

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**"DEFENSA RIBEREÑA Y REHABILITACION  
DE LA AV. COSTA VERDE"**

**T E S I S**

Para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**LUIS ALBERTO PORTALINO SEGUNDO**

Lima - Perú

1996

## **SUMARIO**

**La presente tesis titulada "Defensa Ribereña y Rehabilitación de la Costa de la Av. Costa Verde, desarrolla el proyecto y describe el proceso constructivo; de una escollera marginal de roca natural de 1,500 m y la Rehabilitación de la vía deteriorada como consecuencia de la acción agresiva de las olas, comprendida con el Tramo Norte de la Av. desde el último espigón hasta la subida San Miguel. Apriori en el proyecto se analiza las causas que provocaron la destrucción del enrocado anterior y por ende el colapso del carril izquierdo vista de Sur a Norte.**

**La presente tesis consta de los siguientes Capítulos:**

**CAPITULO I. Se hace una breve introducción y evaluación de las causas que originaron la erosión y colapso del enrocado anterior y carril inhabilitado. Asimismo, se plantea los objetivos para su desarrollo y ejecución.**

**CAPITULO II. Se fundamenta teóricamente las Pautas y Parámetros para el diseño de escolleras y por consiguiente la explotación de canteras.**

**CAPITULO III. Recopilación de la información básica necesaria para determinar la unidad de roca natural apropiada y diseñar la sección típica de la escollera y la respectiva rehabilitación de la vía. Se busca justificar la Concepción del Proyecto original.**

**CAPITULO IV. Diseño de las estructuras planteadas como alternativa para la solución técnico económico. Con este diseño se pretende superar la acción agresiva de las olas en esta ribera, conocida en el pasado como "LA MAR BRAVA".**

**CAPITULO V. Se detallan las Especificaciones Técnicas que avalan el diseño resuelto en el Capítulo anterior y que permiten un mejor control en el proceso constructivo, desde la instalación del campamento hasta la entrega de obra.**

**CAPITULO VI. Detalle del proceso constructivo, en la cual se describe cada una de las fases del enrocado y culminando con la Rehabilitación de la vía y defensas vehiculares.**

**CAPITULO VII. Conclusiones y Recomendaciones tanto del Proyecto como del proceso constructivo.**

# **"DEFENSA RIBEREÑA Y REHABILITACION DE LA AV. COSTA VERDE"**

## **INDICE**

**Pag.**

### **CAPITULO I : INTRODUCCION**

<b>1.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>01</b>
1.1.1	Ubicación y Extensión .....	01
1.1.2	Clima y Medio Físico .....	01
<b>1.2</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>03</b>
1.2.1	Causa de los Daños en la Defensa Existente .....	03
<b>1.3</b>	<b>JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....</b>	<b>04</b>
<b>1.4</b>	<b>OBJETIVO DEL PROYECTO .....</b>	<b>04</b>

### **CAPITULO II : FUNDAMENTO TEORICO**

<b>2.1</b>	<b>MAR PERUANO : CARACTERISTICAS DEL LITORAL .....</b>	<b>05</b>
2.1.1	Localización Geográfica .....	05
2.1.2	Accidentes en el Litoral Peruano .....	05
2.1.3	Morfología de Costas .....	06
<b>2.2</b>	<b>MOVIMIENTO DE AGUAS MARINAS .....</b>	<b>08</b>
2.2.1	Olas .....	08
2.2.2	Mareas.....	09
2.2.3	Corrientes Marinas .....	11
2.2.4	El Oleaje frente a las Costas Peruana .....	12
2.2.5	Mareas que inciden sobre la Costa Peruana .....	12
2.2.6	Erosión y Efectos Físicos Producidos por las Olas.....	14
2.2.6.1	Rompiente de Oleaje.....	16
<b>2.3</b>	<b>DEFENSA COSTERA : ROMPEOLAS DE ESCOLLERA .....</b>	<b>18</b>
2.3.1	Sistema de Protección Tradicional .....	21
2.3.1.1	Características .....	23
2.3.1.2	Fenómenos físicos producidos por un rompiente .....	28
2.3.1.3	Parámetros Básicos para el diseño de Rompeolas de Escollera .....	30
2.3.2	Sistema de Protección No Tradicional .....	32
2.3.3	Fórmulas y Métodos para el Diseño de Rompeolas de Escolleras .....	36
2.3.3.1	Fórmulas Semi-Empíricas .....	36
2.3.3.2	Fórmulas obtenidas por Ensayos de Laboratorio .....	39

2.4	Explotación de Canteras para Enrocados .....	42
2.4.1	Ensayos de Laboratorio que Definen la Calidad de la Roca .....	43
2.4.2	Explotación de Canteras: Cortes con Voladura .....	43

### **CAPITULO III : INFORMACION BASICA**

3.1	CARACTERISTICAS OCEANOGRAFICAS REGIONALES .....	46
3.1.1	Mareas .....	46
3.1.2	Bravezas .....	52
3.1.3	Corrientes .....	52
3.1.4	Metereología y Climatología .....	54
3.2	BATIMETRIA DE LA ZONA .....	54
3.3	VIENTOS PREDOMINANTES .....	54
3.4	CARACTERISTICAS DEL OLEAJE LOCAL .....	54
3.5	TOPOGRAFIA LITORAL .....	58
3.6	GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LOS ACANTILADOS DE LIMA...58	
3.6.1	Geología .....	58
3.6.2	Geomorfología de las Terrazas Aluviales .....	59
3.6.3	Geotecnia .....	59
3.7	RIESGO SISMICO .....	60
3.8	ESTUDIO DE CANTERAS PARA ENROCADOS .....	63

### **CAPITULO IV : DISEÑO DE ENROCADOS Y OBRA COMPLEMENTARIA**

4.1	ESTUDIO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION .....	66
4.2	PARAMETROS DE DISEÑO .....	66
4.2.1	Cálculo de Diagrama de Refracción de Olas .....	66
4.2.2	Cálculo de la Altura de Ola de Diseño .....	70
4.2.3	Cálculo de RUN-UP (Olas Rompientes) .....	76
4.2.4	Cálculo de la Cota Superior de la Escollera .....	77
4.3	DISEÑO .....	77
4.3.1	Diseño de Enrocado .....	77
4.3.2	Diseño de la Rehabilitación de la Vía Deteriorada .....	80

## **CAPITULO V : ESPECIFICACIONES TECNICAS**

<b>5.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>91</b>
<b>5.2</b>	<b>INSTALACION DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>91</b>
<b>5.3</b>	<b>LIMPIEZA DEL DESMONTE Y BASURA .....</b>	<b>92</b>
<b>5.4</b>	<b>SELECCION DE LA CANTERA DE ROCA .....</b>	<b>92</b>
<b>5.5</b>	<b>HABILITACION DE LA ROCA .....</b>	<b>93</b>
<b>5.6</b>	<b>ROCA DE FILTRO .....</b>	<b>93</b>
<b>5.7</b>	<b>ROCA BASE .....</b>	<b>94</b>
<b>5.8</b>	<b>ROCA PARA LA CORAZA Y CORONACION .....</b>	<b>95</b>
<b>5.9</b>	<b>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESCOLLERA.....</b>	<b>95</b>
<b>5.10</b>	<b>RECTIFICACION DE LA ESCOLLERA .....</b>	<b>97</b>
<b>5.11</b>	<b>CONDICIONES EXTREMAS DEL MAR .....</b>	<b>97</b>
<b>5.12</b>	<b>CONSTRUCCION DE RELLENOS .....</b>	<b>97</b>
<b>5.13</b>	<b>PAVIMENTOS .....</b>	<b>100</b>
<b>5.14</b>	<b>DEFENSAS VEHICULARES .....</b>	<b>109</b>
<b>5.15</b>	<b>SEÑALIZACION .....</b>	<b>109</b>
<b>5.16</b>	<b>SUPERVISION DE OBRA .....</b>	<b>110</b>
<b>5.17</b>	<b>RECEPCION Y LIMPIEZA DE OBRA .....</b>	<b>110</b>

## **CAPITULO VI : PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

<b>6.1</b>	<b>HABILITACION DE LA ROCA: CANTERA "SAN JUAN DE LURIGANCHO" .....</b>	<b>111</b>
<b>6.2</b>	<b>ENROCADO : ESCOLLERA MARGINAL .....</b>	<b>111</b>
	<b>6.2.1 Metrado Final del Enrocado; Por Partidas .....</b>	<b>115</b>
<b>6.3</b>	<b>REHABILITACION DE LA CARPETA ASFALTICA Y BERMA EXTERIOR .....</b>	<b>130</b>
	<b>6.3.1 Remosión y Eliminación de la Carpeta Asfáltica Existente .....</b>	<b>130</b>

6.3.2	Perfilado y Compactación de Base .....	131
6.3.3	Imprimación Asfáltica .....	132
6.3.4	Carpeta Asfáltica en Caliente .....	133
6.3.5	Metrado Final de la Rehabilitación de la Vía Asfaltada : Por Partidas .....	135
<b>CAPITULO VII</b>	<b>:</b> <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>157</b>
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>:</b> <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>161</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>162</b>
1.0	ENSAYOS DE LABORATORIO .....	163
2.0	FOTOGRAFIAS .....	167
2.1	CONSTRUCCION DE LA ESCOLLERA MARGINAL .....	168
2.2	REHABILITACION DE VIA Y BERMA EXTERIOR .....	179
2.3	EVALUACION DE CANTERAS Y EXPLOTACION DE LA CANTERA "SAN JUAN DE LURIGANCHO" .....	190
3.0	PLANOS .....	203

# **CAPTULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 GENERALIDADES**

#### **1.1.1 UBICACION Y EXTENSION**

El área del proyecto se ubica en la costa central del Perú en la Provincia de Lima entre los distritos de San Miguel y Magdalena. Comprende la rehabilitación y defensa de 1,500 mts. de la Av. Costa Verde en su extremo norte, entre el último espigón y la subida a San Miguel. Sus límites son:

- Por el Norte con el Océano Pacífico
- Por el Sur con el Océano Pacífico
- Por el Este con los Acantilados de San Miguel y Magdalena
- Por el Oeste con el Océano Pacífico

**FIG. 1.1**

#### **1.1.2 CLIMA Y MEDIO FISICO**

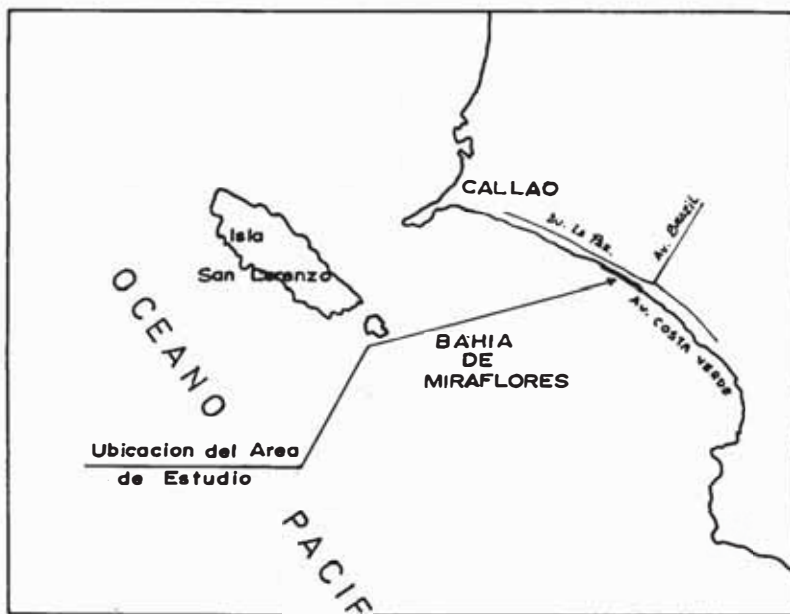
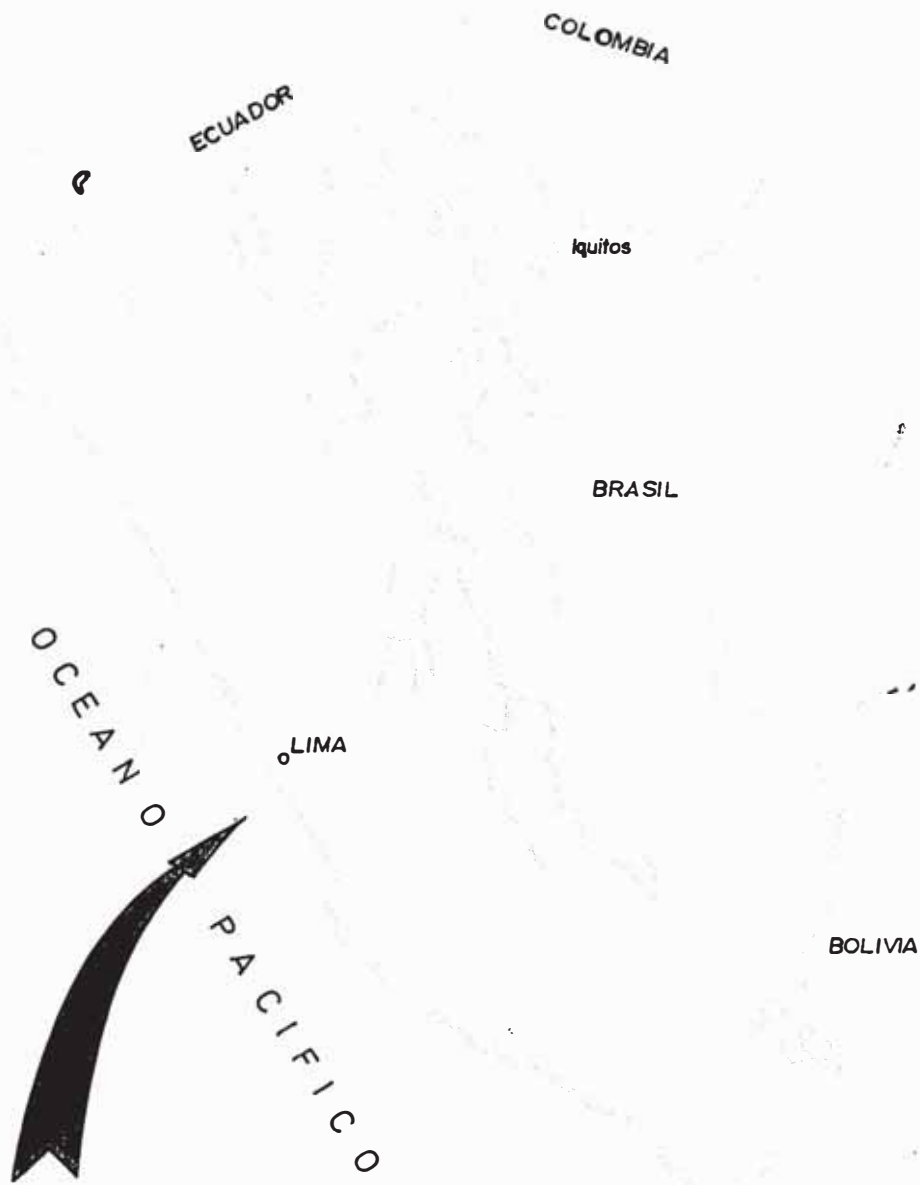
Los datos de vientos y pronósticos de mareas son proporcionados por la Dirección de Hidrografía y Navegación del Ministerio de Marina. Su base de registros de mareas más próximo es la base del Callao (La Punta).

La presencia de la Corriente Peruana de Humboldt cambia el clima tropical que correspondería a esta latitud, produciendo temperaturas que varían de 15 a 22° C.

Existe una escasa precipitación, neblina en invierno y humedad relativa media bastante alta, aproximadamente 85%.

Esta parte de la costa presenta una mar brava, que ha obligado a construir obras de defensa (rompeolas), para amortiguar la caída y agresividad de las olas.

Colindante a la Av. Costa Verde (tramo en estudio) tenemos un gran acantilado de origen aluvional con una altura promedio de 50 mt. Parte del cono de deyección del río Rímac y es del tipo conglomerado con lentes de arena limosa. Presenta una gran estabilidad a los deslizamientos.



**FIG. 1.1 UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO**

**BAHIA DE MIRAFLORES Av. COSTA VERDE**

**TRAMO: ULTIMO ESPIGON HASTA LA SUBIDA A SAN MIGUEL  
TRAMO NORTE**



## **1.2 ANTECEDENTES**

La vía en el extremo norte de la Costa Verde en el tramo en estudio se encuentra parcialmente utilizada debido a que la acción permanente del oleaje ha socavado la protección construida, así como también gran parte de la mencionada vía ha sido colapsada, comprometiendo aproximadamente 1,500 mts. de tramo .

Por esta razón la segunda vía que actualmente está siendo utilizada con el tráfico en doble sentido, corre peligro de tener daños semejantes, lo que paralizaría totalmente el tránsito vehicular en esta zona.

Esta ribera inclusive hasta el Callao ha sido denominado en el pasado como "La Mar Brava", debido a la incidencia directa del oleaje predominante del sur, y sus efectos sobre la playa, que la hacían inaccesible a bañistas, a diferencia de la ribera sur, en Miraflores, Barranco y Chorrillos, que está protegida por el morro solar, haciendo que las olas lleguen en forma oblicua y por tanto de menor altura y efectos de socavación.

### **1.2.1 CAUSA DE LOS DAÑOS EN LA DEFENSA EXISTENTE**

Es de conocimiento que el enrocado de protección socavado fue construido por volteo directo de las rocas sobre el talud, conformado por material cortado del acantilado, y por lo tanto sin la colocación de base ó filtro alguno. Además se aprecia que las rocas son de diversos tamaños sin haber realizado la selección para conformar un peso adecuado.

Por lo indicado, es perfectamente explicable que el enrocado de protección haya desaparecido gradualmente con las bravesas, en un periodo de aproximadamente 4 años, y al quedar el material de base del talud expuesto al oleaje, esté socavando y desapareciendo la vía.

El oleaje predominante que llega al talud de la pista lo hace casi directamente, con la forma de olas reventadas, y una frecuencia de 14 segundos aproximadamente, las olas tienen una acción erosiva en el talud, debido al impacto y resaca, así como el efecto de agua que corre o es salpicada encima del nivel de equilibrio  $\pm 0.00$ , y que regresa entre el enrocado y terreno a determinada velocidad buscando dicha condición; esta circulación de agua arrastra el material fino del terreno, en el caso que su velocidad sea alta.

Si el tamaño de la roca, así como su acomodo no es el adecuado , la ola moverá las rocas y arrastrará; igualmente si no hay capas de roca de base de menor tamaño, que a manera de filtro impidan el regreso veloz del agua salpicada, será arrastrado el material fino con el consecuente movimiento de las rocas que apoyan encima, que serán posteriormente desestabilizadas.

Los espigones construidos en esta zona tienen poca longitud a excepción del primero y último, además de estar espaciados más de lo recomendado, sin contar con otros elementos de protección, con estos únicamente se está originando en los lados al sur de los mismos algo de arenamiento y en los lados al norte de ellos socavación, quedando sin protección los espacios intermedios.

### **1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

El perfecto estado de funcionamiento de la Av. Costa Verde permite una fluida y rápida comunicación entre los distritos de San Miguel, Magdalena, Miraflores, Barranco y Chorrillos (vía de doble sentido), por lo mismo la rehabilitación no deja de ser importante, sobretodo la construcción de una adecuada protección para mantener la vía rehabilitada y reforzar la defensa existente (espigones) para controlar la socavación e impedir que se siga inhabilitando la vía.

Se ha considerado como la solución mas conveniente é inmediata para la protección del talud, la construcción de una escollera marginal de roca natural dejando para una etapa posterior solucionar el arenamiento para crear playa en la zona.

La escollera tendrá como función recibir el impacto de las olas e impedir que estas arrastren el material que conforma el terraplén sobre la cual están construidas las pistas.

### **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Es el principal objetivo del proyecto precisar la causa y magnitud de los daños y dar una solución técnico económico adecuada para la protección de la ribera, de manera de poder reconstruir el relleno (terraplén) y la pista en las zonas afectadas por la erosión y socavación.

La obra de protección a construir debe ser durable, a fin de garantizar la permanencia de las vías; sin embargo no obstante de las previsiones tomadas siempre será necesario considerar un mantenimiento periódico, particularmente luego de bravesas excepcionales.

Para tales própositos será necesario la determinación de los parámetros básicos para el diseño de un rompeolas de roca natural sin sobre paso de olas (modelo físico del diseño), que seran obtenidos de una recopilación de estudios realizados tanto de investigación, instrumentación u observación en la zona del proyecto, como: Nivel de mareas, datos de olas (altura, velocidad y período), batimetría en aguas profundas y poco profundas, vientos, riesgo sísmico, etc.

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTO TEORICO**

#### **2.1 MAR PERUANO, CARACTERISTICAS DEL LITORAL**

##### **2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA :**

El mar del Perú es la parte del Océano Pacífico que baña las costas de nuestro país. Se extiende entre el litoral y una línea paralela a este, situada a 200 millas (370 Kms.) y desde el paralelo de BOCA DE CAPONES, al Norte de Tumbes, hasta el paralelo de la Concordia al Sur de Tacna. Tiene una extensión Superficial de 617,500 Km<sup>2</sup> aproximadamente.

##### **2.1.2 LOS ACCIDENTES DEL LITORAL DEL PERU**

La configuración existente de la Costa está determinada mayormente por una gran cantidad de "Puntos Fijos", siendo éstas salientes de roca o acantilados al pie de los cuales están las playas formadas con piedras grandes y grava, materiales que en la práctica difícilmente pueden ser transportados por las olas.

Cerca a la desembocadura de los ríos de la costa se encuentran playas arenosas "Alimentadas" en las épocas de verano por los sedimentos transportados por estos ríos.

La tendencia de los materiales sueltos de las playas del Perú de moverse hacia el Norte es en muchos casos la razón de la formación típica de muchas bahías de la costa, ó una saliente rocosa ha obstruido en forma total o parcial el pase del transporte de sedimentos causando una erosión al lado norte de la formación, creandose de esta manera la bahía.

En el litoral peruano no hay accidentes litorales muy pronunciados, sin embargo hay algunas penínsulas, puntas, bahías, cabos é islas.

##### **LAS PENINSULAS .**

En el litoral peruano sólo hay tres penínsulas de poca extensión: **PARACAS** en la provincia de Pisco, región los Libertadores - Wari; **FERROL** en la provincia de Santa, región Chavin; e **ILLESCAS** en la provincia de Piura, región Grau.

##### **LAS PUNTAS.**

Son pequeñas porciones de tierra que penetran en el mar, algunos puntos sirven de albergue a las aves guaneras.

Las principales puntas son : **COLES** en la provincia de Ilo, región José Carlos Mariátegui; **ISLAY**, en la región Arequipa; **SAN NICOLAS**, en provincia de Nazca, región los Libertadores - Wari; **LA PUNTA** en el Callao; **CHAO**, **CERRO PRIETO** y **MALABRIGO** en la región San Martín - la Libertad; **PUNTA AGUJA**, **PUNTA BALCONES**, y **PUNTA PARIÑAS** en la región Grau.

### **LAS BAHIAS.**

Son porciones de Mar que penetran en el Continente. Son los accidentes donde se construye los Puertos.

Entre las principales bahías destacan: **PAITA Y SECHURA**, en la región Grau; **CHIMBOTE** y **SAMANCO** en la región Chavín; **PARACAS** é **INDEPENDENCIA** en la región los Libertadores - Wari.

### **LOS CABOS.**

Son porciones de territorio que penetran en el mar, sin el terminal agudo como las puntas.

Existen dos cabos en nuestro litoral: **CABO BLANCO** en el Norte de la Provincia de Talara, y **CABO LOMAS** en la región Arequipa cerca del límite con la región los Libertadores - Wari.

### **LAS ISLAS.**

Porciones de tierra, de poca extensión, rodeados totalmente por las aguas del mar, de los océanos o de los lagos.

## **2.1.3 MORFOLOGIA DE COSTAS**

El tema de la Morfología de Costas cubre un rango muy amplio de aspectos relacionados con el movimiento de Sedimentos en Zonas Costeras, puesto que las olas desempeñan un rol importante en la morfología de las costas.

### **Perfil de Playas**

El perfil de una playa está fuertemente influenciado por numerosos factores físicos tales como:

- \* Clima
- \* Propiedades de los Sedimentos
- \* Corrientes
- \* Geografía de la Costa y batimetría

La fig. (2.1) muestra la sección transversal típica de una playa. Extendiéndose desde la Costa hacia el nivel normal de la marea baja está subdividida en playa anterior y playa posterior. El límite entre estas zonas se encuentra en la coronación de la berma (Al punto de máxima sobre

COSTA

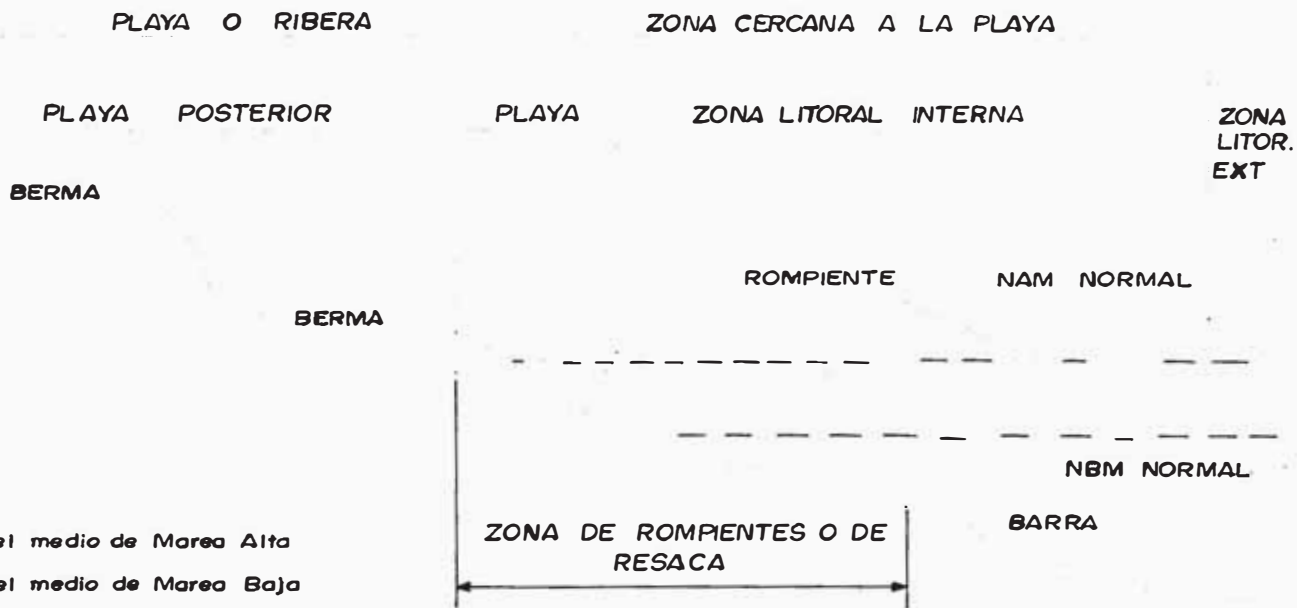


FIG. 2.1 PERFIL DE PLAYA - ESQUEMA DE DEFINICION

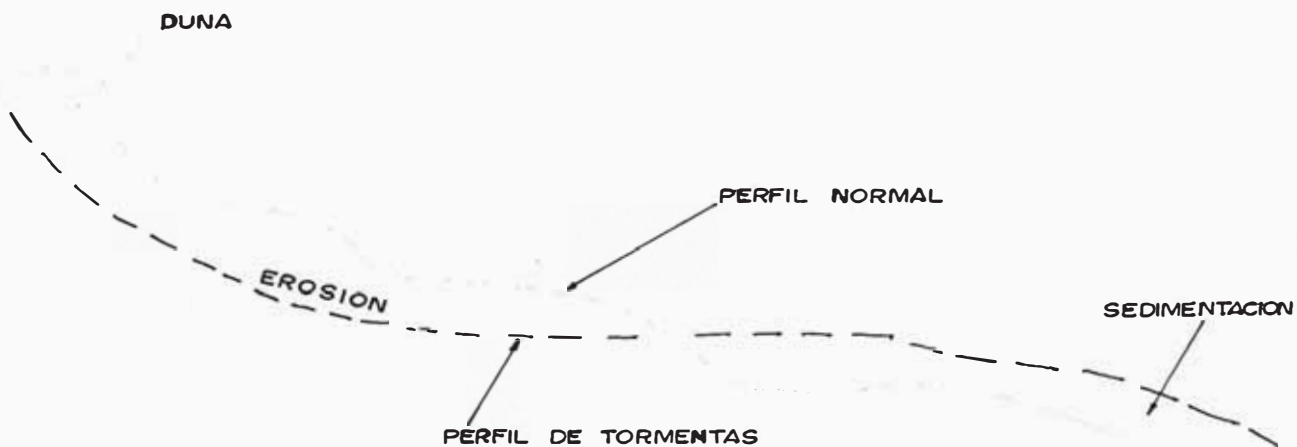


FIG. 2.2 PERFILES DE PLAYA BAJO VARIAS CONDICIONES

elevación de las olas en condiciones normales). La zona de rompiente se extiende desde el punto donde las olas inician a romper hasta el punto de máxima sobre elevación de las olas. Cerca del borde exterior de la zona de rompiente generalmente se forma una barra.

