueden reparar manualmente.
- Analizando los diferentes tipos de geosintéticos, tales como geotubos, geocontenedores y geobolsas, se optó por el uso de los geotubos, por las condiciones del lugar, el proceso de instalación que se hacía in situ alejado del mar y con material propio del lugar de trabajo, hizo que sea la alternativa más apropiada.
- Los geotubos tienen una alta resistencia a la tracción, resisten muy bien el empuje del agua, debido a su gran peso y su bajo centro de gravedad por la forma ovalada que presentan; pero tienen poca resistencia a la fuerza de punzonamiento, por lo que se debe tener sumo cuidado al momento de trabajar con maquinaria pesada (tales como cargadores frontales o excavadoras) cerca a los geotubos, para no causar daños en la estructura.
- Los geotubos cuando se colocan de forma lineal, se pueden instalar en paralelo varios frentes, dependiendo del número de bombas que estén disponibles en obra.
- Los geotubos GT1000, tienen un tiempo de vida útil como mínimo de 10 años, garantizado por el fabricante, esto puede aumentar debido a que los geotubos no se dejan expuestos a los rayos UV.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un análisis técnico y económico para determinar la mejor alternativa de solución para la construcción de una defensa ribereña.
- Se recomienda hacer ensayos de los geosintéticos, de los diferentes proveedores para verificar las especificaciones técnicas que se indica en el producto.
- Se recomienda hacer un estudio de inundaciones para proyectos frente al mar.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Jorge D, RVR Meander: A toolbox for re-meandering of channelized streams, University of Illinois, USA, 2006.
- Departamento de Ingeniería Geosistemas Pavco, Manual de Diseño con Geosintéticos, Octava Edición, Grambs Corporación Gráfica, Colombia, 2009.
- Gray Donald H., Sotir Robbin B., Biotechnical and soil Bioengineering Slope Stabilization, John Wiley & Sons. Inc., Estados Unidos, 1996.
- Hugo Ribera M. Geología General, tercera edición, Editorial Megabyte, Lima Perú, 2011.
- Koerner Robert M., Designing with Geosynthetics, Tercera Edición, Editorial Prentice Hall, Estados Unidos, 1994.
- 9th International Conference on Geosynthetics, Geosynthetics for a Challenging World, Organizers: E.M. Palmeira, D.M. Vidal, A.S.J.F. Sayão & M. Ehrlich, Guarujá Brasil 2010.