Las pendientes de las playas dependen estrechamente del tipo de Sedimentos. Las playas de Arena usualmente poseen pendientes cuyo rango varia entre 1:25 y 1:50; mientras que las playas de Gravas aún pueden ser estables con una pendiente de 1:4.

### **Equilibrio Dinámico de una Playa**

En condiciones normales una playa puede hallarse en equilibrio dinámico, lo cual quiere decir que puede existir movimientos de material de la playa.

Durante tormentas las olas altas en combinación con la elevación del nivel de las aguas debido a la acción de las olas y el viento erosionarán la parte superior de las playas mientras que en periodos de calma el transporte resultante puede ser dirigido nuevamente en dirección de la playa. Fig. 2.2

La presencia de Dunas puede ser importante por constituir una zona de amortiguación contra la erosión costera. La acción del viento en una playa costera seca tiene la tendencia a largo plazo de formar depósitos de Arena. Parte de esta arena puede ser temporalmente erosionada, pues la barra prelitoral creada por el ataque de las olas en tormenta actuará como una barrera protectora en la cuál rompen las olas. Después de la tormenta el proceso de formación de depósitos de Arena volverá a empezar.

## **2.2 MOVIMIENTO DE AGUAS MARINAS**

### **2.2.1 OLAS**

Entre los movimientos que se registran en el mar hay que distinguir dos tipos: Los que conforman un movimiento de traslación de partículas líquidas, como las corrientes, y aquellos en los cuales sólo se trasmite el movimiento pero no el agua, como las olas. Las mareas ocupan un lugar intermedio. Se define las olas como oscilaciones periodicas de la superficie del mar. Así como las mareas, pero a diferencia de éstas el periodo de la oscilación, es decir, el tiempo que tarda en producirse un movimiento en un punto, es muy breve, inferior a 30 seg.

Se distinguen dos grandes tipos de olas. Uno está formado por los que produce el viento local denominadas "OLAS SEA" ó "FORZADAS"; el otro son las olas originados en las zonas de tormentas denominadas "OLAS SWELL" ú "OLEAJE LIBRE", debido a oscilaciones del nivel del mar que no tienen su origen en la acción inmediata de un viento local. Los Maremotos ó Tsunamis, son olas explosivas producidas por terremotos o por explosiones volcánicas.

En una ola se distingue la **Altura (H)**, que es la distancia entre la cresta y el valle, la **Longitud (L)**, que es la distancia entre dos crestas sucesivas, y el **Período (T)**, tiempo en segundos que separa el paso de dos crestas sucesivas por un mismo punto. Ver fig. 2.3

La velocidad de propagación de la Ola (C), es el cociente que resulta de dividir la longitud por el periodo :

$$C = \frac{L}{T} , \text{ (L en mts. y T en seg)}$$

La altura y el período aumentan por la acción del viento, y a partir de un cierto momento la altura crece proporcionalmente más que la longitud, de manera que la forma de la ola se hace más convexa. Cuando la relación entre la altura y la longitud es superior a 0.14, la ola se rompe.

Las olas al acercarse a la playa sufren un fenómeno de frenado en su parte inferior por fricción contra el fondo, por lo que la ola pierde equilibrio y acaba desplomándose. La bolsa de aire encerrada experimenta un brusco aumento de presión y estalla, dando lugar al clásico aspecto de rompientes.

### **2.2.2 MAREAS**

Son oscilaciones periódicas del nivel del Mar, se diferencia de las olas en que su período es muy largo.

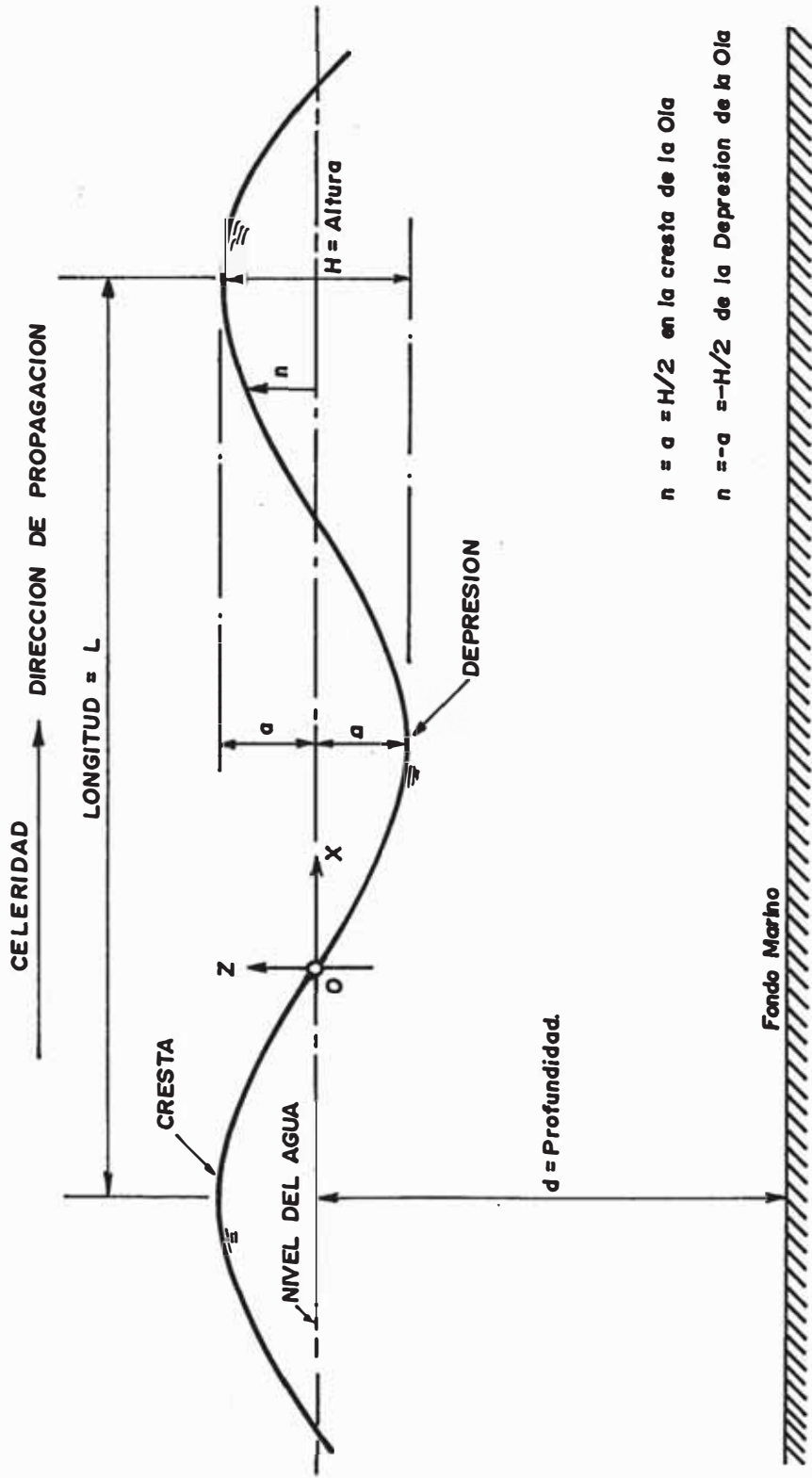
El movimiento ascensional del nivel se denomina **FLUJO** y **REFLUJO** el de descenso.

El nivel más alto alcanzado por las aguas recibe el nombre de "PLEAMAR", y el más bajo, "BAJAMAR". La diferencia de alturas entre la pleamar y la bajamar constituye la amplitud ó altura de marea. Para medir las mareas se utilizan unos aparatos llamados mareógrafos.

#### **Causas de la Marea**

Desde la antigüedad se sabía que las mareas estaban relacionadas con la Luna y el Sol pero hasta que Newton formuló la Ley de Gravitación Universal no se pudo dar una explicación coherente a este fenómeno.

Durante los períodos de Luna Llena y de Luna Nueva los efectos del Sol y de la Luna se suman de tal manera que las mare as que provocan son mucho más importantes; es lo que se denomina Aguas Vivas o Mareas Vivas; por el contrario, en el Cuarto Creciente y Cuarto Menguante la acción del Sol contrarresta a la de la Luna, ocasionando mareas muy pequeñas, las Mareas Muertas ó Aguas Muertas.



$$n = a = H/2 \text{ en la cresta de la Oja}$$

$$n = -a = -H/2 \text{ de la Depresion de la Oja}$$

FIG. 2.3 - DEFINICION DE TERMINOS DE UNA OLA : ELEMENTOS SINUSOIDAL Y PROGRESION



## **Corrientes de Marea**

En la mayoría de los puertos y estuarios se observa que coincidiendo con el flujo y reflujo de la marea se originan dos corrientes, a veces muy fuertes, una hacia el interior del Puerto y otra hacia el exterior, coincidiendo con el reflujo. Dichos movimientos se denominan corrientes de marea.

Se puede considerar que la Marea es una ola de gran longitud, sin embargo, al no ser los Océanos suficientemente profundos, las partículas fluidas chocan con el fondo y no pueden cerrar sus trayectorias como sucede en las olas ordinarias, produciéndose un arrastre real de agua.

### **2.2.3 CORRIENTES MARINAS**

A diferencia de las Olas, son movimientos de arrastre o traslación de masa de agua y no constituye un fenómeno de carácter periódico.

#### **Causas de las Corrientes Marinas**

La tierra constituye una inmensa máquina térmica; el calor recibido del Sol se distribuye en forma desigual entre los Polos y el Ecuador, lo que provoca en último término una circulación que afecta tanto a la atmósfera (vientos), como al Océano (corrientes), las diferencias de las temperaturas entre los Polos y el Ecuador provocan la circulación general de la atmósfera; los vientos a su vez ponen en movimiento las masas de agua, y estas constituyen las corrientes marinas.

En el Mar del Perú incursionan varias corrientes marinas de las cuales son importantes : La Corriente Peruana y la Corriente del Niño.

#### **La Corriente Peruana**

Esta corriente es llamada también de Humboldt, es de aguas frías y recorre nuestro litoral de Sur a Norte, a una velocidad de 28 Km/día. Tienen un ancho promedio que varía entre 185 y 370 Km, según sea verano o invierno respectivamente. Esta corriente forma parte del gran movimiento circulatorio de las aguas del Pacífico Sur.

El mar del Perú, frente a las Costa Central y Meridional tiene aguas frías y como tal ejerce una influencia decisiva en el clima de la costa. La frialdad de las aguas hace que el Clima de la Costa sea diferente a lo que corresponde por su latitud.

#### **La Corriente del Niño**

Esta corriente es de aguas tibias por proceder de los mares ecuatoriales. Se desplaza de Norte a Sur frente a las costas de la Región Grau. A veces,

sus aguas avanzan hasta frente a Paracas, ocasionando fuertes precipitaciones en la costa, donde normalmente no llueve.

#### **2.2.4 EL OLEAJE FRENTE A LA COSTA PERUANA**

Frente a la costa peruana se presenta 2 tipos de oleaje, **LAS OLAS DE VIENTO**, que són originados por los vientos locales. Estos soplan frecuentemente en las tardes con velocidad de 6 á 7 m/seg.; solamente en casos extremos (como el famoso Viento Paracas), llega a velocidades mayores a 10 m/seg.

Por esta razón las olas de viento generalmente son de menor importancia que las olas tipo "**SWELL**", los cuales son generados en las zonas de tormentas en la Costa de Chile entre los 40° y 50° de latitud Sur.

Saliendo de esta zona de tormentas, las olas se propagan durante su viaje al Norte como olas de poca altura y largo periodo (en altamar), pero una vez que llegan a Zonas de aguas poco profundas se transforman en olas con rompientes impresionantes.

Hasta 1,978 que se inicio un programa de mediciones de olas en varios puntos de la Costa peruana por los servicios de Ingenieria del Ministerio de Pesqueria (MIPE) y controlamar de la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU), la única fuente sobre el oleaje eran los datos provenientes de la "Sailing Directions for South América". Fig. 2.4

Las cuatro cartas disponibles para la Costa Peruana tienen como base las observaciones visuales efectuadas en Alta Mar por los capitanes de buques. Aún cuando es de mucho valor, esta información no tiene suficiente exactitud para ser usada en estudios ó diseños portuarios definitivos. Para estos fines es necesario realizar mediciones de olas en la zona de estudio.

#### **2.2.5 MAREAS QUE INCIDEN SOBRE LA COSTA PERUANA**

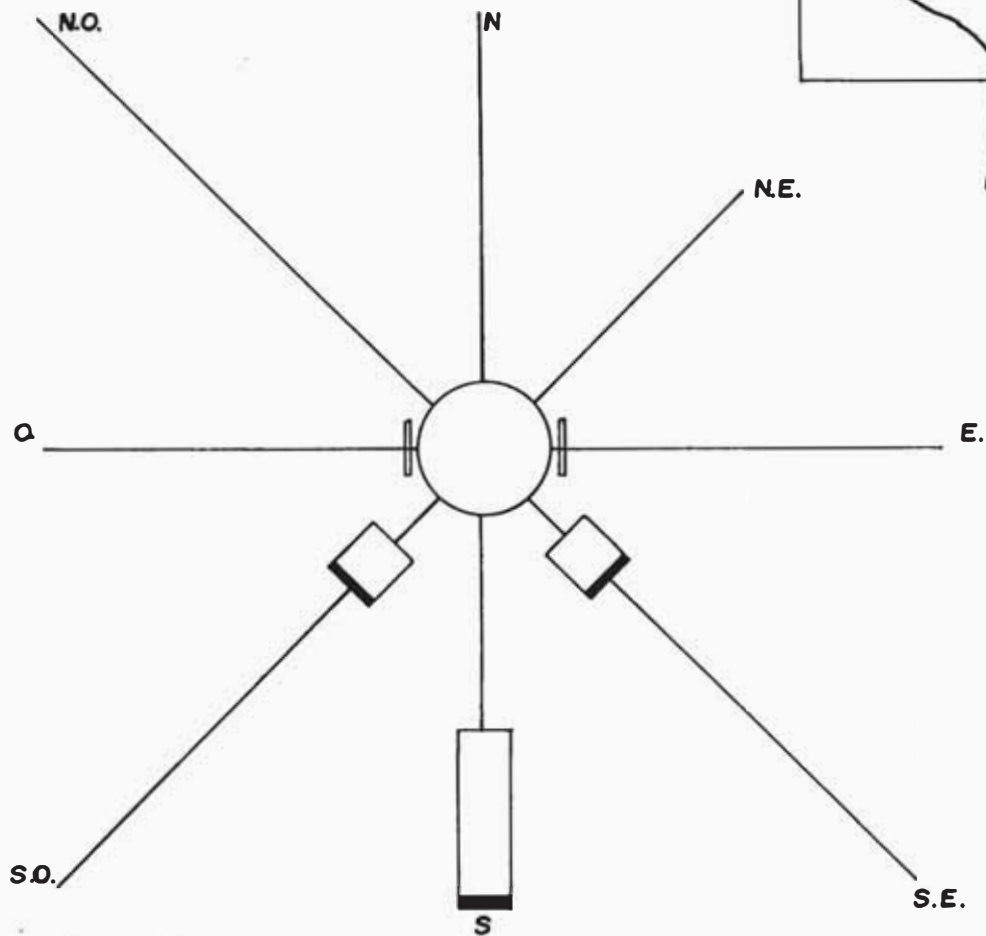
Las olas de mareas que llegan a la Costa del Perú son originadas en el mar alrededor del Polo Sur y de allí viajan hacia el Norte.

Llegando cerca a las costas de Centro América las olas giran a la derecha alrededor de un punto (ANFIDROMO), movimiento que es debido a la influencia de la fuerza de Coriolis.

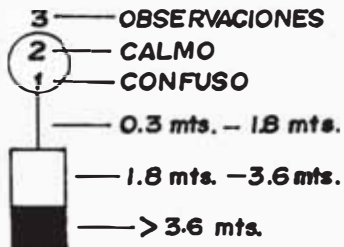
Según la Fig. 2.5, las crestas de las olas de mareas llegan a la costa de Talara y de allí viajan en dirección Sur. Al norte de Talara la dirección de propagación es invertida o sea hacia el Norte.

Debido a la geometría de la Costa en forma de embudo en Centro América, es que se produce un aumento considerable en las alturas de las olas de mareas hasta unos 4 metros cerca de la costa de Panamá.

DISTRIBUCION DE OLAS					
H (mts.)	O.	S.O.	S.	S.E.	E.
0.3-1.8	0.6 %	9.6 %	35.4 %	6.8 %	—
1.8-3.6	0.3 %	6.8 %	25.8 %	8.2 %	0.3 %
> 3.6	—	0.6 %	1.7 %	0.6 %	0.3 %
TOTAL	0.9 %	17.0 %	62.9 %	15.6 %	0.8 %



**LEYENDA**



FUENTE : SAILING DIRECTION  
SOUTH AMERICA  
( SETIEMBRE - 1976 )

FIG. 2.4 = DISTRIBUCION DEL OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS PARA LA COSTA PERUANA.

Más en detalle se vé el movimiento vertical de las mareas. En la Fig. 2.5 en la cual se puede observar :

- Que las mareas son de tipo semi-diurno, es decir 2 pleamares y 2 bajamares por día con un período de 12 h.25' del ciclo de mareas.
- Que la amplitud disminuye lentamente hasta el Callao, más al Sur la variación en amplitud es menor.
- Que la ola de marea necesita unos 4 ó 5 horas para su viaje de Talara a Ilo, lo que significa una velocidad de propagación alrededor de 350 km/hora.

En cada sitio, donde se efectúan mediciones de campo, siempre se establece la relación entre los pronósticos de la tabla de mareas y los niveles correspondientes, provenientes del registro de mareas. Esta comparación se requiere en primer lugar para establecer el nivel de referencia MLWS, y también indica el grado de exactitud de los pronósticos de la tabla de mareas. En general se realiza esta comparación gráficamente.

Los niveles característicos tales como el :

**MLWS** : Promedio de las mareas bajas de Sicigias ordinarias (Mean Low Water Spring).

**MLW** : Promedio de las mareas bajas (Mean Low Water)

**MSL** : Nivel promedio del mar (Mean Sea Level)

**MHW** : Promedio de las mareas altas (Mean High Water)

**MHWS**: Promedio de las mareas altas de sicigias ordinarias (Mean High Water Spring)

Tienen su valor como niveles bien conocidos en el campo de la Ingeniería Portuaria, pero no dicen nada sobre la frecuencia de ocurrencia de las mismas.

## **2.2.6 EROSION Y EFECTOS FISICOS PRODUCIDOS POR LAS OLAS**

Casi todas las costas se encuentran en movimiento continuo. Puede existir sedimentación, como por ejemplo lo que ocurre por el excesivo aporte de sedimentos de los Rios. También puede producirse erosión como resultado de la incidencia de olas.

El método más directo de protección de un área costera contra los efectos de la erosión continuada y del ataque de las olas, consiste en construir una estructura paralela a la línea costera. Este tipo de estructuras solamente proporcionan una protección local pudiendo identificarse la erosión en las costas adyacentes.

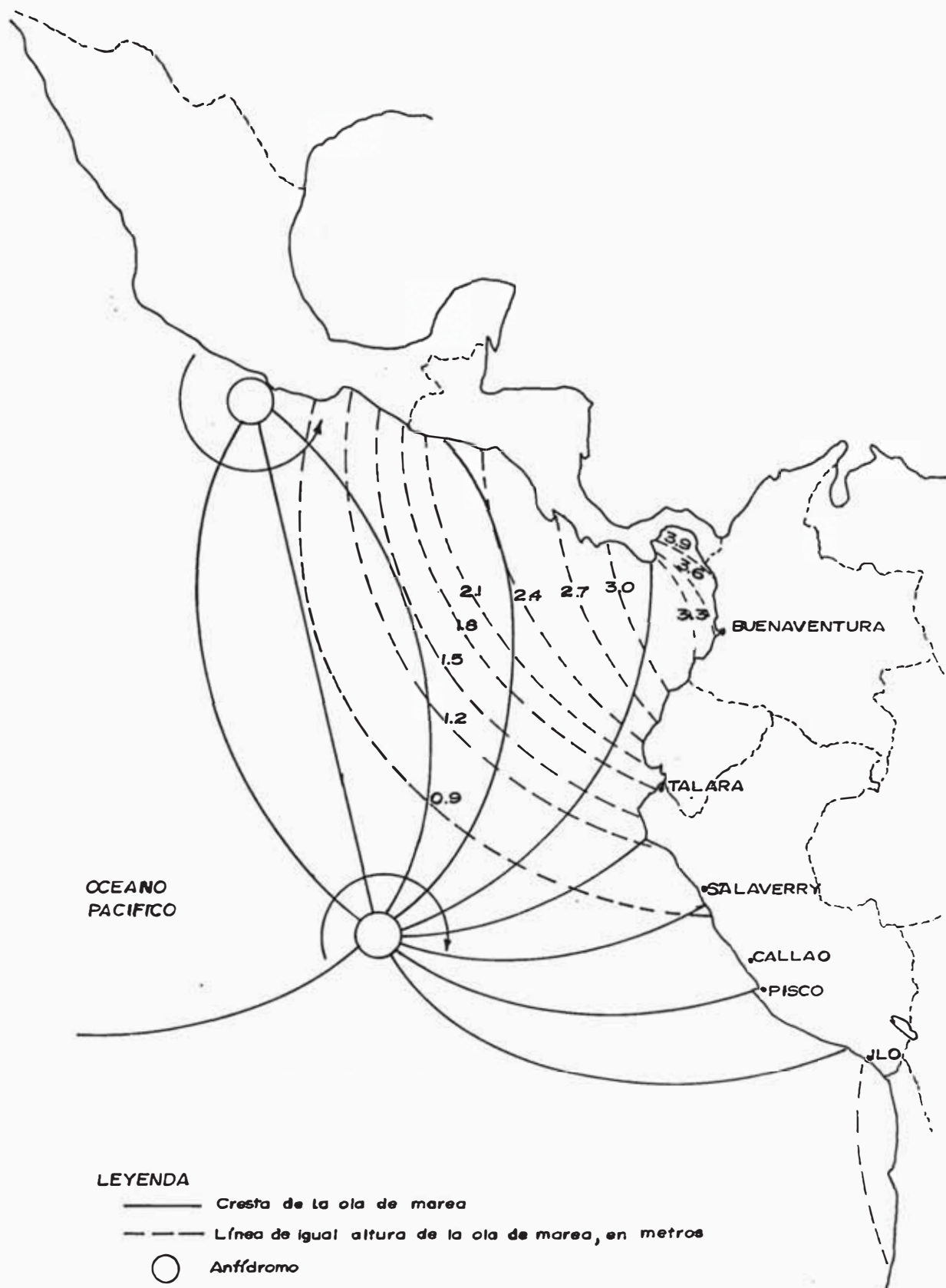


FIG. 2.5. LAS OLAS DE MAREAS FRENTE A LA COSTA DEL PERU  
 ( FUENTE : MINISTERIO DE PESQUERIA 1977 )

Un muro de protección puede ser útil en caso de emergencia para proteger estructuras importantes y valiosas, pero no constituye un remedio eficaz contra la erosión. Se debe dar particular atención a la cimentación de los Diques de protección contra la erosión que puede producirse en el pie.

El tipo de acción de ola que experimenta un Dique puede variar a lo largo de éste, debido a las fluctuaciones del agua (mareas) en una sección dada. Por esta razón las condiciones de las olas deberían determinarse en varios puntos a lo largo de la estructura y para varios niveles de agua.

La situación que se presenta cuando la ola rompe frente a la estructura (aguas poco profundas) es más desfavorable que en el caso de olas no rompientes.

Algunos investigadores indican que tal vez el aspecto más importante en el diseño de rompeolas específicamente sometidos al efecto de olas rompientes sea la estimación de la distancia que la ola, en proceso de rompiente, puede recorrer conservando su potencialidad destructiva. La zona más afectada es la sumergida y la uña del rompeolas en particular si el fondo es erosionable.

#### 2.2.6.1 Rompiente del oleaje

Es el proceso de disipación de la energía de la ola, y ocurre cuando la velocidad de partículas de la cresta, excede a la velocidad de propagación de la ola misma. Este proceso se origina por un fenómeno de frenado, en la parte inferior de la ola, por fricción contra el fondo, al acercarse a la playa; por lo que la ola pierde equilibrio y acaba desplomándose.

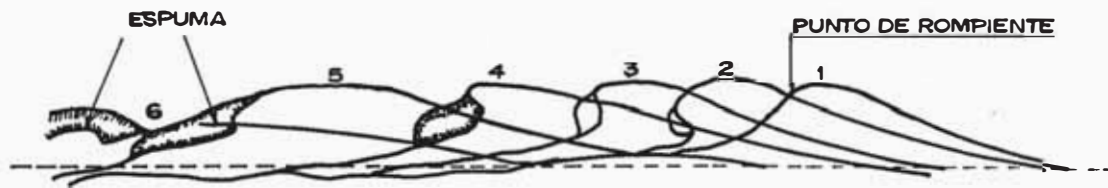
La disipación de la energía en éste proceso se manifiesta por una disminución de la altura de la ola, por turbulencias y calor, por energía sonora, por la formación de otras olas y por la generación de corrientes. La generación de corrientes dentro de la zona de rompiente, es muy importante en los cambios morfológicos que ocurren a lo largo de la costa.

##### Tipos de rompientes

Las olas rompientes se clasifican por la forma de disipar su energía en : SPILLING (continua), PLUNGING (rodante) y SURGING (ondulante). Fig 2.6

La clasificación cuantitativa de las olas rompientes se puede hacer mediante el número de IRIBARREN (I), el cual se define como:

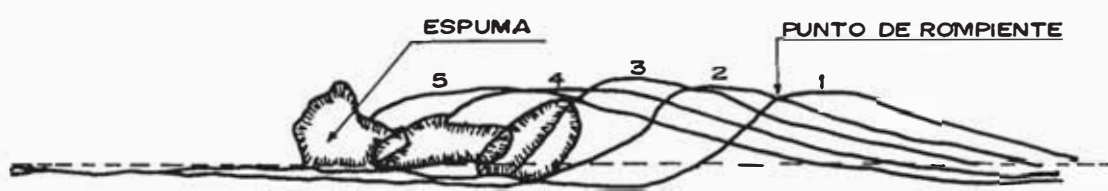
$$I = \frac{m}{(H/L_0)^{1/2}} \quad (1)$$



FONDO

LA PLAYA ES USUALMENTE MUY PLANA

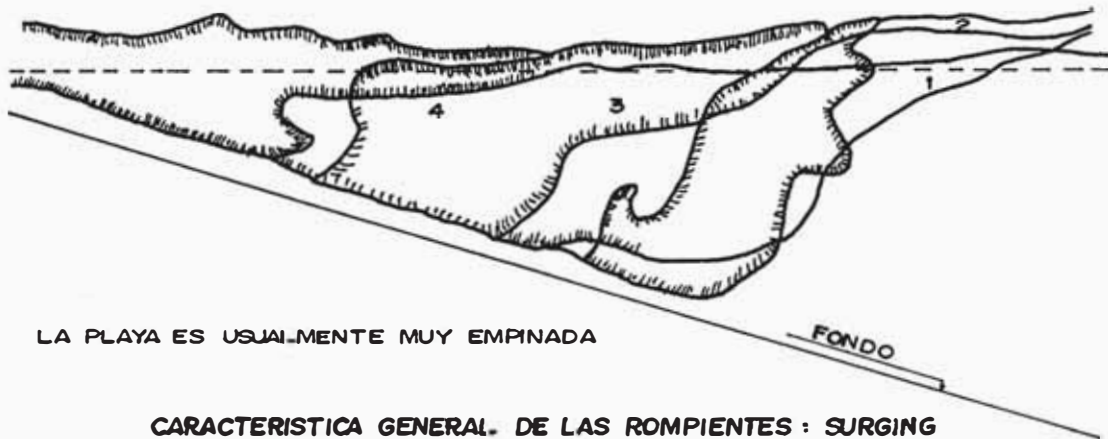
**CARACTERISTICA GENERAL DE LAS ROMPIENTES : SPILLING**



FONDO

LA PLAYA ES USUALMENTE EMPINADA

**CARACTERISTICA GENERAL DE LAS ROMPIENTES : PLUNGINS**



LA PLAYA ES USUALMENTE MUY EMPINADA

**CARACTERISTICA GENERAL DE LAS ROMPIENTES : SURGING**

**FIG. 2.6.-TIPOS DE ROMPIENTES. LOS DIAGRAMAS CONSISTEN DE UNA SERIE DE PERFILES DE LA FORMACION DE LAS OLAS ANTES DE LA ROMPIENTE DURANTE LA ROMPIENTE, Y DESPUES DE LA ROMPIENTE. LOS NUMEROS INDICAN LAS OCURENCIAS O SECUENCIAS**

donde :

$m$  = Pendiente de la playa

$L_0$  = Longitud de la ola en aguas profundas

$H$  = Altura de la ola, que podría ser igual a altura de ola en aguas profundas ( $H_0$ ) ó a la altura de la ola rompiente ( $H_b$ ), en cuyo caso el número de Iribarren se presentará como  $I_0$  o  $I_b$  respectivamente.

### **ROMPIENTE TIPO SPILLING**

Se origina en playas con pendientes muy tendidas, casi horizontales. Las olas disipan su energía desde una distancia relativamente alejada de la orilla y lo hace de manera muy gradual, desarrollando una gran formación de líneas de olas con espuma en la cresta.

Su zona de rompiente es muy ancha. Produce muy poca reflexión de energía hacia el mar. Puede producir una severa erosión en este tipo de playas.

### **ROMPIENTE TIPO PLUNGING**

Este tipo de rompiente es espectacular. Gran parte de la energía se disipa en forma de turbulencia y una parte por reflexión aunque relativamente mayor que la del tipo spilling. Este tipo de rompiente es el que genera mayor peligro para la estabilidad de un rompeolas.

### **ROMPIENTE TIPO SURGING**

Se produce en costas con pendientes extremadamente empinadas, tales como se podría encontrar en playas rocosas. La zona de rompiente es muy estrecha, y generalmente más de la mitad de la energía de la ola se refleja hacia el mar.

La tabla II.1, muestra la clasificación.

## **2.3 DEFENSA COSTERA : ROMPEOLAS DE ESCOLLERA**

Como el proyecto en desarrollo es un caso típico de Defensa Costera para proteger una estructura vial importante, nuestro modelo será : **DISEÑO DE UN ROMPEOLAS DE ESCOLLERA SIN SOBRE PASO DE OLAS**. Por lo tanto estaríamos usando la teoría de rompeolas, para el diseño de una escollera Marginal.

Un rompeolas es una estructura marina que tiene como función principal proteger una determinada zona del efecto de las olas. Casi el 95 % de todos los rompeolas que se han construido en el mundo, utilizan como material de



**TABLA II.1 RANGOS DE  $I_0$  Y  $I_b$  PARA DESCRIBIR EL TIPO DE OLA ROMPIENTE SEGUN GÜNBAK, 1977**

**\*USANDO  $H_0$  EN EL CALCULO DE I**

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

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

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

$$I_0 = \frac{m}{\frac{H_0}{L_0}^{1/2}} \quad ; \quad I_b = \frac{m}{\frac{H_b}{L_0}^{1/2}}$$

- $I_0$  = 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
- $H_0$  = Es la altura de la ola en aguas profundas
- $H_b$  = Es la altura de la ola rompiente
- $L_0$  = Es la longitud de la ola en aguas profundas

construcción la roca natural y el concreto, el 5 % restante; acero, madera, aire, comprimido, etc.

El tipo de rompeolas a ser utilizado, se determina usualmente por la disponibilidad de los materiales cerca del lugar, por la condición del fondo del mar y la disponibilidad de equipos y maquinarias para la construcción.

La elección de uno u otro tipo de rompeolas se basa en razones de orden técnico económico y constructivo.

Por ejemplo, técnicamente es recomendado el del tipo de Terraplén para trabajos a poca profundidad.

Un rompeolas es diseñado generalmente por las características de la ola de diseño, la batimetría del mar, las condiciones del suelo y la topografía litoral.

La abundancia de roca durable, y el mejor conocimiento de los métodos de explotación de cantera, para producir grandes cantidades de roca a costos económicos, ha llevado en mayor medida a la aceptación de los Rompeolas de Escolleras que cualquier otro tipo de protección.

Puesto que la roca, es uno de los principales materiales utilizados en la construcción de los rompeolas su disponibilidad tendrá que ser investigada, por tanto no sólo será necesario, determinar si es factible económicamente producir y entregar en la obra una cantidad suficiente de roca, sinó también analizar la densidad, la solidez y la capacidad de ésta para fragmentarse, ya que son factores importantes para decidir su uso.

## **TIPOS DE ROMPEOLAS DE ESCOLLERA**

Los rompeolas de Escolleras, según el uso que se le dé al área de sotavento, se pueden clasificar en dos tipos :

- ROMPEOLAS DE ESCOLLERA CON SOBRE PASO DE OLAS
- ROMPEOLAS DE ESCOLLERA SIN SOBRE PASO DE OLAS

### **A. ROMPEOLAS DE ESCOLLERA CON SOBRE PASO DE OLAS**

Si las operaciones dentro de un punto permite cierto oleaje, entonces se diseñará un rompeolas que permita un cierto grado de sobre paso de olas, teniendo en cuenta que se deberán tomar ciertas medidas de protección a la armadura de la pendiente posterior.

### **B. ROMPEOLAS DE ESCOLLERA SIN SOBRE PASO DE OLAS**

Por ejemplo si las actividades de un puerto no permiten cierto tamaño de ola, se tendrá que diseñar un rompeolas que no permita el sobre paso de olas ó que en su defecto sea el mínimo. Este tipo con relación al nivel de

agua de diseño, es relativamente más grande que un rompeolas con sobre paso de olas.

La necesidad de producir económicamente la cantidad y el tamaño requerido de roca en una cantera, para la armadura ó coraza de un rompeola, puede hacer que se tenga que recurrir a la fabricación de bloques de concreto de forma regular é irregular.

En conclusión, para el diseño de la defensa de Escollera para la Av. Costa Verde se considerará como modelo el "Diseño de Rompeolas de Escollera sin sobre paso de Olas".

### **2.3.1 SISTEMA DE PROTECCION TRADICIONAL**

#### **ESCOLLERA DE ROCA O ROCAPLEN**

Estructura permanente, consistente de capas sucesivas de roca. La capa superior que cubre (coraza) está conformada por roca más pesada.

#### **VENTAJAS**

- Muy durable, resiste muy bien severos ataques de olas
- Funciona aún cuando está seriamente dañado
- Se adapta a fondos que se pueden asentar
- Generalmente utiliza materiales naturales
- Se adapta fácilmente a batimetrías irregulares
- Es posible su construcción con mano de obra poco calificada
- Utiliza equipo pesado de construcción
- Los materiales son relativamente baratos
- Se tiene mucha experiencia en este tipo de defensas.

#### **DESVENTAJAS**

- De todos los tipos de defensa utiliza mayor material
- Debe ser adaptado para la construcción sobre arena y fondo rocoso
- Es inadecuado para suelos marinos no estabilizados ó en proceso de formación.

La sección transversal de una Escollera de roca para defensa se muestra en la Fig. 2.7

- **CORAZA (CAPA PRINCIPAL)** .- Es la parte exterior de la estructura y está formada por una ó dos sub-capas de elementos, los cuales deben resistir la acción directa del oleaje.

- **BASE (CAPA SECUNDARIA)**.- Sirve para soportar los elementos de la coraza y además como filtro para evitar que salgan los elementos de la

TAMAÑO DE LA ROCA	CAPA
W	CORAZA
W/10	CAPA SECUNDARIA
W/200 a W/6000	NUCLEO O FILTRO

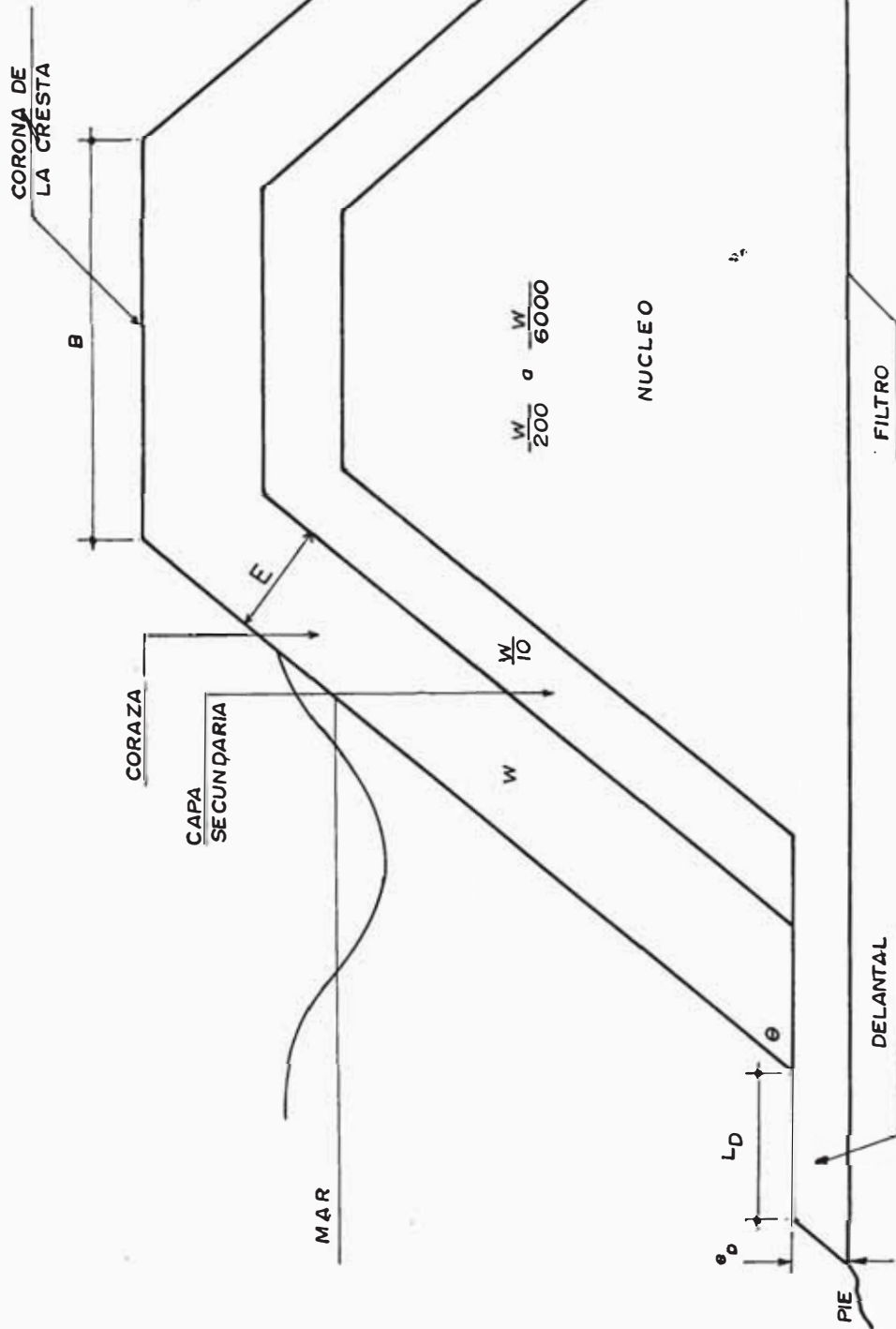


FIG. 2.7.-SECCION TRANSVERSAL TIPICA DE ROMPEOLAS DE ESCOLLERAS PARA CONDICION DE OLA ROMPIENTE

capa en que se apoya. Puede haber una ó más capas secundarias, cada una formada con 2 capas de elementos.

- **NUCLEO** .- Sirve como soporte y relleno a la estructura y es de tipo masivo. Debe tener la máxima compacidad y el mínimo de vacíos, lo que se logra mezclando rocas de diferentes tamaños, que usualmente son sobrantes de cantera. Es totalmente diferente a las otras capas.

- **DELANTALES O UÑAS** .- Protegen a la escollera de la socavación al pie de la misma, en muchas ocasiones se construye utilizando los mismos elementos del núcleo y nunca debe evitarse su participación, ya que es el elemento que da mayor seguridad a la obra. Se recomienda :

Cd>            0.50    (Espesor de delantal)

Ld>            5.00    (Longitud de delantal)

- **FILTRO O APOYO** .- Se utiliza para evitar hundimientos de las rocas debido a las corrientes y el oleaje. También evita que la arena sea succionada y extraída de entre los huecos, lo que propiciará el hundimiento ó deslizamiento de algunas zonas de la estructura. El filtro puede evitarse en ocasiones, ya que los delantales deben funcionar como protección que evite la extracción y movimiento de la arena sobre la que se apoya la obra.

Se recomienda rocas naturales con densidades de :

<u>Elemento</u>	<u>Densidad (kg/m3)</u>
Granito	2650 - 3000
Basalto	2900

### 2.3.1.1 CARACTERISTICAS

#### 1. PESO DE LOS ELEMENTOS DE LA CAPA PRINCIPAL :

Han sido deducidos empíricamente y fueron calibrados mediante ensayos con modelos, están en función de la altura de la ola de diseño. La fórmula más usada es la Hudson :

$$W = \frac{\gamma_s H_D^3}{K_D (S_s - 1)^3 \cot \theta} \quad (2)$$

donde :

**W** = Peso de un elemento con la coraza.

$\gamma_s$  = Peso específico del enrocado en la coraza.

**S<sub>s</sub>** = Peso específico relativo de sólidos ( $\gamma_s/\gamma_w$ )

**H<sub>D</sub>** = Altura de ola de diseño. Se trabaja con la ola significativa.

$\theta$  = Talud de la estructura con respecto a lo horizontal.

**K<sub>D</sub>** = Coeficiente de estabilidad, es función de la forma, angulosidad, grado de rugosidad y ubicación en el rompeolas.

En la tabla II.2 se indican los valores de **K<sub>D</sub>**, para un daño en el rompeolas de 0 - 5%. Para un porcentaje de daño mayor, el valor **K<sub>D</sub>** se determina con la tabla II.3, lo que se utiliza solo para oleaje no rompiente.

A continuación se dan valores aproximados de pesos de rocas que se usa en las diversas capas de un rompeolas :

- Si el oleaje rompe contra la estructura, el talud expuesto al oleaje se construirá con una roca de peso **W**, lo mismo se hará con toda la corona. La base de esta capa principal se construirá con una roca de peso **W/10**. Ver Fig. 2.7

Estos tamaños recomendados evitan que escapen los elementos de las capas interiores. En la tabla II.4 se muestra el coeficiente de capa y de porosidad para varias unidades de coraza.

## 2. ANCHO DE LA CORONA

El ancho mínimo constructivo de la corona de la coraza. Fig 2.7

$$B = m' K_{\Delta} \left( \frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3}$$

donde :

**m'** : Número de elementos que forma el espesor de la coraza (mínimo recomendado es de 3).

$\gamma_s$  : Peso específico del elemento.

**W** : Peso de un elemento en la corona.

**K<sub>Δ</sub>** : Coeficiente de capa (tabla II.4)

## 3. ELEVACION DE LA CORONA

Queda determinado por :

- La necesidad de evitar el paso de la ola sobre la corona, el que se obtiene conociendo el alcance máximo del oleaje.

- La elevación de la corona debido al procedimiento constructivo,

TABLA II. 2.

VALORES SUGERIDOS POR EL C.E.R.C. DE K PARA DETERMINAR EL PESO DE LA UNIDAD DE CORAZA DAÑOS 0 - 5 % (1973)

UNIDADES DE CORAZA	n*	COLOCACION	CRITERIO DEL NO-DETERIORO Y REBOZE MINIMO				PENDIENTE COTG
			TRONCO DEL ROMPEOLAS		CABEZO DE ROMPEOLAS		
			K <sub>D</sub> (*)				
			OLAS ROMPIENTES	OLAS NO ROMPIENTES	OLAS ROMPIENTES	OLAS NO ROMPIENTES	
ROCA DE CANTERA							
Redondeada Lisa	2	Aleatorio	2.1	2.4	1.7	1.9	1.5-3.0
Redondeada Lisa	>3	Aleatorio	2.8	3.2	2.1	2.3	1.5-3.0
Angular Rugosa	1	Aleatorio **	**	2.9	**	2.3	1.5-3.0
			-	-	2.9	3.2	1.5
Angular Rugoso	2	Aleatorio	3.5	4.0	2.5	2.8	2.0
			-	-	2.0	2.3	3.0
Angular Rugosa	>3	Aleatorio	3.9	4.5	3.7	4.2	3.0
Angular Rugosa	2	Especial +	4.8	5.5	3.5	4.5	3.0
Tetrapodos			-	-	5.9	6.6	1.5
	2	Aleatorio	7.2	8.3	5.5	6.1	2.0
Cuadripodos			-	-	3.7	4.1	3.0
			-	-	8.3	9.0	1.5
Tribarras	2	Aleatorio	9.0	10.4	7.8	8.5	2.0
			-	-	7.0	7.7	3.0

\* n es el número de unidades que componen el espesor de la coraza

\*\* El uso de una capa simple de unidades de roca de cantera sujeta a olas rompientes no es recomendable y sólo en condiciones especiales para olas no rompientes. Cuando esta capa simple se debe usar, la colocación debe ser muy cuidadosa.

+ La colocación especial consiste en colocar el eje más largo de la roca perpendicular a la pendiente de la estructura.

(\*) Aplicable a pendientes comprendidas de 1:1.5 a 1.5

TABLA II. 3

$H^*/H$  y  $K_D$  EN FUNCION DEL DAÑO DE LA CORAZA Y DEL TIPO DE UNIDAD

UNIDAD		PORCENTAJE DE DANOS (D)						
		0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
ROCA DE CANTERA (LISA)	$H^*/H$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
	$K_D$	2.40	3.00	3.60	4.10	5.10	6.70	8.70
ROCA DE CANTERA (RUGOSA)	$H^*/H$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.56
	$K_D$	4.00	4.90	6.60	8.00	10.00	12.40	15.00
TETRAPODO Y CUADRIPODO	$H^*/H$	1.00	1.09	1.17	1.24	1.32	1.41	1.50
	$K_D$	8.30	10.80	13.40	15.90	19.20	23.40	27.80
TRIBARRA	$H^*/H$	1.00	1.11	1.25	1.36	1.50	1.59	1.64
	$K_D$	10.40	14.20	19.40	26.20	35.20	41.60	45.90

CONDICIONES

Sección Transversal del rompeolas  $n = 2$ , Colocación aleatoria.  
Olas no - rompientes y sobre peso mínimo.

FUENTE : Shore Protection Manual CERC 1, 973.



TABLA II.4.

COEFICIENTE DE CAPA Y DE POROSIDAD PARA VARIAS UNIDADES DE CORAZA

UNIDADES DE CORAZ	m'	COLOCACION	COEFICIENTE DE CAPA $K_{\Delta}$	POROSIDAD (P) %
ROCA DE CANTERA (LISA)	2	ALEATORIA	1.02	38
ROCA DE CANTERA (RUGOSA)	2	ALEATORIA	1.15	37
ROCA DE CANTERA (RUGOSA)	>3	ALEATORIA	1.10	40
TETRAPODO	2	ALEATORIA	1.04	50
TRIBARRA	1	ALEATORIA	1.02	54

es igual a la elevación del pleamar media superior (NPMS) mas 0.50m, y mas los espesores de la capa Secundaria y de la coraza.

#### 4. ESPESOR Y NUMERO DE ELEMENTOS

El espesor (E), ya sea de la coraza ó de la capa Secundaria, se determina por :

$$E = m' K_{\Delta} \left( \frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3}$$

donde:

$m'$  : N° de capas de unidades, usualmente 2 y a veces 1 ó 3  
 $E$  : Espesor en mts.

Se usa la misma ecuación anterior porque el ancho de coronación no es muy grande.

Asimismo, el número de elementos (C) en un área A, esta dada por:

$$C = m' K_{\Delta} \left( 1 - \frac{P}{100} \right) \left( \frac{\gamma_s}{W} \right)^{2/3} \times A$$

donde :

$A$  : Area de la capa generalmente es de 10 a 100m<sup>2</sup>.  
 $m'$  : Número de elementos que forman el espesor de la capa (generalmente es 2).  
 $P$  : Porosidad (%). Ver tabla II.4  
 $W$  : Peso de los elementos que forman la coraza.

### 2.3.1.2 FENOMENOS FISICOS PRODUCIDOS POR UN ROMPIENTE

#### A.- UP - RUSH

Cantidad de agua que sube sobre el talud del rompeolas, como consecuencia de una ola rompiente.

Un fenómeno parecido al anterior, se produce al bajar el agua, es el denominado down - rush.

#### B.- RUN - UP (R)

Máxima elevación vertical alcanzada por el up - rush, se mide con respecto a la SWL (Fig. 2.8). Estimar su tamaño es muy importante para determinar la altura de la estructura.

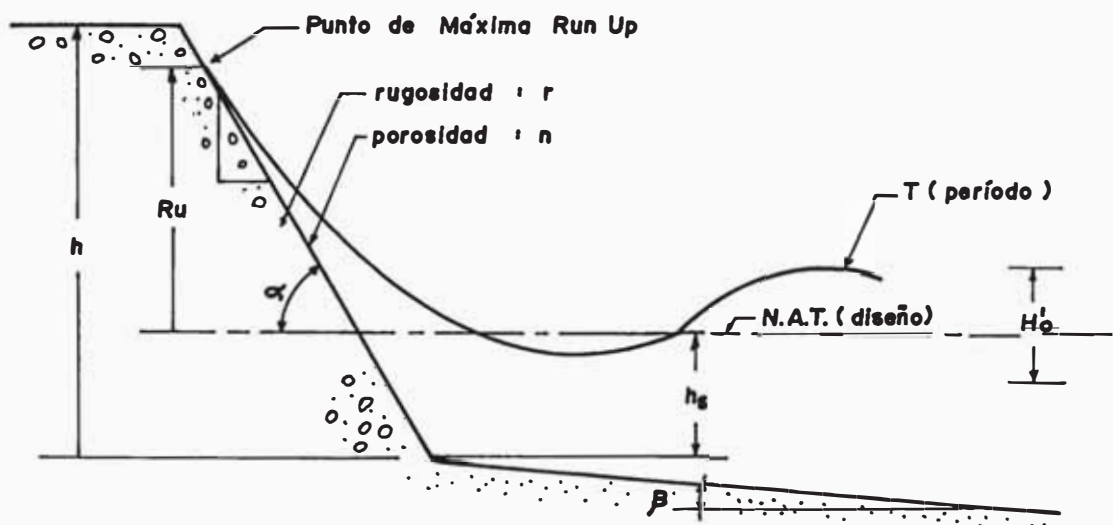


FIG. 2.8 .- GRAFICA DE DEFINICION DEL Run Up.

La energía de las olas incidentes se distribuye al romper. Cuando se consideran olas regulares el run - up es función de :

$$R = F (H, T, d, \theta, \beta, r, P)$$

donde :

- H** : Altura de ola incidente.
- T** : Período de ola incidente.
- d** : Profundidad al pie del talud.
- $\theta$**  : Talud de la estructura.
- $\beta$**  : Inclinación de la línea de la costa
- r** : Rugosidad del talud de la estructura
- p** : Porosidad del talud de la estructura

Para olas irregulares el run - up es difícil de determinar y se convierte en una variable aleatoria, dependiente de las características de la ola, en lo que respecta a liso e impermeable. Todavía se conoce poco con respecto a taludes rugosos y permeables, ya que estos tienen una gran influencia, haciendo que el efecto de los otros parámetros sea menos pronunciados.

Similar al run - up es el run - down, que se produce con consecuencia del down - rush.

### **C.- OVERTOPPING**

Se produce cuando la elevación de la cresta de la ola es mayor a su correspondiente Run - Up, por lo que el agua pasa sobre la corona de la estructura, el Overtopping que puede poner en peligro la estabilidad de un rompeolas nunca ha sido relacionada con la cantidad de agua que haya pasado sobre la estructura.

#### **2.3.1.3 PARAMETROS BASICOS PARA EL DISEÑO DE ROMPEOLAS DE ESCOLLERA**

Cada vez que un tren de olas se acerca, bajo un ángulo de incidencia a una playa de pendiente uniforme, se observa que las crestas de las olas tienden a formarse paralelamente a la línea costera. Este fenómeno conocido como **REFRACCION DE OLAS**, se manifiesta por el cambio de la dirección de la propagación de las olas, originado por la disminución de velocidad de una parte del tren de oleaje con respecto a la otra, disminución que a su vez es originada por el frenado de las olas en su parte inferior por fricción contra el fondo.

La altura y el período de las olas aumentan de una manera desigual por la acción del viento, y a partir de un cierto momento la altura crece proporcionalmente más que la longitud, de manera que la forma de la ola se hace más convexa hasta que pierde equilibrio y se desploma. A este fenómeno se le conoce como el **ROMPIMIENTO DE LA OLA** y consiste en la disipación total de su energía.

## **PARAMETROS BASICOS HIDRODINAMICOS**

### **A. DATOS BASICOS DEL OLEAJE MARITIMO**

Para poder realizar diseños de obras portuarias y defensas de costas, es indispensable contar con información sobre las olas del mar.

De las olas se requiere información sobre: la frecuencia de ocurrencia, de las alturas, los períodos y de la dirección, además es conveniente tener ésta información para períodos típicos del año. Faltando estos datos, los diseños no pueden ser óptimos, un sobreestimado de alturas reales traerá consigo una inversión mayor a la necesaria.

### **B. CARACTERISTICAS DEL OLEAJE**

**ALTURA DE OLA (H) :** Es la diferencia de altura entre el valle ó depresión de una ola y la siguiente cresta, que pasa respectivamente por un mismo sitio.

**LONGITUD DE LA OLA (L) :** Es la distancia entre dos crestas ó dos depresiones sucesivas. Conociendo el período de las olas, se puede calcular la longitud para aguas profundas con las fórmulas existentes ( $L_o = 1.56 T^2$ ),  $L_o$ , en metros y  $T$ , en segundos.

**PERIODO DE OLA (T) :** Es la diferencia de tiempo en el que dos crestas ó depresiones sucesivas, pasan por un mismo sitio. La unidad de tiempo del periodo es el segundo.

### **VELOCIDAD DE OLA (C)**

$$C = \frac{L}{T}, \text{ (L en mts. y T en seg.)}$$

**ALTURA PROMEDIO DE OLA (H) :** Es el promedio aritmético de todas las alturas de olas dentro de un grupo ó tren de olas consideradas.

**ALTURA DE OLAS SIGNIFICANTE ( $H_s$  ó  $H$  )** : Se define como aquella ola cuya altura es igual al promedio del tercio más alto de un grupo ó tren de olas. En el campo de la Ingeniería Portuaria y de Costas, se ha utilizado la ola significativa para desarrollar fórmulas y teorías.

**ALTURA MAXIMA DE OLAS ( $H_{max}$ )** : Es la altura de la ola más grande de un grupo de olas.

**REFRACCION DE OLAS** : Es el fenómeno que se manifiesta por el cambio en la dirección de propagación de las olas, que puede ser causado, entre otros por variaciones en la batimetría, por corrientes ó por cualquier fenómeno que haga que una parte de una ola avance más rápida ó más lenta que la otra.

**DISFRACCION DE LAS OLAS** : Es un fenómeno típico de ondas. En nuestro caso se manifiesta por la transferencia lateral de energía a lo largo de las líneas de cresta de las olas, cuando se interrumpe el avance del oleaje mediante una barrera.

### **2.3.2 SISTEMA DE PROTECCION NO TRADICIONAL**

#### **ESCOLLERA CON BLOQUES DE CONCRETO DE FORMA REGULAR**

La unidad de armadura ó coraza de la escollera, es sobre todo la que resiste las mayores fuerzas de impacto de las olas, tienen que ser la de mayor peso en la estructura, por lo tanto, si no se puede producir en una cantera, roca del tamaño requerido y en la cantidad necesaria, se podrá utilizar como unidad de armadura los bloques de concreto. Estos sólo están limitados en peso por el equipo de manejo, excepto por ésta limitación es posible diseñar escolleras para olas de cualquier tamaño. Es comun usar bloques de concreto de 50a 60 Toneladas.

Por la forma de colocación de las unidades en la coraza pueden ser: **COLOCACION DESORDENADA**; los bloques de concreto son colocados aleatoriamente como armadura. Ver Fig. 2.9

Esta colocación provee una buena rugosidad y permeabilidad; que son dos características Hidráulicas deseables en una escollera para disipar la energía del oleaje, además es fácil de ser separados. Como inconveniente podemos señalar, que requiere de una mayor cantidad de bloques que el otro tipo. Para soportar los bloques de concreto se deberá proteger el núcleo con una buena armadura secundaria, además se deberá tener en consideración los deslizamientos que toman lugar cuando la escollera alcanza su período de ajuste.

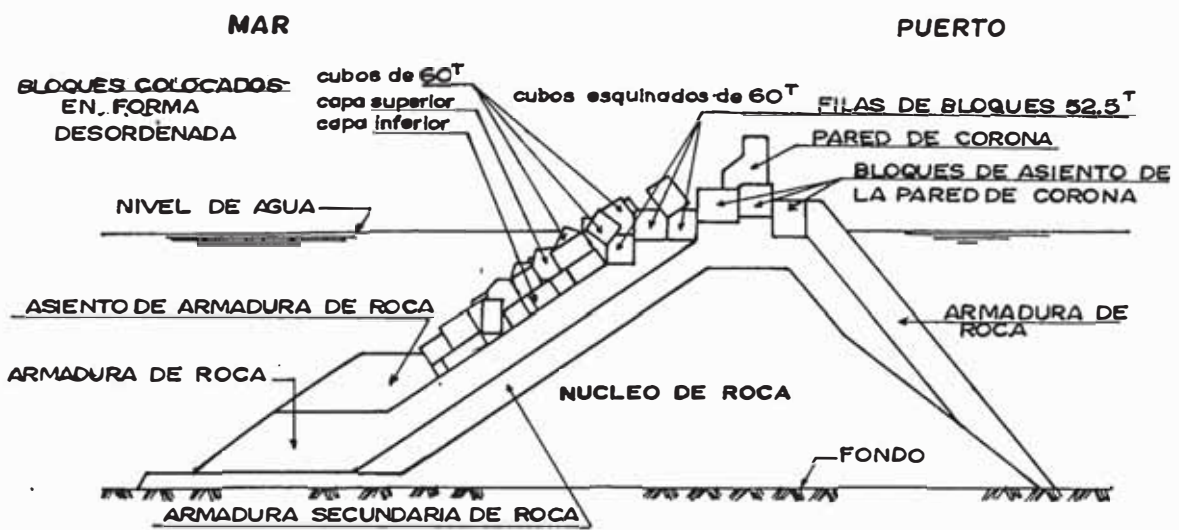


FIG 2.9 .- ROMPEOLAS ARMADO CON BLOQUES DE CONCRETO MONTADOS DE FORMA DESORDENADA ( PELL-MELL )

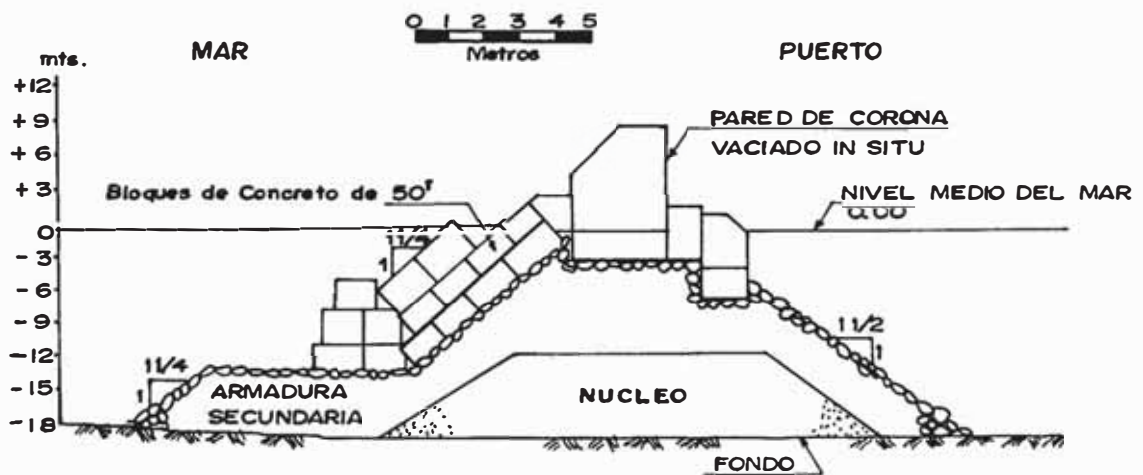


FIG.2.10 .- ROMPEOLAS ARMADO CON BLOQUES DE CONCRETO MONTADOS DE FORMA ORDENADA

**COLOCACION ORDENADA :** Los bloques de concreto siguen un modelo regular de colocación de unos con otros, descansando sobre la pendiente de la escollera. La parte principal de la energía de la olas es disipada por rompiente y por Run - Up, haciendo como consecuencia que la cresta sea un poco más alta que para los bloques de colocación desordenada.

En este tipo de defensa la rugosidad es deficiente y es baja la permeabilidad, debido a que los bloques están herméticamente juntos. Se deberán tomar precauciones al pie de la pendiente ya que las altas presiones que se desarrollan allí puede hacer que los bloques se desplacen. Comunmente basta construir una capa permeable de roca gruesa como base.

A pesar que éste tipo de escolleras utiliza menos material que el anterior, su reparación es difícil y antieconómica. Un esquema ilustrativo para éste tipo de rompeolas de escolleras con bloques de concreto se vé en la Fig. 2.10

### **ESCOLLERAS CON BLOQUES DE CONCRETO DE FORMA IRREGULAR**

Para mejorar la estabilidad de los cubos de concreto en el talud de la escollera se han creado y patentado diversos tipos de unidades de concreto de forma irregular, con pesos entre 25 y 40 Toneladas.

Los tipos más comunes que se utilizan en el mercado son : los "Tetrápodos", las "Tribarras", los "Dolos", los "Stabits", los "Akmons", etc. En la fig. 2.11 se muestran 28 formas que hasta 1,978 habían sido patentados.

Casí todos estos tipos demuestran tener cierta ventaja sobre los cubos de concreto, como el permitir pendientes más empinadas en la estructura de defensa, y unidades con pesos menos livianos.

Debido a un mejor "Factor de Forma" (Trabazón) y a una mayor absorción de la energía de la ola, producto de la gran permeabilidad é irregularidad de la superficie del bloque; con respecto a los cubos de concreto, es posible reducir el tamaño de la unidad para el mismo grado de estabilidad.

Aunque ciertas experiencias han indicado que éstas unidades son frágiles para oleajes severos, pueden usarse como coraza en revestimientos de líneas costeras ó en rompeolas con una moderada y relativa exposición al oleaje.

Es importante que estas unidades sigan un modelo de colocación ordenada de una ó dos capas. Exigiendose sólo que la roca de la capa subyacente no escape por los hoyos dejados.



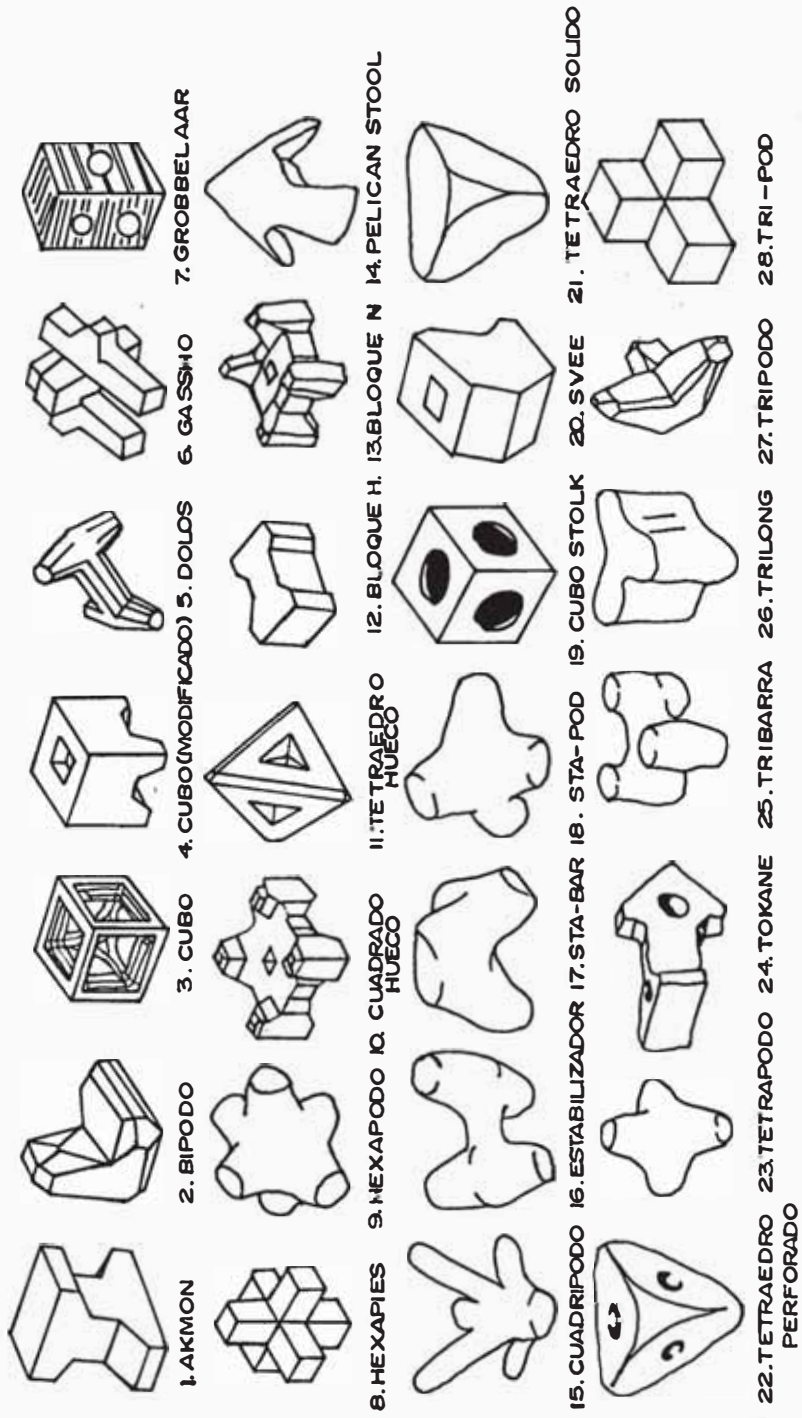


FIG. 2.11 UNIDADES DE CONCRETO DE FORMA IRREGULAR PARA ARMADURA  
 (Fuente : WALLINGFORD, Junio 1978 ).

## 2.3.3 FORMULAS Y METODOS PARA EL DISEÑO DE ROMPEOLAS DE ESCOLLERAS

Debido al auge del comercio internacional, del transporte de cargas, y el consiguiente aumento de los tamaños y tonelajes de las embarcaciones se hizo necesario contar con puertos seguros, aún en zonas no protegidas mediante una adecuada defensa contra el oleaje. Por este motivo se intensificarán las investigaciones de los fenómenos costeros, marítimos y de la estabilidad de los rompeolas de escolleras, dando como resultado un conjunto de fórmulas, para el diseño de este tipo de estructuras.

Después del año 1,933 en que el Ingeniero español Eduardo Castro presentara la primera fórmula para el diseño de rompeolas de escolleras, se inició una nueva era en la investigación de los fenómenos relacionados con la estabilidad de éstas estructuras en el medio ambiente marino.

### 2.3.3.1. FORMULAS SEMI - EMPIRICAS

#### A.-FORMULA DE EDUARDO CASTRO

$$W = \frac{0.704}{(\cotg \alpha + 1)^2 (\cotg \alpha - 2/\rho)^{1/2}} \times \frac{H^3 \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

donde :

- W = Peso de las Unidades de la coraza (Ton.)
- H = Altura de la ola (m)
- $\rho$  = Peso específico de la unidad (new / m )
- $\rho_w$  = Peso específico del agua (new / m)
- $\alpha$  = Angulo de la pendiente del rompeolas, medida desde la horizontal.

Esta fórmula se basa sobre la suposición de que la acción destructiva de la ola es proporcional a su energía, por consiguiente la altura de la ola es proporcional a su longitud, es decir, la energía de la ola es proporcional a  $H^3$ .

#### B.-FORMULA DE IRIBARREN

Es la segunda fórmula realizada por otro Ingeniero Español, fue presentada en 1,938 como:

$$W = \frac{K}{(\cos \alpha - \text{sen} \alpha)^3} \times \frac{H_b^3 \times \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

donde :

$H_b$  = Altura de la ola rompiente, que se puede determinar por un método descrito por el profesor Iribarren Cavanillas.

$K$  = 0.015 Para roca de cantera.

$K$  = 0.019 Para bloque artificiales.

De acuerdo con el autor la siguiente fórmula puede usarse cuando la profundidad del agua  $h$ , al pie de la estructura no excede 0.06 L, donde L es la Longitud de la ola :

$$W = \frac{K}{(\cos\alpha - \text{Sen}\alpha)^3} \times \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho/\rho_w - 1)^3}$$

donde :

$H$  = Altura de la ola sin tener en cuenta la estructura.

$K$  = 0.023 para la roca de la cantera

$K$  = 0.029 para bloques artificiales

En 1965 Iribarren modificó su fórmula a:

$$W = \frac{K}{(\mu \cos\alpha - \text{sen}\alpha)^3} \times \frac{H^3 \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

$\mu$  = Coeficiente de fricción igual a 2.38 (roca con roca)

$K$  = 0.43

### FORMULA DE MATHEWS

El ingeniero Norteamericano Mathews en 1948 presentó la siguiente fórmula:

$$w = \frac{0.0149}{(\cos\alpha - 0.75 \text{ sen } \alpha)^2} \times \frac{H^2 \cdot T \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

donde:

$T$  : Período de la ola en segundos.

Esta es la primera fórmula donde se presenta el período de ola como parámetro.

#### D.-FORMULA DE EPSTEIN Y TYRREL

En el Congreso de Navegación Internacional realizado en Lisboa en 1,949 los ingenieros EPSTEIN y TYRREL presentaron los primeros resultados de sus investigaciones teóricas sobre rompeolas de terraplén de escolleras, en la forma siguiente:

$$W = \frac{K}{(\mu - \operatorname{tg} \alpha)^3} \times \frac{H^3 \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

donde:

**K** : Es una función de  $\alpha$ ,  $\mu$  y  $h/L$ , incluyendo además tres coeficientes adicionales definidos como funciones del tamaño de la unidad de coraza.

Los autores sugirieron hacer ensayos de laboratorio para la determinación de **K** y su variación con respecto a los diferentes parámetros.

#### E.-FORMULA DE RODOLF

En la conferencia de Ingeniería Costera realizada en Long Beach en 1950 F.W. Rodolf del cuerpo de ingenieros del Distrito Portland presentó la siguiente fórmula:

$$W = \frac{0.0162}{\operatorname{Tg}^3 (45 - \alpha/2)} \times \frac{H^2 \cdot T \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

La fórmula, según el autor tiene un pequeño coeficiente de seguridad en procura de tomar en cuenta cualquier ola eventualmente más grande que la ola más grande considerada.

#### F.-FORMULA DE LARRAS

En 1952, otra formulación fue desarrollada por el Ingeniero francés Larras, basándose en la experiencia de cien años del rompeolas de Argelia, su expresión es:

$$W = \frac{k \left[ \frac{2\pi H'o/L}{\operatorname{Sen} h(4\pi z/L)} \right]^3}{(\cos \alpha - \operatorname{sen} \alpha)^3} \times \frac{H'o^3 \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

$H'o$  = Altura de la ola en aguas profundas  
 $K$  = 0.0152 para roca de cantera.  
 $K$  = 0.0191 para bloques artificiales.

Para rompeolas que están sujetas a olas rompientes, el autor recomienda hacer  $z = H'o/2$

Se puede considerar que los coeficientes de esta fórmula coinciden con los de IRIBARREN, con la diferencia que LARRAS considera la altura de la ola en aguas profundas.

### 2.3.3.2 FORMULAS OBTENIDAS POR ENSAYOS DE LABORATORIO

#### ENSAYO DE MODELOS

Cuando se empezó a estudiar la estabilidad de las rompeolas por medio de ensayos de laboratorio, el primer problema que se resolvió consistía en determinar hasta qué medida las conclusiones de estos ensayos deberían ser aplicadas a las estructuras reales. Para este propósito la W.E.S (waterways experiment station) emprendió un extensivo programa de investigación básica que mostró que la ley de Froude puede ser aplicada a todos los fenómenos que toman lugar cuando las olas atacan a un rompeolas de escolleras.

En la primera serie de estos ensayos realizados en 1953 la altura de la ola de diseño se consideró ligeramente menor que aquella requerida para mover cualquier unidad de la coraza en el rompeolas. Basados sobre este criterio denominado de "nodeterioro", se llegó a concluir que la fórmula de Iribarren es la más adecuada, aunque el coeficiente  $K$  variaba considerablemente con el ángulo de la pendiente del rompeolas.

Esta comparación fue precedida por un breve estudio teórico que tuvo el propósito de hacer homogénea la fórmula de Iribarren. Esta se transformó en:

$$A- W = \frac{K \cdot \mu^3}{(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)^3} \times \frac{\rho \cdot \rho_w \cdot H^3}{(\rho - \rho_w)^3}$$

donde:

$H$  = Altura de la ola al pie del rompeolas  
 $\mu$  = Tangente del ángulo de reposo de las unidades de coraza.  
 $\rho$  = Peso específico de las unidades  
 $\rho_w$  = Peso específico del agua

TABLA II.5.- : FORMULAS PARA EL DISEÑO DE ROMPEOLAS DE ESCOLLERAS

PAIS Y AUTOR	FORMULAS	Figura	
		Valor numerico aplicado	f(α) =
<u>ESPAÑA</u> CASTRO (1933)	$W = \frac{0.704}{(\cotg \alpha - 1)^2 \sqrt{\cotg \alpha - 2}} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$\rho = 2.65$	$\frac{0.704}{(\cotg \alpha - 1)^2 \sqrt{\cotg \alpha - 0.754}}$
IRIBARREN (1938-50-54)	$W = \frac{K}{(\cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$K = 0.023$ (para $h \leq 0.06L$ )	$\frac{0.023}{(\cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3}$
IRIBARREN (1965)	$W = \frac{K}{(\mu \cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$K = 0.43$ $\mu = 2.38$	$\frac{0.43}{(2.38 \cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3}$
<u>U.S.A.</u> MATHEWS (1948)	$W = \frac{0.0149}{(\cos \alpha - 0.75 \text{ Sen} \alpha)^2} \cdot \frac{H^2 \cdot T \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$T = 2.5 H$	$\frac{0.03725}{(\cos \alpha - 0.75 \text{ Sen} \alpha)^2}$
EPSTEIN & TYRREL (1949)	$W = \frac{K}{(\mu - T \alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w - 1}$ con $K = f(\alpha; \mu; h/L)$	—	—
HICKSON & RODOLF (1951)	$W = \frac{0.0162}{T_0^3 (45 - \alpha/2)} \cdot \frac{H^2 \cdot T \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$T = 2.5 H$	$\frac{0.0405}{T_0^3 (45 - \alpha/2)}$
HUDSON (1958-59)	$W = \frac{1}{K_D \cotg \alpha} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$K_D = 3.2$ (0-10% daño) $K_D = 15.9$ (30-60% daño)	$1/(3.2 \cotg \alpha)^4$ $1/(15.9 \cotg \alpha)^{2.2}$
<u>FRANCIA</u> LARRAS (1952)	$W = \frac{K \left[ \frac{2 \pi H/L}{\text{Sen} h(4 \pi Z/L)} \right]^3}{(\cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$K = 0.0152$ con: $Z = H/2$ y $H/L < 0.1$	$\frac{0.0152}{(\cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3}$
BEAUDEVIN (1955)	$W = K \cdot K_s \left( \frac{1}{\cotg \alpha - 0.8} - 0.15 \right) \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w - 1}$	$K = 0.1$ $K_s = 2.5$	$0.25 \left( \frac{1}{\cotg \alpha - 0.8} - 0.15 \right)$

FUENTE : DESIGN RUBBLE MOUND BREAKWATERS, Per Bruun : 1985

CONTINUACION de TABLA

PAIS Y AUTOR	FORMULAS	Figura	
		Valor numerico aplicado	$f(\alpha) =$
SUECIA HEDAR (1953)	$W = \frac{K}{(\cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w}$	$K = 0.015$	$\frac{0.015}{(\cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3}$
HEDAR (1965)	$W = \frac{K \cdot K_1^3}{(\mu \cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\rho_w}$ <p>Con: <math>K_1 = f(\alpha)</math>; permeabilidad del núcleo )  <math>y \alpha \sim 15^\circ</math></p>	$K = 0.1113 \times 10^3$ $\mu = 1.11$ Permeabilidad del Núcleo: $K_1(15^\circ) = 7.44$ $K_1(20^\circ) = 7.48$ $K_1(25^\circ) = 6.36$ $K_1(30^\circ) = 5.30$ $K_1(35^\circ) = 4.20$ $K_1(40^\circ) = 3.00$ $K_1(45^\circ) = 1.40$	$\frac{0.113 \cdot 10^3 \cdot K_1^3}{(1.11 \cos \alpha - \text{Sen} \alpha)^3}$
NORUEGA			
SVEE (1965)	$W = \frac{K \cdot H^3 \cdot \rho}{\cos^3 \alpha \left(\frac{\rho}{\rho_w} - 1\right)^3}$	$K = 0.12$	$\frac{0.12}{\cos^3 \alpha}$
UNION SOVIETICA SN-92-60 (1960)	$W = \frac{K}{\sqrt{1 + \text{Cotg}^3 \alpha}} \cdot \frac{H^2 \cdot L \cdot \rho}{\left(\frac{\rho}{\rho_w} - 1\right)^3}$	$K = 0.025$ $L = 20 H$	$\frac{0.5}{\sqrt{1 + \text{Cotg}^3 \alpha}}$
RYBTCHESKY (1964)	$W = \frac{K}{\cos^3 \alpha \cdot \sqrt{\text{Cotg}^3 \alpha}} \cdot \frac{H^2 \cdot L \cdot \rho}{\left(\frac{\rho}{\rho_w} - 1\right)^3}$	$K = 0.015$ $L = 20 H$	$\frac{0.3}{\cos^3 \alpha \cdot \sqrt{\text{Cotg}^3 \alpha}}$
METELICYNA (1967)	$W = \frac{K K_s}{\cos^3(23^\circ + \alpha)} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\left(\frac{\rho}{\rho_w} - 1\right)^3}$	$K = 0.025$ $K_s = 1.5$	$\frac{0.0375}{\cos^3(23^\circ + \alpha)}$
GOLDSCHTEIN Y KONONENKO (1959)	$W = 0.3 K \cdot \text{Tg}^{1.83} \alpha \cdot \frac{H^3 \cdot \rho}{\left(\frac{\rho}{\rho_w} - 1\right)^3}$	$K = 1.4$ (para H 5cm.)	$0.42 \text{Tg}^{1.83} \alpha$

FUENTE : DESIGN RUBBLE MOUND BREAKWATERS, Per Bruun, 1985

## B. FORMULA DE HUDSON

Basado sobre este criterio de "No deterioro" modificado, la W.E.S. realizó una nueva serie de ensayos.

En 1958 Hudson presentó una nueva fórmula de diseño para rompeolas:

$$W = \frac{1}{K_D \cot \alpha} \times \frac{H^3 \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

donde:

$K_D$  = Coeficiente que depende del porcentaje de deterioro.

$K_D = 3.2$  para roca de cantera (No deterioro)

## C. FORMULA DE BEAUDEVIN

Beaudevin tomando como criterio de estabilidad el perfil característico de equilibrio y de la altura de la ola causante de éste perfil, obtuvo la siguiente fórmula :

$$W = K \cdot K_s \left( \frac{1}{(\cot \alpha - 0.8)} - 0.15 \right) \times \frac{H^3 \cdot \rho}{(\rho/\rho_w - 1)^3}$$

donde :

$K = 0.10$  Para escolleras.

Beaudevin recomendó un factor de seguridad  $K_s = 2.5$

## 2.4 EXPLOTACION DE CANTERAS PARA ENROCADOS

Para la construcción de una escollera marginal de Roca, desde que es el material más económico por su disponibilidad, es importante estudiar una cantera de buena calidad resistente y apropiada para este tipo de estructuras.

El primer parámetro para el estudio de una cantera es la calidad de la roca. Se recomienda la roca Ignea por sus características de resistencia a la compresión, al desgaste y al ataque químico. El otro parámetro es la potencia, que garantice la cantidad necesaria para cubrir la demanda y justifique la inversión para su explotación.

Es recomendable que las canteras se encuentren cercanas a la obra y el acceso a ellas sea directo para que resulte económico su transporte.

No existen normas específicas para la explotación de canteras de rocas pero las referidas a las rocas se mencionan a continuación:



#### **2.4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA ROCA.**

- **ENSAYO DE ABRASION (ASTM - C131)**; se realiza en la máquina de los Angeles, se determina el porcentaje de desgaste de la muestra representativa de la roca en estudio. No deberá ser mayor al 25%.

- **ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM - C88)**; se utiliza el sulfato de Sodio, para determinar las características de inalterabilidad de las rocas. Los resultados deben estar por debajo del 12%.

- **PESO UNITARIO (ASTM - D854)**; es necesario este resultado para ver su calidad (peso por unidad de volumen) y no debe ser menor a 2,600 kg/m<sup>3</sup> para ser utilizado en escolleras.

#### **2.4.2 EXPLOTACION DE CANTERAS : CORTE CON VOLADURAS**

- Como es bien conocido el objetivo de las operaciones de Perforación y voladura es la fragmentación del macizo rocoso que actúa como medio por acción de la energía producida por la detonación de una mezcla explosiva cualquiera.

Es por lo dicho anteriormente, que los resultados de los disparos primarios tienen que ser evaluados en términos de un alto porcentaje del grado de fragmentación requerido, ya que esto permitirá, elevar la Producción, Productividad, cumplir con la demanda requerida y minimizar el costo.

**Variables Aleatorias cuya Acción e Inter-relacion Influyen Determinantemente los Resultados de un Disparo.**

Muchos técnicos han postulado y muchos otros han confirmado que tres son las variables aleatorias cuya acción e inter-relación ejercen una influencia determinantemente en los resultados de un disparo y son :

- El Macizo Rocosó
- El Explosivo
- La Geometría del disparo.

- **Macizo rocoso**

La mayoría de los técnicos están de acuerdo que para encontrar el nivel de energía requerido para obtener una buena fragmentación y para seleccionar a las mezclas explosivas que al detonar produzcan el nivel de energía antes mencionado y que fracture eficientemente el macizo rocoso, es necesario definir y medir física y geológicamente las propiedades de éste.

## **Propiedades del Macizo Rocosó**

Se ha demostrado que las siguientes propiedades físicas - mecánicas de las rocas influyen en su reacción ante la energía producida por la detonación de una mezcla explosiva cualquiera.

- Densidad ( $R_D$ )
- Esfuerzo Compresivo ( $S_C$ )
- Esfuerzo Tensional ( $S_T$ )
- Módulo de Young (Elasticity) ( $E$ )
- Relación de Poisson ( $P$ )
- Velocidad longitudinal de Onda ( $L.W_V$ ), etc.

## **Propiedades del Macizo que deben tomarse en cuenta cuando se va a diseñar un disparo**

Las Propiedades ó Características del macizo rocoso son variables críticas y afectan directamente el diseño y por ende los resultados de un disparo. Estas propiedades son:

- Resistencias dinámicas de las rocas
- Propiedades elásticas de las rocas
- Litología
- Diaclasamiento y contactos
- Espaciamiento y orientación de las discontinuidades, etc.
  
- **El explosivo**

Es importante tener conocimiento de la energía producida por la detonación de una mezcla explosiva cualquiera. Usando la teoría Termohidrodinámica y análisis computacional, se puede calcular los parámetros de la detonación y explosión de cualquier mezcla explosiva, especialmente de los llamados de la nueva generación, entre las cuales tenemos :

- AL/AN/FO
- SAN/FO
- Slurries
- Emulsiones
- AN/FO<sub>5</sub> pesados etc.

## **- Geometría del disparo**

En primer lugar se debe mencionar que hasta la fecha no existe una Ecuación ó Serie de Ecuaciones las cuales puedan ser aplicadas directamente para diseñar el disparo óptimo. Es determinante la experiencia de los técnicos para un disparo acertado.

Lo dicho anteriormente se debe a que en el diseño de un disparo intervienen muchos parámetros y variables muy complejos y estocásticos y son el producto de :

- La gran variedad y naturaleza del macizo rocoso
  - La Geología local, estructural, etc.
  - La gran variedad de mezclas explosivas existentes en el mercado etc.
- En los últimos años la Industria de los explosivos ha dirigido su mayor esfuerzo de Investigación hacia las emulsiones explosivas en razón a sus notables características de resistencia al agua, alta densidad, elevada velocidad de detonación por el cual es recomendable en voladuras superficiales. Han influido en el aspecto operativo cualidades como :
- a) La facilidad de poder ajustar al grado de Sensibilidad, la Resistencia al Agua, la potencia de emulsión de acuerdo a los requerimientos de la roca y al medio ambiente de trabajo, esto permite presentarlos en categorías, tanto de agente de voladura como de alto explosivo sensible al fulminante.
  - b) La posibilidad de variar el grado de viscosidad desde un líquido viscoso, hasta el de una grasa equivalente a una margarina, lo que hace factible presentarla a granel.
  - c) La capacidad de la emulsión de poder mezclarse con ANFO para formar ANFO pesado.

**REF. "II Simposium Nacional de Perforación y Voladuras de Rocas"  
SIVEPOR 92**

## **CAPITULO III**

### **INFORMACION BASICA**

La Ingeniería de Costas, en primer lugar, como paso para abordar un problema determinado, está el conocimiento de la situación y naturaleza de los fenómenos que caracterizan la zona dentro de la cual se considera un problema ó proyecto.

Estos fenómenos se refieren a las condiciones existentes en cuanto a la naturaleza de los fondos, profundidades, la presencia de olas, mareas, corrientes y vientos, que son los principales factores físicos que se agrupan en el nombre común de fenómenos hidrográficos.

#### **3.1 CARACTERISTICAS OCEONOGRAFICAS REGIONALES**

##### **3.1.1 MAREAS**

Tanto el levantamiento Topográfico como el batimétrico están referidas a un nivel de referencia, que es el empleado para efectos de diseño de obras Portuarias, este es el (N.M.B.S.O.) Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias, para su obtención en el área de estudio se ha llevado controles de Mareas durante el tiempo que duraron los trabajos de Campo y se compararon con los pronósticos que se dan en la tabla de mareas 1,994, editada por la dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina para la localidad del Callao por encontrarse la bahía de Miraflores adyacente al Callao.

Las Mareas que se presentan en la bahía son predominante de tipo Semidiurno, dos (2) pleamares y dos (2) bajamares en 24 horas.

La amplitud media de la marea es de 0.55m., la amplitud promedio de Sicigias es de 0.73 mts y la amplitud máxima en época de Sicigias alcanza 1.18m.

El control de la variación del nivel de las mareas permite :

- a) Determinar el nivel de referencia, así como otros niveles necesarios para el diseño de obras portuarias.
- b) Reducir las mediciones topográficas al nivel de referencia.
- c) Conocer la variación del nivel del agua en la zona donde se proyecta una infraestructura.
- d) La programación de la medición de corrientes con el fin de determinar las corrientes de marea ascendente y descendente.

e) Determinar la línea de máxima marea.

### **Puertos Patrones**

Los puertos patrones, también llamados "Estaciones Primarias de Mareas" son estaciones mareográficas que poseen una larga serie de observaciones de mareas. Estas son utilizadas para la determinación del nivel medio del Mar en cada estación, que es el plano de referencia utilizado en la red de nivelación en todo el País.

Además los datos mareográficos de los puertos patrones son utilizados para la determinación de otros planos de referencia y permiten obtener las correcciones a observaciones de corto periodo en estaciones secundarias de mareas o puertos secundarios.

Uno de los planos de referencia más importante obtenido de los puertos patrones es el nivel de reducción de sondajes, que es el plano al cual están referidas las profundidades de una localidad que figuran en la Carta de Navegación publicada por la autoridad del País. Cada país adopta su nivel de reducción de Sondajes de acuerdo las características de las mareas que predominan en sus costas.

En el Perú el nivel de reducción de sondajes es el nivel medio de bajamares de Sicigias ordinarias (N.M.B.S.O.) a partir del cual se han calculado las alturas de la tabla.

A continuación se detallan los datos de la altura del nivel medio del mar (N.M.M) sobre el nivel de reducción de sondajes (N.R.S) para los puertos patrones utilizados, denominado  $Z_0$ , donde:

$$Z_0 = \text{N.M.M} - \text{N.R.S.}$$

<b><u>Puerto Patron</u></b>	<b><math>Z_0</math></b>
Talara	78cm
Callao	52cm
Matarani	43cm

### **PREDICCIONES DE MAREAS PARA EL CALLAO**

#### **- CONTENIDO:**

Con estas tablas se indican las predicciones de la altura y la hora de los pleamares y bajamares para todos los días del año 94. Para el Puerto del CALLAO y serán referenciales para el Proyecto en estudio, TABLA III.1

#### **- NIVEL DE REFERENCIA**

Las alturas indicadas en estas tablas están referidas al nivel medio de bajamares de Sicigias ordinarias (Nivel de reducción de sondajes) y se dan en cm.



### CALLAO

ABRIL			MAYO			JUNIO											
Día	Hora	Cm	Día	Hora	Cm	Día	Hora	Cm									
<b>1</b> JU	0555 1325 2023	34 88 43	<b>16</b> VI	0258 0820 1455 2137	64 40 88 30	<b>1</b> SA	0130 0659 1333 2021	87 37 91 24	<b>16</b> DO	0309 0834 1424 2105	70 46 79 27	<b>1</b> MA	0319 0916 1441 2114	91 40 79 8	<b>16</b> MI	0351 0951 1436 2111	82 49 87 18
<b>2</b> VI	0131 0721 1421 2059	61 30 94 34	<b>17</b> SA	0335 0911 1530 2201	70 40 85 27	<b>2</b> DO	0231 0815 1428 2101	76 34 91 18	<b>17</b> LU	0345 0928 1500 2132	79 46 78 21	<b>2</b> MI	0411 1020 1534 2158	101 37 78 8	<b>17</b> JU	0425 1041 1521 2146	88 46 64 15
<b>3</b> SA	0240 0830 1508 2140	70 27 98 24	<b>18</b> DO	0409 0953 1558 2222	76 37 85 27	<b>3</b> LU	0326 0919 1513 2142	88 34 91 9	<b>18</b> MA	0417 1011 1532 2158	85 46 73 18	<b>3</b> JU	0500 1118 1625 2244	107 37 73 8	<b>18</b> VI	0502 1124 1606 2222	94 43 64 12
<b>4</b> DO	0336 0930 1553 2219	82 24 101 15	<b>19</b> LU	0441 1035 1627 2246	82 37 82 24	<b>4</b> MA	0419 1019 1601 2226	98 30 88 6	<b>19</b> MI	0448 1054 1606 2225	91 43 73 18	<b>4</b> VI	0549 1215 1717 2329	113 34 70 3	<b>19</b> SA	0537 1206 1648 2300	101 40 64 9
<b>5</b> LU	0425 1026 1637 2257	91 21 101 9	<b>20</b> MA	0511 1112 1655 2309	88 37 82 21	<b>5</b> MI	0505 1115 1650 2305	107 30 85 8	<b>20</b> JU	0524 1136 1638 2254	94 43 70 15	<b>5</b> SA	0636 1310 1807	113 34 87	<b>20</b> DO	0614 1248 1732 2339	104 37 61 9
<b>6</b> MA	0514 1118 1719 2336	101 18 98 6	<b>21</b> MI	0542 1149 1721 2333	91 37 79 21	<b>6</b> JU	0554 1210 1736 2349	110 30 82 3	<b>21</b> VI	0556 1221 1713 2325	98 40 67 15	<b>6</b> DO	0011 0722 1403 1854	6 113 34 64	<b>21</b> LU	0653 1333 1818	107 34 61
<b>7</b> MI	0603 1213 1802	107 21 94	<b>22</b> JU	0616 1228 1749 2359	94 40 73 18	<b>7</b> VI	0643 1307 1822	113 30 78	<b>22</b> SA	0631 1303 1745 2357	101 40 64 15	<b>7</b> LU	0056 0808 1455 1950	12 107 34 61	<b>22</b> MA	0021 0733 1415 1907	9 107 34 61
<b>8</b> JU	0018 0652 1307 1847	6 110 24 88	<b>23</b> VI	0649 1305 1815	94 40 70	<b>8</b> SA	0032 0735 1406 1913	6 113 34 70	<b>23</b> DO	0712 1349 1825	104 40 61	<b>8</b> MA	0139 0854 1554 2046	18 104 34 58	<b>23</b> MI	0106 0814 1501 2006	12 104 30 61
<b>9</b> VI	0100 0744 1403 1932	6 107 30 79	<b>24</b> SA	0025 0724 1351 1840	21 98 43 67	<b>9</b> DO	0116 0824 1507 2005	12 110 37 64	<b>24</b> LU	0031 0751 1438 1907	15 104 40 61	<b>9</b> MI	0222 0939 1646 2153	24 98 34 55	<b>24</b> JU	0150 0856 1546 2107	18 101 27 61
<b>10</b> SA	0143 0839 1507 2021	12 104 37 70	<b>25</b> DO	0052 0803 1438 1911	21 94 46 64	<b>10</b> LU	0201 0918 1818 2104	18 104 40 58	<b>25</b> MA	0111 0833 1530 1958	18 101 40 58	<b>10</b> JU	0309 1022 1737 2308	34 91 34 55	<b>25</b> VI	0244 0939 1635 2224	24 98 24 64
<b>11</b> DO	0230 0940 1627 2123	18 101 40 64	<b>26</b> LU	0123 0846 1532 1950	24 94 49 58	<b>11</b> MA	0251 1016 1732 2224	27 98 40 55	<b>26</b> MI	0153 0918 1622 2107	21 101 40 55	<b>11</b> VI	0403 1103 1823	40 85 34	<b>26</b> SA	0346 1026 1726 2342	30 91 21 67
<b>12</b> LU	0325 1048 1754 2242	24 94 43 58	<b>27</b> MA	0200 0938 1640 2042	27 91 49 55	<b>12</b> MI	0349 1114 1841 2359	34 91 37 55	<b>27</b> JU	0246 1009 1717 2228	27 98 34 58	<b>12</b> SA	0029 0507 1143 1902	58 46 79 30	<b>27</b> DO	0505 1118 1820	40 85 18
<b>13</b> MA	0429 1202 1929	34 91 40	<b>28</b> MI	0251 1033 1752 2218	30 91 46 55	<b>13</b> JU	0501 1211 1930	40 88 34	<b>28</b> VI	0351 1059 1809 2355	34 94 30 61	<b>13</b> DO	0141 0627 1226 1936	64 52 73 27	<b>28</b> LU	0102 0633 1217 1912	73 43 79 12
<b>14</b> MI	0030 0554 1314 2026	58 37 88 37	<b>29</b> JU	0403 1137 1849	34 91 40	<b>14</b> VI	0125 0617 1303 2012	58 46 85 30	<b>29</b> SA	0514 1155 1859	40 91 24	<b>14</b> LU	0234 0746 1307 2007	70 52 70 24	<b>29</b> MA	0215 0804 1319 2004	82 46 73 9
<b>15</b> JU	0154 0713 1410 2108	61 40 88 34	<b>30</b> VI	0002 0530 1237 1938	58 37 91 34	<b>15</b> SA	0223 0733 1346 2044	64 46 82 30	<b>30</b> DO	0117 0640 1253 1943	70 40 85 18	<b>15</b> MA	0316 0855 1353 2039	76 52 87 21	<b>30</b> MI	0314 0926 1421 2055	91 43 70 6
									<b>31</b> LU	0223 0803 1348 2029	79 43 82 12						

CONT. DE LA TABLA. JUL - SET 94

CALLAO

JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE										
Día	Hora	Cm	Día	Hora	Cm	Día	Hora	Cm								
1	0409 98 1032 40 JU 1521 67 2143 3		16	0359 85 1023 46 VI 1449 58 2117 12		1	0528 101 1201 27 DO 1704 61 2308 6		16	0441 98 1107 27 LU 1622 67 2229 3		1	0604 88 1225 18 MI 1810 70		16	0522 94 1141 3 JU 1748 85 2351 6
2	0457 104 1127 37 VI 1615 64 2231 3		17	0436 94 1104 40 SA 1540 61 2159 9		2	0607 101 1236 27 LU 1750 64 2345 9		17	0518 101 1143 18 MA 1712 70 2315 0		2	0007 15 0630 85 JU 1250 18 1845 70		17	0601 91 1220 0 VI 1837 91
3	0542 107 1216 34 SA 1708 64 2315 3		18	0513 101 1142 34 DO 1630 64 2243 3		3	0639 98 1311 24 MA 1827 64		18	0557 101 1219 15 MI 1801 76		3	0039 18 0655 79 VI 1315 18 1918 70		18	0042 9 0643 85 SA 1300 -3 1929 91
4	0625 107 1302 30 DO 1757 64 2359 6		19	0549 104 1219 30 LU 1721 64 2327 3		4	0022 12 0712 94 MI 1340 24 1908 64		19	0003 3 0636 101 JU 1300 9 1849 79		4	0114 24 0720 73 SA 1337 18 1953 70		19	0136 15 0726 79 DO 1345 0 2025 91
5	0705 107 1346 30 LU 1844 61		20	0627 107 1300 24 MA 1812 67		5	0057 15 0740 88 JU 1411 24 1947 64		20	0049 6 0715 98 VI 1339 9 1943 79		5	0148 30 0740 67 DO 1403 21 2032 67		20	0238 21 0814 70 LU 1433 6 2127 88
6	0038 12 0743 104 MA 1429 30 1929 61		21	0012 3 0708 107 MI 1339 21 1903 67		6	0133 21 0806 82 VI 1440 24 2027 61		21	0142 12 0757 88 SA 1425 6 2040 79		6	0225 37 0800 61 LU 1427 21 2114 67		21	0349 30 0909 61 MA 1525 9 2240 82
7	0116 15 0819 98 MI 1508 30 2019 58		22	0057 6 0747 104 JU 1421 18 1957 70		7	0208 30 0830 76 SA 1509 27 2110 61		22	0238 21 0842 82 DO 1510 9 2143 79		7	0307 43 0815 58 MA 1456 24 2213 64		22	0522 34 1021 52 MI 1633 15
8	0155 24 0854 91 JU 1546 30 2109 58		23	0146 12 0827 98 VI 1504 18 2056 70		8	0240 37 0856 70 DO 1539 27 2203 61		23	0345 30 0931 70 LU 1603 12 2259 79		8	0416 46 0833 52 MI 1536 24 2329 67		23	0003 82 0705 34 JU 1157 49 1756 21
9	0233 30 0927 85 VI 1625 30 2207 58		24	0242 21 0910 91 SA 1552 15 2205 70		9	0323 43 0918 64 LU 1613 27 2312 61		24	0511 37 1030 61 MA 1706 15		9	0618 46 0918 49 JU 1639 24		24	0121 82 0824 27 VI 1335 49 1917 21
10	0312 40 0955 79 SA 1703 30 2315 58		25	0344 30 0956 82 DO 1645 15 2321 73		10	0428 49 0939 61 MA 1657 27		25	0025 79 0701 40 MI 1149 55 1819 15		10	0051 70 0803 43 VI 1119 46 1804 24		25	0226 85 0917 24 SA 1444 55 2024 18
11	0405 46 1027 73 DO 1742 30		26	0503 40 1049 73 LU 1742 15		11	0035 64 0620 52 MI 1021 55 1755 24		26	0149 82 0836 37 JU 1319 52 1934 15		11	0156 73 0849 40 SA 1312 49 1922 21		26	0314 85 0956 21 DO 1533 58 2117 18
12	0032 61 0517 52 LU 1102 67 1821 27		27	0045 76 0640 43 MA 1154 67 1845 12		12	0151 70 0820 49 JU 1147 52 1858 21		27	0252 88 0939 30 VI 1436 55 2036 12		12	0241 79 0921 30 DO 1427 55 2026 15		27	0354 85 1027 18 LU 1614 64 2202 18
13	0146 64 0656 52 MA 1148 64 1904 24		28	0203 82 0818 43 MI 1307 61 1946 12		13	0242 76 0919 46 VI 1323 52 1956 18		28	0345 91 1027 27 SA 1534 58 2129 12		13	0322 85 0954 24 LU 1522 64 2121 9		28	0428 82 1051 15 MA 1648 70 2241 18
14	0236 73 0831 52 MI 1247 61 1947 21		29	0308 88 0940 40 JU 1423 58 2045 9		14	0324 82 0957 40 SA 1433 55 2051 12		29	0428 91 1100 24 DO 1621 61 2215 9		14	0401 91 1027 15 MA 1611 73 2210 6		29	0456 79 1117 15 MI 1720 73 2316 18
15	0321 79 0934 49 JU 1349 58 2033 15		30	0404 94 1037 34 VI 1526 58 2137 6		15	0404 91 1033 34 DO 1529 61 2140 6		30	0504 91 1132 21 LU 1700 64 2256 9		15	0443 94 1103 9 MI 1659 79 2302 3		30	0521 76 1137 12 JU 1751 76 2351 21
			31	0449 101 1122 30 SA 1619 61 2223 6					31	0535 91 1200 21 MA 1734 67 2331 12						





**- HORA**

Las horas usadas en las tablas corresponde a la hora del meridiano local (meridiano 76° Oeste). Hora de zona + 5 = GMT

**- REFERENCIA**

Tabla de Mareas 1,994. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú.

### **3.1.2 BRAVEZAS**

- Las bravezas son trenes de olas levantadas en regiones lejanas por efectos de vientos intensos y persistentes de tormentas, que recorren muchas millas por el Océano hasta que se elevan delante de la Costa descargando su energía de manera de intensidad mayor que el promedio.

En vista de la importancia de este fenómeno que afecta las instalaciones costeras. Se presenta un gráfico de bravezas registrado en el Callao, ocurridas para un periodo de 30 años (1,955 - 1,985). Fig. 3.1.

Las olas de bravezas tienen un periodo diferente al de las olas normales, las primeras se presentan con periodos entre 18 y 20 segundos; mientras que las otras alcanzan nuestras playas de esta zona con periodos que oscilan entre 10 y 14 segundos.

La duración promedio de una braveza fluctúa entre 2 y 5 días, esto ocurre en cualquier mes del año y con mayor frecuencia en el invierno; en el presente proyecto se considera que el gráfico de bravezas en el puerto patrón del Callao es aplicable en la zona de la bahía de Miraflores.

### **3.1.3 CORRIENTES**

Las corrientes marinas son fenómenos importantes en las regiones costeras y por consiguiente las obras portuarias o de ingeniería que se construyen en ella.

Los factores que comúnmente influyen en la dirección y velocidad de las corrientes locales son los vientos, las mareas y la configuración del fondo marino. Para los estudios de corrientes superficiales y sub-superficiales es recomendable emplear el método de medición: el LANGRAGIANO que consiste en el seguimiento de un objeto o sustancia que viaja con la corriente.

Analizando un conjunto de pruebas para determinar las corrientes de Marea en zonas adyacentes se concluye que para efectos de estructuras de recreación y actividades de carga y descarga no tiene mayor influencia.

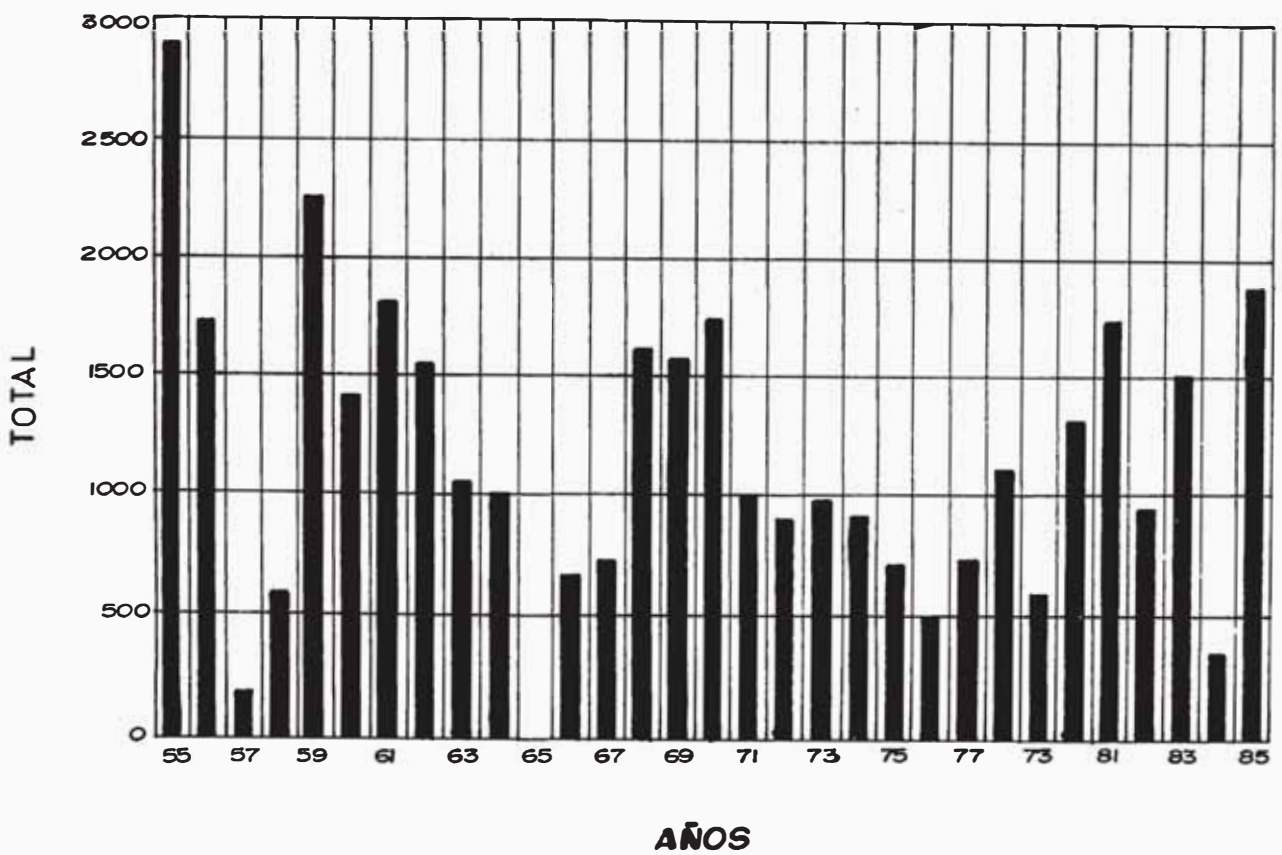
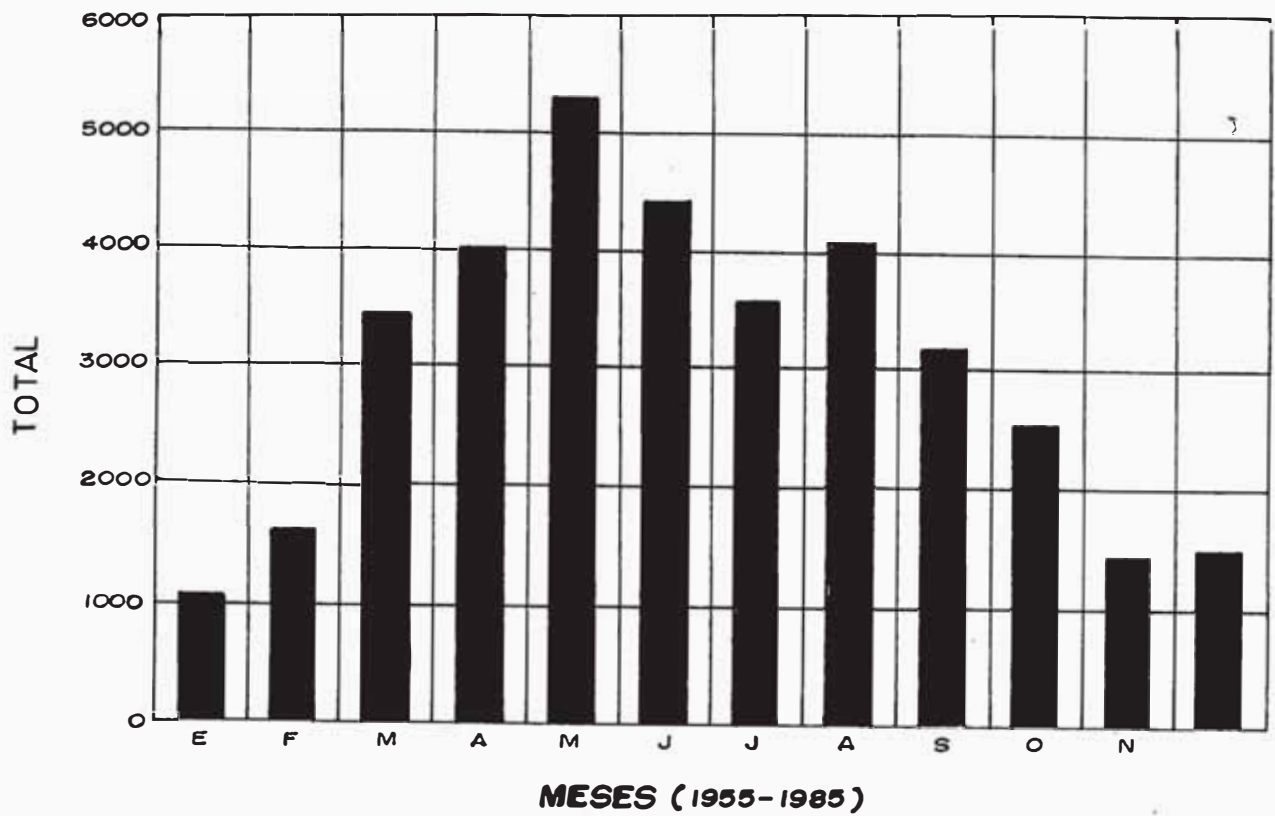


FIG. 3.1 . OCURRENCIA DE BRAVEZAS DEL MAR - CALLAO  
DURACION EN HORAS

### **3.1.4 METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA**

La presencia de la corriente Peruana ó de Humboldt cambia el clima tropical que correspondería a esta latitud, produciendo temperaturas que varían de 15 a 22° C.

Existe escasa precipitación, neblina en invierno y humedad relativa media bastante alta, aproximadamente de 85%.

Los vientos predominantes vienen de Sur y Suroeste. Hay un patrón diario que va de calma a brisa leve en las mañanas creciendo a brisas fuertes en la tarde para bajar nuevamente al anochecer.

## **3.2 BATIMETRIA DE LA ZONA**

- El levantamiento del área de mar en esta zona del proyecto ha sido tomado del levantamiento general de la bahía efectuado por el ministerio de Pesquería en Abril de 1,989. Esta batimetría ha sido verificada y ajustada por R. Rios J. en Octubre de 1,993 para la zona del proyecto hasta una profundidad de 11.00. Ver plano PR - 02.

- Las curvas de nivel están en metros y referidos al M.L.W.S. (MEAN LOW WATER SPRING), Promedio de bajamares de Sicigias ordinarias. Esto es para aguas poco profundas, pero para aguas profundas se ha considerado la Carta Peru - Hidronav 1396 preparado por la dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú y corresponde a la bahía de Miraflores. Plano PR - 01.

## **3.3 VIENTOS PREDOMINANTES**

- Los datos estadísticos de vientos han sido considerados de la estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez y proporcionadas por el SENAMHI; registra datos de velocidad y dirección promedio en un Período de 10 años. Ver tablas III.2 y III.3.

Con el fin de verificar y evaluar insitu el efecto de los vientos en las corrientes Superficiales y Sub-Superficiales del área de estudio. Es necesario tomar datos de vientos con un Anemómetro Portátil desde una embarcación frente al litoral en la zona del proyecto. Se puede establecer la relación entre corriente y viento predominante

## **3.4 CARACTERISTICAS DEL OLEAJE LOCAL**

- La información de olas es importante y sirve de base para el estudio y cálculo de diseños de obras de defensa y de transporte de Sedimentos por la corriente Litoral causada por las olas; permite calcular el porcentaje de utilización de

ESTACION : AEROPUERTO INTERNACIONAL /S-500/DRE-4

P O : DIRECCION PREDOMINANTE DEL VIENTO Y VELOCIDAD MEDIA MENSUAL (m/s)

LAT. : 12° 00' 'S'  
 LONG. : 77° 07' 'W'  
 ALT. : 13 m.s.n.m.

DPTO.: LIMA  
 PROV.: CALLAO  
 DIST. : CALLAO

AÑOS	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL
1982	S	5	S	4	S	4	S	4	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S	4	S	4	S	5
1983	S	5	S	5	S	5	S	5	S	5	S	5	S	4	S	4	S	4	S	4	S	5	S	5
1984	S	4	S	3	S	4	S	2	S	3	S	4	S	4	S	4	S	5	S	5	S	5	S	5
1985	S	4	S	4	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	4	S	4	S	4
1986	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S	2	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3
1987	S	4	S	3	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	4	S	2
1988	S	4	S	4	S	3	S	4	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S/D	S/D	S/D	S/D
1989	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	4	S	3	S	4	S	4	S	4
1990	S	4	S	4	S	4	S	3	S	2	S	3	S	3	S	3	S	3	S	4	S	4	S	4
1991	S	4	S	4	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S	3	S/D	S/D	S	4	S	4

S/D = SIN DATO

TABLA III.2. DIRECCION PREDOMINANTE DEL VIENTO Y VELOCIDAD MEDIA MENSUAL (m/s)  
 FUENTE : OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA; SENAMHI

ESTACION : AEROPUERTO INTERNACIONAL /S-500/DRE-4  
 PARAMETRO : DIRECCION DEL VIENTO Y VELOCIDAD MAXIMA MENSUAL (m/s)

LAT. : 12° 00' 'S'  
 LONG. : 77° 07' 'W'  
 ALT. : 13 m.n.s.m.

DPTO.: LIMA  
 PROV.: CALLAO  
 DIST.: CALLAO

AÑOS	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL	DIR	VEL
1982	S	11	S	10	S	10	S	11	S	10	S	10	S	5	S	5	S	5	S	10	S	6	S	6
1983	S	7	S	6	S	10	S	10	S	10	S	6	S	10	S	13	S	5	S	10	S	10	S	10
1984	S	11	S	13	S	5	NW	4	S	10	S	11	S	6	S	10	S	10	S	6	S	10	S	12
1985	S	6	SE	5	S	6	S	5	S	5	S	5	S	5	S	10	S	5	S	5	S	6	S	11
1986	S	10	S	6	S	5	S	11	S	6	S	5	S	4	S	5	S	5	S	5	S	4	S	5
1987	S	6	S	11	S	5	S	4	S	6	S	5	S	10	S	5	S	10	S	10	S	7	S	6
1988	S	5	S	6	S	5	S	6	S	5	S	4	S	4	S	5	S	5	S	6	S/D	S/D	S/D	S/D
1989	S	4	S	5	S	5	S	6	S	6	S	5	S	5	S	4	S	4	S	5	S	5	S	5
1990	S	6	S	7	S	5	S	5	S	5	S	4	S	5	S	4	S	6	S	6	S	5	S	6
1991	S	6	S	5	S	5	S/D	S/D	S	4	S	6	SE	6	S	4	S	5	S/D	S/D	S	5	S	5

S/D = SIN DATO

TABLA III.3 DIRECCION PREDOMINANTE DEL VIENTO Y VELOCIDAD MAXIMA MENSUAL (m/s)  
 FUENTE : OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, SENAMHI

estructuras asentadas en el mar, dentro de esto se puede considerar; cálculo de tiempos disponibles de utilización de equipos (Dragas y Gruas, etc.)

Para optimizar el estudio de un problema específico relativo a olas, deberá conocerse realmente las características ó parámetros de éste, básicamente altura, períodos, dirección, frecuencia de ocurrencia etc.

En la zona de estudio el oleaje predominante que llega al talud de la pista lo hace casi directamente, con la forma de olas reventadas y una frecuencia de 14 segundos aproximadamente. Las olas tienen una acción erosiva en el talud, debido al impacto y su resaca, así como el efecto del agua que corre o es salpicada encima del nivel de equilibrio  $\pm 0.00$ , y que regresa entre el enrocado y terreno a determinada velocidad buscando dicha condición; esta circulación de agua arrastra el material fino del terreno, en el caso de que su velocidad sea alta.

Si el tamaño de la roca así como su acomodo no es el adecuado, la ola moverá las rocas y las arrastrará; igualmente si no hay capas de roca de base de menor tamaño, que a manera de filtro impidan el regreso veloz del agua salpicada será arrastrado el material fino con el consecuente movimiento de los rocas que apoyan encima, provocando inestabilidad.

Se tiene conocimiento que el enrocado de protección colapsado, fué construido por volteo directo de las rocas sobre el talud conformado por material cortado del acantilado y por tanto sin la colocación de base ó filtro alguno.

Además se aprecia que las rocas son de diversos tamaños sin haber realizado su selección para un peso adecuado.

Por lo indicado, es perfectamente explicable que el enrocado de protección haya desaparecido gradualmente con las bravezas, en un período apróximadamente de 4 años, y que al quedar el material de base del talud expuesto al oleaje, esté socavando y desapareciendo la via existente.

En la zona de estudio no se tiene mediciones de olas disponible, sin embargo existe un registro continuo durante más de un año, en una zona próxima. Que es la zona de Ventanilla, llevados a cabo entre Junio de 1,977 y Setiembre de 1,978. El registro de mediciones de olas. Se obtuvo con un Ológrafo (Tipo Wave Rider), consistente en una boya convencional especial anclada que mide la aceleración vertical de las olas.

Del registro de olas se puede medir la altura y el período de cada ola individual, este registro no tiene la apariencia de una serie de ondas regulares, si no es la mezcla de olas de diferentes fuentes y por lo tanto de distintas alturas, períodos, velocidades y direcciones.

Entre otras se registran las olas de mar (SWELL), que han sido generadas en una zona de vientos al Sur, frente a las Costas de Chile cerca a los 35° de latitud Sur y que llegan a toda la Costa Peruana.

Este tipo de ola es la más importante para el estudio dentro de la ingeniería de costas, también se registran olas de viento (SEA), generadas por vientos locales debido a cambios de temperatura del medio ambiente de la zona.

El análisis de oleaje que se ha efectuado para esta zona, está basado en información de Ventanilla y consiste en obtener los cálculos de altura y período de ola obtenidos para aguas profundas en Ventanilla. Ver Cuadro IV.1 del Capítulo IV.

Con esta información y en base a la batimetría obtenida para la zona de estudio. Se proyecta el oleaje por el método de las Ortogonales hasta la playa mediante cálculos de refracción pero luego obtener la dirección del frente de olas y se efectúan los cálculos de altura y períodos empleando los coeficientes correspondientes.

La altura de ola de diseño es el parámetro más importante para determinar el peso de los elementos de la capa superficial ó coraza de la estructura. En este caso se ha usado la información del oleaje Sur (Ocurre 62.9% del tiempo). Ver Fig. 2.4.

### **3.5 TOPOGRAFIA LITORAL**

La Topografía en el área de estudio Avenida Costa Verde en Magdalena (Bahía de Miraflores). Se llevarón a cabo en el mes de Octubre del 94 y abarcaron toda la parte del carril en rehabilitación y la playa en una franja de 1,600m. de longitud por 25m. de ancho; lo que equivale a una área aproximada de 40,000m<sup>2</sup>. Este levantamiento se ha efectuado en forma detallada, poniendo mayor cuidado sobre el eje de la escollera marginal, las cotas están referidas al nivel de referencia (N.M.B.S.O.), que es el promedio del nivel medio de Bajamares de Sicigias ordinarias establecido mediante una comparación del control de mareas efectuado en el lugar y una interpolación entre el pronóstico que se dan en la tabla de Mareas para 1,994, de la dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.

Las curvas de nivel están dibujadas cada 1.00m. a la escala de 1:1000, la cuál se observa en los planos PT-01 y PT02.

### **3.6 GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LOS ACANT LADOS DE LIMA**

#### **3.6.1 GEOLOGIA**

La ciudad de Lima, se encuentra dentro de los límites de influencia del cono de deyección cuaternario del Río Rimac.

Del plano Geológico de Lima según Martínez y Col. 1,975. Este cono consiste de material aluvial de estructura lentiforme donde se superponen depósitos de Cantos Rodados, Arena, Arcilla y Limo, sin orden ni arreglo.



Estos Sedimentos Aluviales como ya se ha mencionado, han sido depositados durante la última etapa del Pleistoceno, sobre el zócalo rocoso más antiguo, compuesto por rocas sedimentarias del Mesozoico.

La secuencia de este proceso, según el Ing. Maggiolo (1,982), fué lo siguiente :

A fines del Terciario Superior (Plioceno) y comienzos del Pleistoceno, el Rio Rimac era torrentoso y de gran poder erosivo. En momentos de calma tectónica erosionó profundamente el basamento, constituido por Lutitas del Jurásico Superior - Cretácico inferior. Es así como el rio deja los sedimentos clásticos del conglomerado de Lima, de gran espesor.

Con el transcurrir del tiempo, el rio va variando del Sur-Oeste hacia el Nor-Oeste, debido a los movimientos Tectónicos basculares hasta que en el Cuaternario superior (Holoceno), queda en la posición actual.

Durante el Holoceno los movimientos Tectónicos y el poder erosivo del rio disminuyen, depositándose el material fino que ha originado la cubierta superficial arcillosa de 8 a 15m. de espesor en el Callao.

De esta forma en la base de los Suelos Blandos predomina la sedimentación alternada de Arenas Marinas procedentes del Sur, con gravas arenosas del río. La capa superior está constituida por arcillas poco consolidadas en cuya superficie puede existir turba originada por la descomposición de algas en ambientes Palustres.

### **3.6.2. GEOMORFOLOGIA DE LAS TERRAZAS ALUVIALES DEL RIMAC**

El Cono de deyección del Rio Rimac va desde Santa Clara al Este, Morro Solar al Sur y Bocanegra al Norte. Su profundidad no es bien conocida, aunque Lisson (1,926), fuera el primero en atribuir un espesor de más de 500m. el conglomerado. El cual descansaría sobre las formaciones sedimentarias y metamórficas.

### **3.6.3 GEOTECNIA DE LOS ACANTILADOS DE LIMA**

Los Acantilados deben su origen a la erosión marina, que se ve facilitada por la no consolidación de los materiales, la meteorización y la acción Eólica litoral.

En la parte central del litoral y en el sector de Miraflores, los cantos rodados (Matriz Areno-Limosa-Arcillosa). Se presentan uniformes en todo el acantilado; hacia el sector de Chorrillos y hacia el sector del Callao, la granulometría de los materiales sufre variaciones, aumentando los porcentajes de finos.

Los materiales descritos corresponden a las era Pleistocénica final y Holocénica, especialmente los de la cubierta superficial ó techo de talud.

Entre la Av. Santa Rosa y la cuadra 23 de la Av. Costanera, se encuentran estratos alternados de arenas limosas (SM), arcillas (CL) de baja a mediana plasticidad, limos (ML) y arcillas (CH). En los contactos, debajo de las arenas (SM) con otros suelos arcillosos, existen delgados lentes de arenas (SP). Desde el punto de vista de Sedimentación, estos materiales corresponden a una formación de materiales sedimentarios. Por otra parte, los rellenos se extienden desde la Perla hasta la quebrada de Armendáriz, de una manera discontinua constituyendo un factor más de Inestabilidad por estar conformadas por materiales de desmonte, basurales, detritus, etc, colocados en forma Caótica, sin ningún criterio técnico.

El presente resumen contiene aspectos relevantes del Informe presentado por Aramburú Menchaca - CORPEI (Corporación Peruana de Ingeniería), con el objeto de estudiar la factibilidad de crear un circuito de playas : desde la Punta a Chorrillos.

### **3.7 RIESGO SISMICO**

La zona de Subducción del Pacífico, que corre paralela a gran parte de la Costa Oeste de Sudamérica, es lugar frecuente de reajustes de la Corteza Terrestre los cuales producen Sismos de gran magnitud.

Particularmente, Perú ha sufrido Sismos muy fuertes de consecuencias devastadoras, y la ciudad de Lima ha estado sujeta, en los pasados 40 años, a los sismos con magnitudes de Onda Superficial en el rango de 6 a 7.6 grados.

#### **REVISION DE ESTUDIOS SOBRE RIESGO SISMICO EN LIMA**

El peligro Sísmico viene a ser la descripción probabilística de la severidad del movimiento sísmico del suelo en un lugar dado, en un determinado período de tiempo.

El riesgo sísmico es la descripción probabilística de los daños durante un período de tiempo determinado, asociado con el peligro sísmico; implica asumir un grado de Vulnerabilidad ó Coeficiente de Seguridad ante el peligro Sísmico (Ocola 1,990).

En adelante, sin embargo el término "riesgo sísmico" es utilizado en lugar de "Peligro Sísmico".

Para el análisis del riesgo sísmico en un lugar es necesario :

- a) Una descripción de la sismicidad local ó regional, y
- b) Una función de Atenuación de la medida de la intensidad del movimiento que sea de interés.

El primer requerimiento depende del lugar é involucra la síntesis de la historia sísmica, y la evidencia geológica y tectónica. El segundo requerimiento es menos específico al lugar; las funciones de atenuación son frecuentemente asumidas para aplicarse a escala regional. Mc Guirre (1,976).

El primer paso implica la identificación de fuentes Sismogénicas es decir, zonas Tectónicas en las cuales los eventos sísmicos futuros son considerados igualmente probables de ocurrir en cualquier ubicación. La identificación de las zonas sismogénicas requiere de una descripción estadística estable de los sismos ocurridos, para lo cual deben evaluarse cuidadosamente los catálogos sísmicos. Para cada zona sismogénica, se establece una relación frecuencia - magnitud (Ocola 1,990).

La Ley ó Función de atenuación usualmente estudia el decaimiento de la aceleración máxima en función de la distancia hipocentral y su incremento por la magnitud.

A continuación se presenta una revisión sobre riesgo sísmico para la zona de Lima. También se presenta el resumen de un estudio de zonificación sísmica del Perú, basado en aceleraciones máximas esperadas.

## **RIESGO SISMICO DEL DEPARTAMENTO DE LIMA**

(CASAVERDE 1,979)

Utilizando la metodología de Cornell (1,968) y el programa Risk de Mc Guirre (1,976), el autor evaluó el riesgo sísmico del departamento de Lima, en función de las máximas aceleraciones esperadas.

El área de influencia considerada en el estudio estuvo comprendida entre las coordenadas 8° a 17° de latitud Sur y 71° a 81° longitud Oeste.

Los resultados de este estudio se resume en:

- a. Para el area de Lima Metropolitana se obtiene una aceleración sísmica de 0.22 g, con un 80% de probabilidad de no ser excedida en 50 años.
- b. Para la misma zona, una aceleración de 0.14 a 0.15 g con un periodo de retorno medio de 50 años ( g; aceleración de la gravedad)

## **ZONIFICACION SISMICA DEL PERU**

(CASAVERDE Y VARGAS 1,980)

Este informe presentó la zonificación Sísmica del Perú, basada en métodos probabilísticos. Se presentaron mapas de distribución de aceleraciones máximas en todo el Perú para periodos de retorno de 30, 50 y 100 años. Los autores

utilizarón la metodología de Cornell (1,968), modificada por Mc Guirre con su programa de Cómputo Risk (1,976).

Con los datos Sísmicos instrumentales provenientes del catálogo del Instituto Geofísico del Perú, los daños históricos provenientes de los trabajos realizados, además de información Geotécnica y Geofísica, definición de fallas, estudio de los desarrollos Neotectónicos, etc. Realizados por diversos investigadores, se establecieron fuentes Sismogénicas cubriendo toda la zona del Perú y áreas vecinas con influencia en el Perú.

Para Lima Metropolitana se obtuvieron los siguientes resultados :

TR (Años)	a máx. (cm/seg <sup>2</sup> )
30	220
50	270
100	360

TR : Período de retorno

## CONCLUSIONES

- Existe clara evidencia histórica de que la zona en estudio tiene una naturaleza marcadamente sísmica.
- La revisión histórica muestra que el Terremoto más fuerte del que se tiene noticia en esta zona es el de 1,746, con una magnitud probable de 8.4 grados y con intensidades probables en Lima de X a XI MM.
- En lo que va de este siglo el sismo de mayor magnitud ha sido el de 1 940 (8.2) y el de mayor duración fué el de 1,974 (1 minuto y medio).
- Recién a partir del Sismo de 1,940 la literatura existente hace mención a problemas locales del suelo como la causa de la diferencia en intensidades entre zonas vulnerables, tales como Chorrillos, la Molina y el Callao, respecto al centro de la ciudad de Lima. Los estudios de 1,966 y 1,974 encuentran ya una definitiva correlación entre los altos niveles de intensidad y la presencia de áreas que tienen condiciones de suelo desfavorables. Se han determinado intensidades hasta de IX MM para estos lugares, en tanto que el centro de Lima presenta intensidades promedio de VII.
- La aceleración máxima corregida es de 269.3 cm/seg<sup>2</sup> para el sismo de 1,966 y la mayor duración es de 90 segundos para el sismo de 1,974.
- Por otro lado, los niveles máximos de aceleraciones probables para la zona de Lima Metropolitana extraídos de los estudios de riesgo sísmico revisados, muestran que se podría esperar una aceleración en la roca base entre 150 y 270

cm/seg<sup>2</sup>, para un período de retorno de 50 años; y aceleraciones máximas probables de 400 a 500 cm/seg<sup>2</sup>, para un período de retorno de 500 años.

### **3.8 ESTUDIO DE CANTERAS PARA ENROCADOS**

- Es tan importante la selección de la cantera apropiada para la explotación de roca en base a la disponibilidad y características Petrográficas. En tal sentido enunciaremos las características mínimas de las Rocas que han de usarse en la construcción de Escolleras marginales :

- Las Rocas tendrán como densidad mínima 2,600 Kg/cm<sup>3</sup>. Estaríamos hablando de Rocas Igneas y generalmente del último período Geológico.

- Las mismas deberán tener características de inalterabilidad cuyo grado será evaluado mediante el método de ensayo para calidad de agregados con el uso de Sulfato de Sódico (ASTM-C88).

Los resultados de este ensayo deberán estar por debajo del 12 % que corresponde al valor Límite Permisible.

- El ensayo de abrasión ó desgaste en la máquina de los Angeles (ASTM-C131), no será mayor al 25 %. Esto garantizará que no se produzca fraccionamiento, ni deformaciones en la estructura por reajustes.

La explotación implica un seleccionamiento de unidades de acuerdo a su utilización dentro de cada una de las partes que conforman la Escollera como son: la Coraza, la Base ó Nucleo de la estructura.

Por otro lado, los resultados de una voladura de Rocas pueden ser evaluados desde varios puntos de vista y por diversos métodos, pero la única variable que permite evaluar cualitativa y cuantitativamente y expresar estos resultados en números reales y muy representativos es la "Fragmentación".

- Generalmente explotar canteras para enrocados implica desarrollar cortes por voladuras usando explosivos adecuados, para lo cual se efectúan perforaciones de hasta 20m. en dirección paralela al plano de corte. En algunos casos se procederá a realizar perforaciones perpendiculares y oblicuas al plano. El diseño lo efectúan los técnicos en la materia y de manera tal que al cargar con explosivos y detonar se logre un corte y fragmentación perfecta.

La perforación de un calambuco (Foto N° 49) demanda de disparos primarios o parciales para ir avanzando con la profundidad deseada. El equipo necesario es una compresora, martillo neumático, barrenos y explosivos.

Con estos conocimientos se procedió a estudiar las siguientes Canteras para evaluar sus características :

## **CANTERA LA COLINA DE TAHUANTISUYO**

Esta cantera está ubicada en el distrito de Independencia subiendo por Tahuantisuyo a unos 31 Km. de Magdalena. Se aprecia un buen potencial y es una roca Ignea del último período (DIORITA Y GRANODIORITA) pero su explotación se hace difícil por su inaccesibilidad. En sus faldas se encuentra instalado un asentamiento Humano, resultando por ello peligroso.

La roca tiene un peso específico de  $2.83 \text{ gr/m}^3$  y un porcentaje de desgaste con el ensayo de abrasión del 10%.

Esta cantera queda descartada para los fines del proyecto de enrocado planteado. Ver fotos 40, 41 y 42.

## **CANTERA NUESTRA SEÑORA DE LA REGLA**

Cantera ubicada hacia el Norte de Lima, por la carretera a Ventanilla a 19.3Km. de Magdalena; el tipo de material extraído es una Monzonita Cuarzosa; esta cantera es de un gran potencial y puede proporcionar materiales de dimensiones que satisfacen los requerimientos de la defensa en la Costa Verde. Las dimensiones mayores están por el orden de  $2.5$  a  $4.5\text{m}^3$  no se tiene problemas para su explotación, seleccionamiento, Carguio y Transporte. Para los propósitos de este proyecto también queda descartada por ser una zona en proceso de habilitación urbana y por estar temporalmente limitada para efectuar voladuras. Peso específico de la roca  $2.76 \text{ gr/cm}^3$  y % de desgaste con la prueba de abrasión 16%. Fotos 43 y 44.

## **CANTERA SAN JUAN DE LURIGANCHO**

Cantera ubicada al Nor Este del Centro de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho, colinda con el cementerio los Sauces y dista 30 Km. del distrito de Magdalena. El tipo de roca es Ignea específicamente granodiorita y Andesita de buena calidad. Presenta un gran potencial por explotar aunque muy cerca se ubica un asentamiento humano existe una distancia que no obstaculiza su explotación y accesibilidad.

Esta cantera es la más apropiada por lo tanto elegida para el abastecimiento de rocas para la escollera marginal de la costa verde tramo del proyecto. Esta cantera se encuentra habilitada y sin limitaciones para su explotación. Ver fotos del 45 al 58 donde se ilustra la explotación de la Cantera.

A continuación resumimos los resultados de los ensayos en muestras representativas de cada una de las canteras antes mencionadas.

**CUADRO III.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS****ASTM-D29    ASTM-C131    ASTM-C88**

<b>CANTERA/ENSAYO</b>	<b>PESO ESPECIFICO Gr/Cm<sup>3</sup></b>	<b>ABRACION % DE DESGASTE</b>	<b>DE DURABILIDAD CON SULFATO DE SODIO %</b>
<b>La colina de Tahuantisuyo</b>	<b>2.83</b>	<b>10.0</b>	<b>-----</b>
<b>Nuestra Sra. de la Regla</b>	<b>2.760</b>	<b>16.5</b>	<b>-----</b>
<b>San Juan de Lurigancho</b>	<b>2.785</b>	<b>18.3</b>	<b>11.3</b>

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE ENROCADO Y OBRA COMPLEMENTARIA**

#### **4.1 ESTUDIO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION**

La solución planteada para la defensa ribereña de la Av. Costa Verde obedece a una solución conveniente é inmediata contemplada desde un punto de vista técnico económico.

La alternativa de emergencia al problema de socavación por efecto del oleaje es la construcción de una escollera marginal de roca (1,500 m), dejando para una etapa posterior solucionar el arenamiento de la zona para crear playa (reforzar los espigones existentes); aspecto que requiere un tratamiento integral de toda la ribera y de una mayor inversión que escapa a los alcances de este proyecto.

La escollera tendrá como función recibir el impacto de las olas é impedir que estas arrastran el material que conforma el terraplen sobre la cuál están construidas las pistas. La construcción se ha previsto hacerla con roca desde que es el material más económico por su disponibilidad en cantera ubicada a 30 Km. de la obra y adecuación con las obras ya realizadas.

El diseño de la escollera contempla dos capas exteriores de roca grande que se apoyan sobre una capa de roca de base, y una de filtro, que va directamente sobre el talud del terreno existente. La protección tendrá una altura a fin de que la corrida de la ola no afecte el talud.

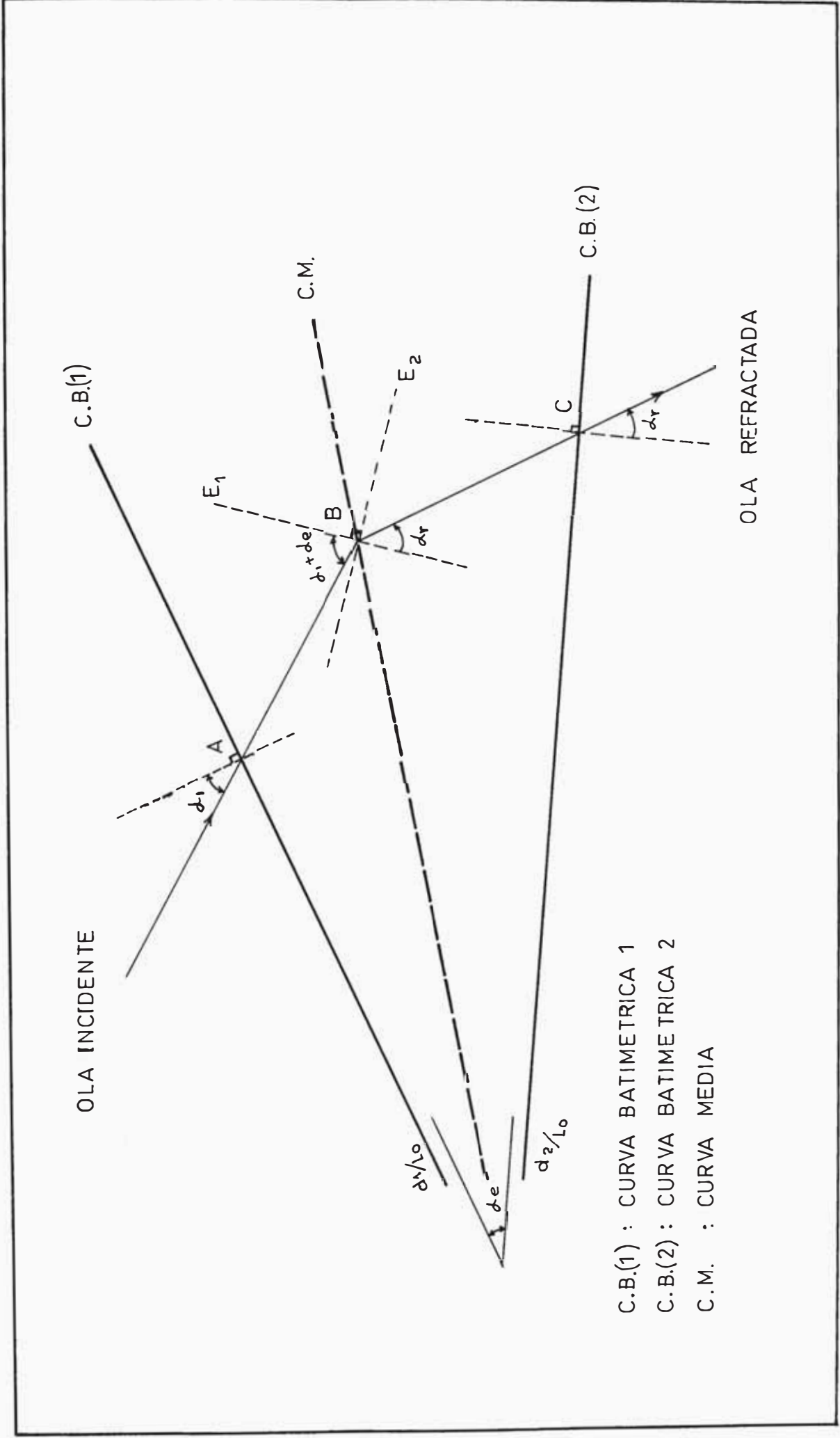
#### **4.2 PARAMETROS DE DISEÑO**

Al final del diseño del enrocado se anexan las tablas y figuras que fueron utilizadas para el presente diseño, así como la sección típica de diseño.

##### **4.2.1 CALCULO DEL DIAGRAMA DE REFRACCION (Trazado de Ortogonales)**

Para la construcción del diagrama de refracción utilizaremos un ábaco y una tabla. (Fig 4.1 y Tabla IV.1), para luego proceder de la siguiente manera :





- C.B.(1) : CURVA BATIMETRICA 1
- C.B.(2) : CURVA BATIMETRICA 2
- C.M. : CURVA MEDIA

**Pasos a seguir :**

1º Con la ola incidente y la normal a la curva C.B.1 en el punto A, forman un ángulo  $\alpha_1$

2º Con el ángulo que forman las curvas C.B.(1) y C.B.(2) ( $\alpha_c$ ), se le suma el ángulo incidente  $\alpha_1$ ; con ello obtendremos un ángulo  $\alpha_0$

$$\alpha_0 = \alpha_1 + \alpha_c$$

3º Una vez obtenido el ángulo  $\alpha_0$ , para poder graficarlo se prolonga la ola incidente hasta interceptar a la curva media (C.M.) en el punto B. A partir de la ola incidente ubico el ángulo  $\alpha_0$  y luego se trazan las líneas perpendiculares entre si  $E_1$  y  $E_2$ .

4º Finalmente se obtiene el ángulo  $\alpha_r$  de la siguiente manera : se calculan la celeridades entre las curvas C.B.(1) y C.B.(2).

$$C = \frac{L}{T} \text{ (celeridad)}$$

siendo:

L = Longitud de onda de la ola

T = Período

Calculando la relación de celeridades :

Sean las celeridades :  $C_2 = \frac{L_2}{T}$  y  $C_1 = \frac{L_1}{T}$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{L_2/T}{L_1/T} = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{L_2}{L_1}$$

Por lo tanto :

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{C_d}{C_0}$$

Ahora bien con la relación  $C_d/C_0$  y el ángulo  $\alpha_0$  entramos al gráfico de la Fig. 4.1 y obtendremos " $\alpha_r$ "

Ejemplo :  $d/L_0 = 0.17$  y  $\alpha = 30^\circ \Rightarrow \alpha_r = 25^\circ$   
 $d/L_0 = 0.42$  y  $\alpha_0 = 75^\circ \Rightarrow \alpha_r = 73^\circ$

**Nota :** Las longitudes  $L_2$  y  $L_1$  son calculadas de la tabla IV.1. Con la relación  $hx/L_0$  entramos a la tabla IX y encontramos la relación " $hx/L_x$ "

**Siendo :**

$hx$  = Profundidad de una determinada curva batimétrica.

$L_x$  = Longitud de onda de la ola a una determinada profundidad.

$L_0$  = Longitud de onda de la ola en aguas profundas.

### **Cálculos que se realizan para obtener el diagrama de refracción**

Teniendo un periodo de 14 Seg. ( $T = 14$  Seg.)

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \quad \text{ó} \quad L_0 = 1.56 T^2$$

$L_0$  = Longitud de onda de la ola en aguas profundas.

=> Reemplazando valores :

$$L_0 = 1.56 \times (14)^2 = 305.76 \text{ m.}$$

$$\text{Luego : } L_0 = 305.76 \text{ m.}$$

### **Fórmula para calcular el coeficiente de refracción ( $K_r$ )**

Para calcular el coeficiente de refracción, empleamos la siguiente fórmula:

$$K_r = \sqrt{\frac{b_2}{b_1}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1}}$$

**Siendo :**

C.B(1) y C.B.(2) : Curvas Batimétricas

OT(1) y OT(2) : Ortogonales

$\alpha_1$  y  $\alpha_2$  : Angulos de incidencia

$b_1$  y  $b_2$  : Anchos comprendidos entre ortogonales

=> Angulo que forma con el frente de ola.

Según los planos de refracción de olas que inciden en la zona de estudio, el angulo de incidencia varía entre  $10^\circ$  y  $20^\circ$ .

Para la zona crítica en estudio se tomará un ángulo de  $13^\circ$  como promedio.

### **Coefficiente de Refracción :**

- Para el diseño se toma el coeficiente de refracción de mayor distribución de olas; para la zona de la bahía de Miraflores ocurre que la mayor distribución de ola proviene del sur, 62.9%. (Se toma como referencia el estudio de distribución de olas de la Costa Central del Perú, Fig. 2.4)

Coefficiente de Refracción para una profundidad de -7.70m, dirección Sur  $K_r = 0.83$  para el tramo crítico de la zona del proyecto. Este resultado queda como referencia ya que la estructura se diseñará con altura de la ola rompiente para una profundidad de diseño. Ver plano PR-02.

### **4.2.2 CALCULO DE LA ALTURA DE OLA DE DISEÑO**

- La altura de ola de diseño es el parámetro más importante para determinar el peso de los elementos de la capa superficial ó coraza de la estructura de la escollera. En este caso se usó información del oleaje sur (ocurre 62.9% del tiempo) en la playa de Ventanilla medido a una profundidad de 20m; esta información será llevada a "condición de mar profundo", usando las características batimétricas y periodo del oleaje de esa playa (coeficiente de refracción y coeficiente de bajos).

De la macro medición de olas elaboradas con los datos obtenidos a una profundidad de 20m. en Ventanilla y considerando que su comportamiento es el mismo en aguas profundas que para la costa central del Perú, se efectuarán las correcciones de coeficientes para la Bahía Miraflores.

- La altura de ola en aguas profundas está dada por :

$$H_0 = \frac{H_s (20)}{K_r \cdot K_{sh} \cdot K_d}$$

donde :

$H_0$  = Altura de ola en aguas profundas.

$H_s$  = Altura de ola a 20m. de profundidad.

$K_r$  = Coeficiente de refracción en Ventanilla para :  
h= 20m ,  $K_r = 0.894$  (Dato)

$K_{sh}$  = Coeficiente de bajos en Ventanilla para :  
h= 20m ,  $K_r = 0.891$

Ejemplo de cálculo

$$\frac{h}{L_0} = \frac{20.00}{1.56 \times T^2} = \frac{20.00}{1.56 \times 14^2} = 0.654$$

De la tabla IV.1 :  $\frac{H}{H_0} = K_{sh} = 0.981$

$K_d$  = Coeficiente de difracción en Ventanilla para :  
 $h=20m$  ,  $K_d= 1.00$

Entonces; en la expresión general

$$H_0 = \frac{H_s}{0.894 \times 0.981 \times 1.00} \dots\dots\dots(\alpha)$$

- Con esta expresión podemos determinar la altura de ola en aguas profundas en base a la información de altura de ola significativa en Ventanilla y la probabilidad de excedencia.

- Para este proyecto en particular donde la estructura está afectada directamente por una ola rompiente no será necesario calcular la altura de ola significativa a la profundidad de diseño de  $h_s= -3.30m$  (Prof. promedio del tramo crítico).

Por lo tanto usaremos los datos de Ventanilla para determinar el comportamiento de la altura de ola en aguas profundas de acuerdo a la probabilidad de excedencia que se calcula a continuación.

**CUADRO IV. 1. Determinación de la altura de olas en aguas profundas con datos de Ventanilla.**

PROBABILIDAD DE PORCENTAJE DE OLAS QUE SOBREPASARAN LA ALTURA DE OLA INDICADA (%)	$H_s$ A 20.00m. de prof. en Ventanilla (mt)	$H_0$ Altura de olas en Aguas Profundas (mt)
100.00	0.73	0.83
90.00	0.87	0.99
80.00	1.00	1.14
40.00	1.25	1.43
13.75	1.50	1.71
1.62	2.00	2.28
0.19	2.50	2.85
0.022	3.00	3.42
0.0036	3.41	3.89

PORCENTAJE DE OLAS SIGNIFICANTES QUE SOBREPASAN LA OLA SIGNIFICANTE INDICADA

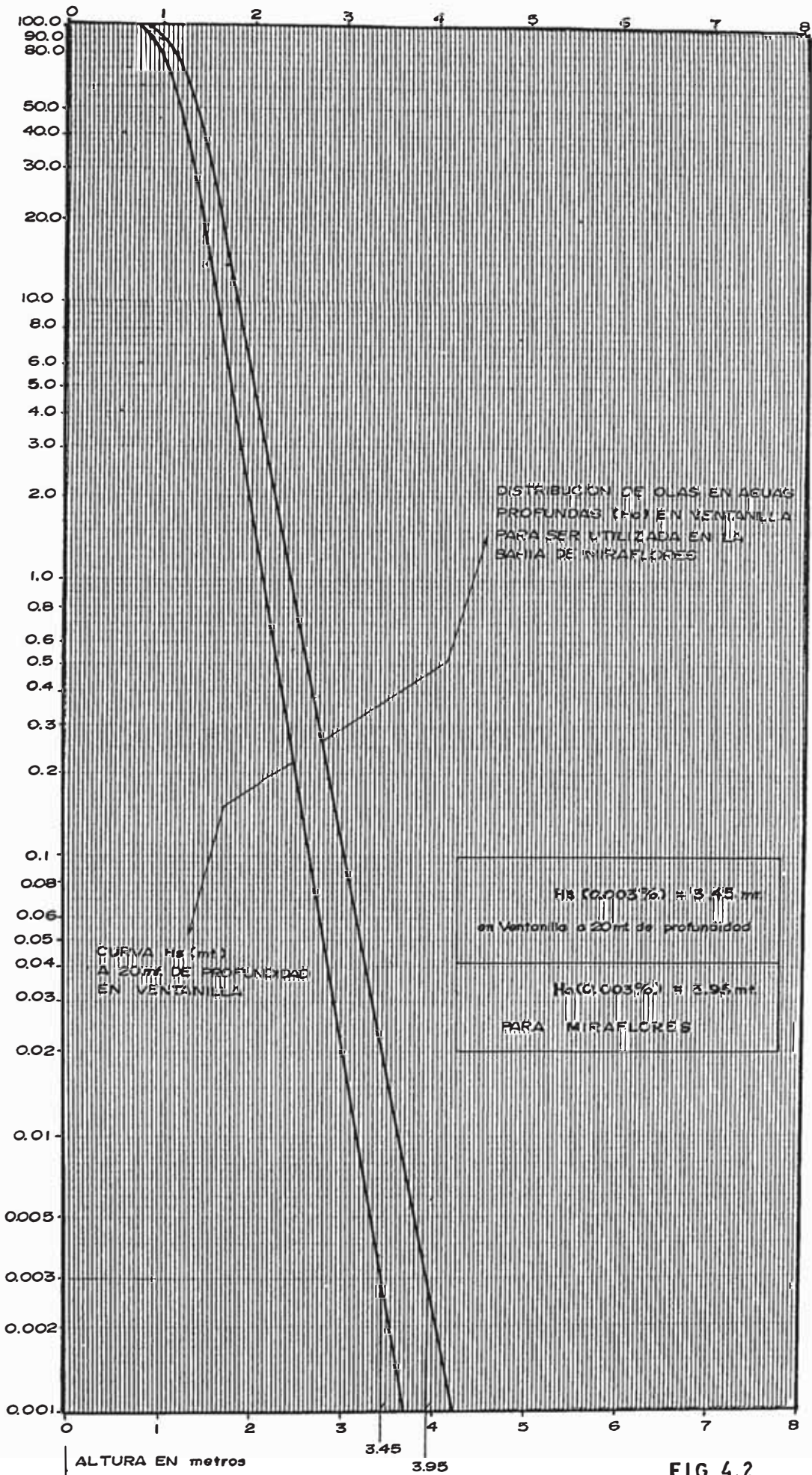


FIG. 4.2

- Normalmente para el diseño de un rompeolas se selecciona la altura de ola a aquella que es sobrepasada 0.01% del tiempo. Sin embargo por el tipo de obra y su longitud expuesta al oleaje rompiente (1,500 m). Se usará una condición mas severa, con el objeto de minimizar los daños y costo de mantenimiento.

Si estimamos un Período de vida de la escollera de 50 años y se acepta daños por una braveza en ese periodo y que ésta tenga una duración de 12 horas, la probabilidad de excedencia es :

$$P (\%) = - \frac{0.5 \times 100 \%}{50 \times 365} = 0.003 \%$$

Que es el valor usado para la determinación de la ola de diseño.

- Se sabe, que la altura de ola de diseño dependerá si la estructura está sujeta al ataque de olas rompientes, no rompiente ó que ya hayan disipado su energía teniendo como hipótesis que cuando la ola rompe frente a la estructura (aguas no profundas) es más desfavorable que en el caso de olas no rompientes.

La disipación de la energía en un proceso de rompiente se manifiesta por una disminución de la altura de ola, por turbulencia y calor, por energía sonora y por la generación de corrientes.

**TIPO DE ROMPIENTE :** Según IRIBARREN

$$I_0 = - \frac{m}{(H_0/L_0)^{1/2}} \text{ donde :}$$

**m** = Pendiente de la playa, **m=0.018**

**L<sub>0</sub>** = Longitud de ola en aguas profundas, **L<sub>0</sub>=1.56 T<sup>2</sup>**

**T** = Periodo promedio de ola, **T= 14 seg.**

**H<sub>0</sub>** = Altura de ola en aguas profundas

$$L_0 = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 14^2 = 306 \text{ mt.}$$

**De Ventanilla :**

**H<sub>d</sub>(20mt.)= 3.45mt (Para 0.003% de Probabilidad de excedencia). Curva de la Fig. 4.2**

En la expresión :

$$H_0 = \frac{H_s}{0.894 \times 0.981 \times 1.00} \dots\dots\dots (\alpha)$$

evaluando :

$$H_0 = \frac{3.45}{0.894 \times 0.981 \times 1.00} = 3.95 \text{ mt.}$$

Reemplazando :

$$I_0 = \frac{0.018}{(3.95 / 306)^{1/2}} = 0.158 \leq 0.5$$

rompiente tipo spilling. Ver Cap. II. y Tabla II.1

### **DETERMINACION DE LA ALTURA DE OLA ROMPIENTE (DE DISEÑO)**

**Datos:**

- Profundidad de diseño al pié de la estructura  
 $h_s = 3.30$  (respecto nivel 0 + 00; Promedio tramo crítico)
- Pendiente de la playa  $m = 0.018$
- Periodo  $T = 14$  Seg. (medio)
- $H_0$  Para (0.003 % de excedencia)

**En Ventanilla:**

$H_{(20)}$ : Altura de ola a 20 mts. de prof. para 0.003 % de ocurrencia.

$K_r(20)$ : Coeficiente de refracción en Ventanilla para  $h = -20$ mt.,  $K_r = 0.894$

$K_{sh}(20)$ : Coeficiente de bajos en Ventanilla para  $h = -20$ mt.,  $K_{sh} = 0.981$



Reemplazando :

$$H_0 = \frac{H_s}{0.894 \times 0.981 \times 1.00} = \frac{3.45}{0.894 \times 0.981 \times 1.00} = 3.95 \text{ mts.}$$

$$\frac{H_0}{g \cdot T^2} = \frac{3.45}{9.81 \times 14^2} = 0.0021$$

Utilizando las curvas en la fig. 4.4 para  $m=0.018$

$$\frac{H_b}{H_0} = 1.30 \quad \text{por lo tanto}$$

$$H_b = 1.30 H_0 = 1.30 (3.95) = 5.10 \text{ mt.}$$

$$\text{Entonces : } \frac{H_b}{g T^2} = \frac{5.10}{9.81 \times 14^2} = 0.0027$$

Utilizando las curvas de la figura 4.5 para  $m=0.018$

$$\alpha = 1.5 \text{ y } \beta = 1.13$$

$$(h_b)_{\max.} = \alpha H_b = 1.5 (5.10) = 7.70$$

$$(h_b)_{\min.} = \beta H_b = 1.13 (5.10) = 5.80 \quad (\text{Ver Fig. 4.3})$$

Por los resultados una estructura situada sobre una pendiente de playa de  $m= 0.018$  bajo la acción de una ola incidente  $H_0= 3.95$  y un período medio  $T= 14$  Seg. estaría sujeta al ataque de olas rompientes directamente sobre ella, si la profundidad al pie de la estructura, está entre los valores de  $(h_b)_{\min.} = 5.80\text{m}$  y  $(h_b)_{\max.} = 7.70 \text{ m.}$ , región donde empieza la rompiente de ola.

### **ALTURA DE OLA PARA LA PROFUNDIDAD DE DISEÑO**

- Profundidad de diseño al pie de la estructura (Escollera Marginal)  
 $h_d = 3.30 \text{ m.}$  (respecto nivel 0 +00; tramo crítico), ver planos ST-01 y ST-02.
- Pendiente de la playa  $m= 0.018$

- Período  $T = 14$  Seg. (media)

entonces :

$$\frac{h_s}{g T^2} = \frac{3.30}{9.8 \times 14^2} = 0.017$$

- De la Fig. 4.6

$$\frac{h_s}{g T^2} = 0.0017 ; \frac{H_b}{h_s} = 0.99$$

$$H_b \text{ (DISEÑO)} = 0.99 h_s = 0.99 \times 3.30 = 3.26 \text{ m.}$$

- La altura de ola rompiente máxima que posiblemente pueda ocurrir sobre la estructura para la profundidad de diseño y la pendiente de playa, se puede evaluar en la Fig. 4.6 haciendo;

$$\frac{h_s}{g T^2} = 0 \text{ (Período infinito)}$$

entonces para el problema anterior,

$$\frac{h_s}{g T^2} = 0 ; \frac{H_b}{h_s} = 1.01$$

$$H_b = 1.01 h_s = 1.01 (3.3) = 3.40 \text{ m.}$$

$H_b$ ; altura de ola rompiente máxima de diseño.

#### 4.2.3 CALCULO DE RUN-UP (OLAS ROMPIENTES)

En este caso la ola puede disipar su energía antes de llegar a la pendiente de la escollera. Se puede esperar que el Run Up en una pendiente de escollera sea similar al de una pendiente lisa é impermeable, pero reducido por un coeficiente que tenga en cuenta la rugosidad y la permeabilidad de la estructura.

$$\text{Criterio para olas rompientes } \frac{h_s}{H_0} < 3 ; \frac{3.3}{3.95} = 0.84 < 3 \text{ bien}$$

Para determinar el Run Up, calculamos.

$$\frac{H_0}{g T^2} = \frac{3.95}{9.81 \times 14^2} = 0.0021$$

Para el Talud de escollera 1:2.0

Con estos valores entramos a la Fig. 4.7 y resulta que la relación :

$$\frac{R_U}{H_0} = 1.1 \text{ entonces : (Escolleras Permeables)}$$

$$R_U = 1.1 (H_0) = 1.1 \times (3.95) = 4.35 \text{ m.}$$

$$R_U = 4.35 \text{ m.}$$

#### 4.2.4 CALCULO DE LA COTA SUPERIOR DE LA ESCOLLERA

C.S. Escollera	=	M.H.W + $R_u$ + S, donde :
C.S. Escollera	=	Cota superior de la escollera
M.H.W.	=	Nivel de marea alta (1.18 m.)
$R_u$	=	Elevación vertical de la ola con respecto del nivel de aguas tranquilas (4.35 mts.)
S	=	Borde libre (0.50 mt.)

Reemplazando valores en la expresión anterior, tenemos :

$$\text{C.S. Escollera} = 4.35 + 1.18 + 0.50 = 6.00 \text{ mt}$$

Por tanto :

C.S. Escollera = 6.00 mts. sobre el nivel de referencia M.L.W.S. (Mean Low Water Spring) promedio de bajamares de Sicigias ordinarias ( $\pm 0.00$ )

### 4.3 DISEÑO

#### 4.3.1 DISEÑO DEL ENROCADO

##### CALCULO DEL PESO DE LA UNIDAD DE ROCA DE CORAZA

Se calcula el peso de la unidad de coraza, mediante la fórmula de Hudson:

$$W = \frac{\rho \cdot g \cdot H^3}{K_D \cdot \Delta^3 \cdot \cot \alpha}$$

donde :

- $g$  : La aceleración de la gravedad (9.81 mts/seg<sup>2</sup>)  
 $H$  : Altura de ola de diseño (3.40 mts)  
 $K_D$  : Coeficiente de daños. Ver tabla II.2 ( $K_D = 2.5$ )  
 $\Delta$  : Densidad relativa de la Unidad Protectora

$$\Delta = \left( \frac{\rho - \rho_w}{\rho_w} \right)$$

- $\rho$  : Densidad de la Unidad Protectora (2.727 Ton/m<sup>3</sup>)  
 $\rho_w$  : Densidad del agua del mar (1.025 Ton/m<sup>3</sup>)  
 $\alpha$  : Talud de la escollera (1:2.0)

$$\Delta = \frac{(2.727 - 1.025)}{1.025} = 1.66$$

Reemplazando :

$$W = \frac{(2,727 \text{ Kg/m}^3)(9.81 \text{ m/seg}^2)(3.40\text{m})^3}{(2.5) (1.66)^3(2)} = 45,973 \text{ Newton}$$

$$W = 4,690 \text{ Kg}$$

$$W = 4.7 \text{ Ton.}$$

### CALCULO DEL ANCHO DE LA CRESTA

Se calcula mediante la siguiente fórmula :

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

Donde :

- $m'$  : Número de unidades de roca (minimo 3).  
 $K_{\Delta}$  : Coeficiente de capa. Ver tabla II.4 ( $K_{\Delta} = 1.10$ )  
 $W$  : Peso de la Unidad de la Coraza  
 $\rho$  : Densidad de la Unidad (2,727 Kg/m<sup>3</sup>)  
 $g$  : Aceleración de la gravedad (9.81 m/seg<sup>2</sup>)

Reemplazando valores tenemos :

$$B' = (3) (1.10) \left( \frac{45,973}{2,727 \times 9.81} \right)^{1/3}$$

$$B' = 3.95 \text{ mts.}$$

## CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CORAZA O CAPA PRINCIPAL Y LAS SUBCAPAS

Se calcula con la fórmula :

$$t = m' \cdot K_{\Delta} \cdot \left( \frac{W}{\rho \cdot g} \right)^{1/3}$$

donde :

$m'$  = Es el número de capas de unidades. Para la escollera  $m' = 2$

$K_{\Delta}$  = Coeficiente de capa. Ver tabla II.4.  $K_{\Delta} = 1.15$

$t$  = Espesor de la coraza, en metros.

Reemplazando valores tenemos :

Espesor de la Coraza ó Capa Principal

$$t_1 = 2 \times 1.15 \times \left( \frac{45,973}{2,727 \times 9.81} \right)^{1/3}$$

$$t_1 = 2.80 \text{ m.}$$

Espesor de la Subcapa ó Capa Secundaria

$$t_2 = m' \times K_{\Delta} \times \left( \frac{W_{10}}{\rho \cdot g} \right)^{1/3}$$

$$m' = 2, \quad K_{\Delta} = 1.15, \quad W_{10} = W/10 = 4,597.3 \text{ New} = 469 \text{ Kg}$$

$$t_2 = 2 \times 1.15 \times \left( \frac{4,597}{2,727 \times 9.81} \right)^{1/3}$$

$$t_2 = 1.28 \text{ m.}$$

-con los datos obtenidos se ilustra en la Fig. 4.8 la sección típica de diseño

## CALCULO DE EL NUMERO DE UNIDADES DE CORAZA O CAPA PRINCIPAL

$$C = m' \cdot K_{\Delta} \cdot \left( 1 - \frac{P}{100} \right) \cdot \left( \frac{\rho \cdot g}{W} \right)^{2/3}$$

Donde :

C = Número de unidades por unidad de área en la coraza

P = Porosidad de capa expresada en porcentaje (37%). Tabla II.4

$m' = 2$

$K_D = 1.15$

Reemplazando valores :

$$C = 2 \times 1.15 \times \left(1 - \frac{37}{100}\right) \cdot \left(\frac{2,727 \times 9.81}{45,973}\right)^{2/3}$$

$C = 1.01 \text{ unidades/m}^2$

#### 4.3.2 REHABILITACION DE LA VIA: CARRIL DETERIORADO

El proyecto contempla la rehabilitación de la vía deteriorada (Plano CA-01) carril izquierdo de la Avenida Costa Verde en el sentido SUR-NORTE en el tramo comprendido desde la progresiva 0+00 hasta la 1+500, para el presente proyecto, la misma será pavimentada con tratamiento de tipo superior respetando cada uno de los factores que intervinieron en el diseño de la vía existente, tales como el tráfico y la carga que va a actuar sobre la vía, el valor soporte de los suelos de la subrasante y el factor climático.

La supervisión de la obra en coordinación con la contratista acordó respetar la carpeta asfáltica que se encuentre en buen estado y solamente remover los tramos deteriorados (Ver foto N° 1, 2 ). En consecuencia se respetará los niveles de subrasante, rasante y por ende el diseño de la vía existente.

#### SUELO DE FUNDACION

Como capa de soporte del pavimento que para este tramo del proyecto es de corte, es un terreno de buena calidad; un conglomerado de origen aluvial de estructura lentiforme. Con estas características se constituye en un suelo de fundación con buena capacidad de soporte.

#### SUB-RASANTE

Constituida por los últimos 30 cm. (Nivel Superior del relleno compactado). Conformado por el material conglomerado de buena calidad proveniente del movimiento de tierra del By Pass de la Plaza 2 de Mayo. La compactación debe garantizar por lo menos el 95% de la máxima densidad seca obtenido en el laboratorio y previo a esta actividad se debe escarifar mediante rastros ó motoniveladoras, en una profundidad no menor de 25 cm, debiendo eliminarse las partículas mayores de 2½".

La Sub-rasante puede ser buena, regular o mala calidad. Si es mala conviene reemplazarla ó estabilizarla con materiales de mejor calidad.

### **BASE-MATERIAL GRANULAR**

Capa de material granular de 20 a 25 cm. (8" a 10"); según lo existente, a colocarse entre la subrasante y la carpeta asfáltica. El material será selecto capaz de garantizar resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje. La compactación debe asegurar el 100% de la máxima densidad seca.

Las condiciones físicas y mecánicas que debe satisfacer :

<b>C.B.R.</b>	<b>: 80% mínimo</b>
<b>Límite</b>	<b>: 25% máximo</b>
<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>: NP</b>
<b>Equivalente de Arena</b>	<b>: 50% mínimo</b>
<b>Desgaste de Abrasión</b>	<b>: 50% máximo</b>

### **IMPRIMACION**

Se debe aplicar el material bituminoso a una base ó superficie del Carril preparado en anterioridad, de acuerdo con las especificaciones. Se aplicará, mediante riego asfalto líquido del tipo "cut-back" grado MC-30 ó MC-70, que cumpla con los requisitos de calidad especificados por la norma ASTM D-2027 (Asfaltos de tipo Curado Medio).

La calidad y cantidad de Asfalto será la necesaria para cumplir con impermeabilizar la superficie de la base y propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la carpeta asfáltica.

### **CARPETA ASFALTICA**

La carpeta Asfáltica será de un espesor de 2" compactado, que es una mezcla en caliente de cemento asfáltico, agregados debidamente graduados y relleno mineral que, una vez colocada, compactada y enfriada, se constituirá en una capa semirígida capaz de soportar el tránsito de diseño.

Las condiciones físicas y mecánicas que debe cumplir los agregados gruesos son:

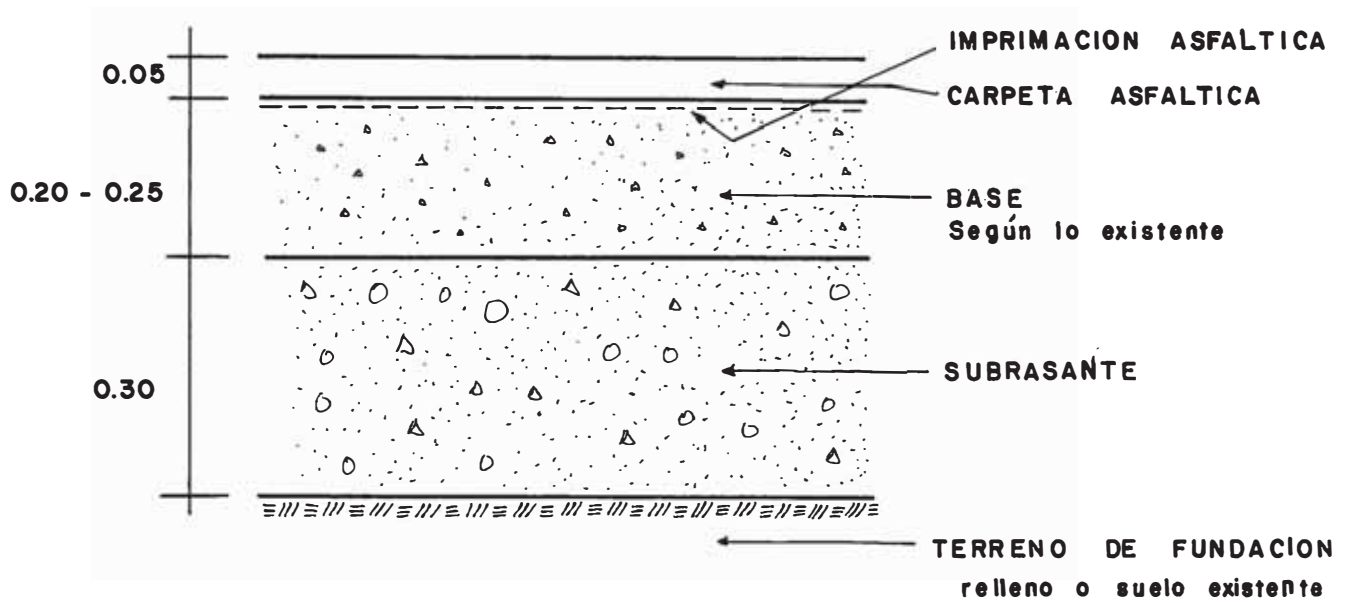
- Porcentaje de desgaste "Los Angeles" AASHTO T-96 (ASTM C131) : 40% máximo.
- Durabilidad. Desgaste por el Sulfato de Sódio AASHTO T-104 (ASTM C-88) : 12% máximo.
- Equivalente de Arena en el agregado : 45% mínimo.

La compactación se realizará utilizando rodillos cilindricos lisos en tandem y rodillos neumáticos. El número de pasadas del equipo de compactación

será tal que garantice el 95% ó más de la densidad lograda en el laboratorio.

Mas adelante se detallará en las especificaciones técnicas de cada una de las capas del pavimento asi como del proceso constructivo.

### **PAVIMENTO FLEXIBLE : DISEÑO AV. COSTA VERDE**





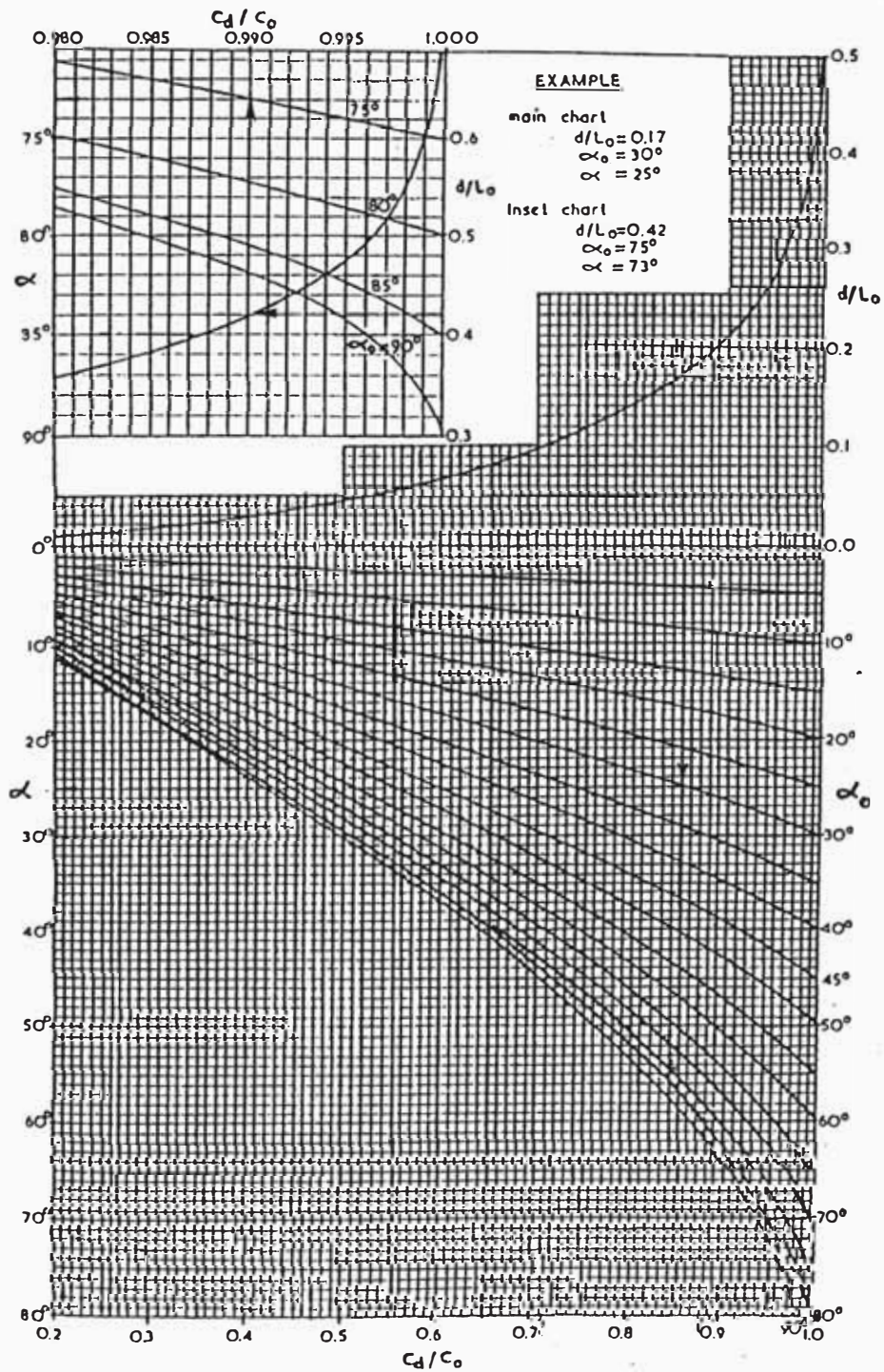
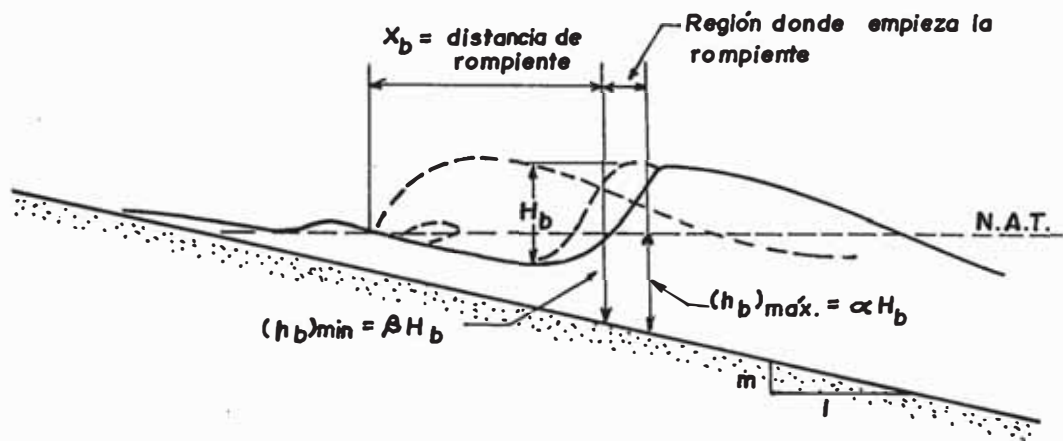


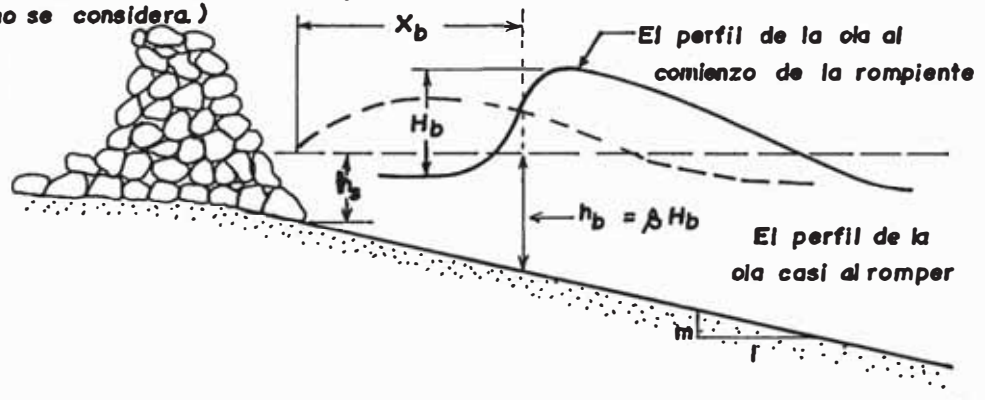
FIG. 4.1.- RELACION ENTRE  $d/L_0$ ,  $C_d/C_0$ ,  $\alpha_0$  y  $\alpha$ .

**TABLA IV.1.-PARA EL CALCULO DE LA TRANSFORMACION DEL OLEAJE**

d/Lo	tanh kd	d/L	kd	sinh kd	cosh kd	2kd/sinh2kd	H/Ho
0.00	0.000	0.0000	0.000	0.000	1.00	1.0000	-
01	2.18	0403	253	256	03	0.958	1.44
02	347	0576	362	370	07	918	1.23
03	420	0714	448	463	10	877	1.12
04	480	0833	523	548	14	839	1.06
0.05	0.531	0.0942	0.592	0.627	1.18	0.800	1.02
06	575	104	655	703	22	763	0.993
07	614	114	716	778	27	725	971
08	649	123	774	854	31	690	955
09	681	132	831	930	36	654	942
0.10	0.709	0.141	0.886	1.01	1.42	0.621	0.933
11	735	150	940	08	48	587	926
12	759	158	994	16	54	555	920
13	780	166	1.05	25	60	524	917
14	800	175	10	33	67	494	915
0.15	0.818	0.183	1.15	1.42	1.74	0.465	0.913
16	835	192	20	52	82	437	913
17	850	200	26	61	90	410	913
18	864	208	31	72	1.99	384	914
19	877	217	36	82	2.08	359	916
0.20	0.888	0.225	1.41	1.94	2.18	0.335	0.918
21	899	234	47	2.06	28	313	920
22	909	242	52	18	40	291	923
23	916	251	58	31	52	270	926
24	926	259	63	45	65	251	929
0.25	0.933	0.268	1.68	2.60	2.78	0.233	0.932
26	940	277	74	76	2.93	215	936
27	946	285	79	2.92	3.09	199	939
28	952	294	85	3.1	25	183	942
29	957	303	90	28	43	169	946
0.30	0.961	0.312	1.96	3.48	3.62	0.155	0.919
31	965	321	2.02	69	3.83	143	952
32	969	330	08	3.92	4.04	131	955
33	972	339	13	4.16	28	120	958
34	975	349	19	41	52	110	961
0.35	0.978	0.358	2.25	4.68	4.79	0.100	0.964
36	980	367	31	4.97	5.07	091	967
37	982	377	37	5.28	37	083	969
38	984	386	42	61	5.7	076	972
39	986	396	48	5.96	6.04	069	974
0.40	0.988	0.405	2.54	6.33	6.41	0.063	0.976
41	989	414	60	6.72	6.8	057	978
42	990	424	66	7.15	7.22	052	980
43	991	434	72	7.6	7.66	047	982
44	992	443	79	8.08	8.14	042	983
0.45	0.993	0.453	2.85	8.58	8.64	0.038	0.985
46	994	463	91	9.13	9.19	035	986
47	995	472	2.97	9.71	9.76	031	987
48	995	482	3.03	10.3	10.4	028	988
49	996	492	09	11.0	11.0	026	990
0.50	0.996	0.502	3.15	11.7	11.7	0.023	0.990



**ESTRUCTURA PROPUESTA ( El efecto de la estructura sobre la rompiente no se considera.)**



**FIG. 4.3 .- DEFINICION GEOMETRICA DEL PROCESO DE LA ROMPIENTE**

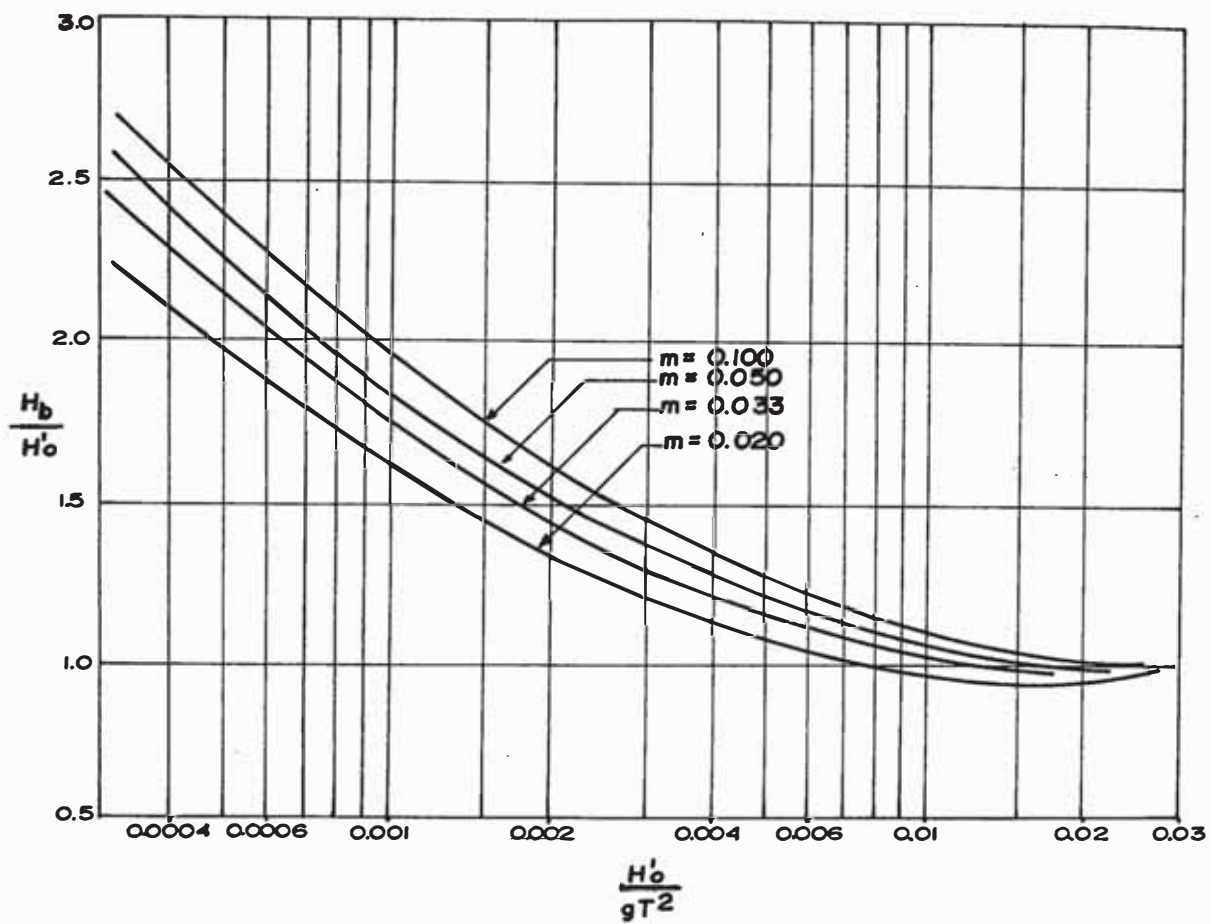


FIG. 4.4 - INDICE DE ALTURA DE ROMPIENTE  $H_b/H'_0$ , CONTRA VALORES  $H'_0/gT^2$  (GODA, 1970)

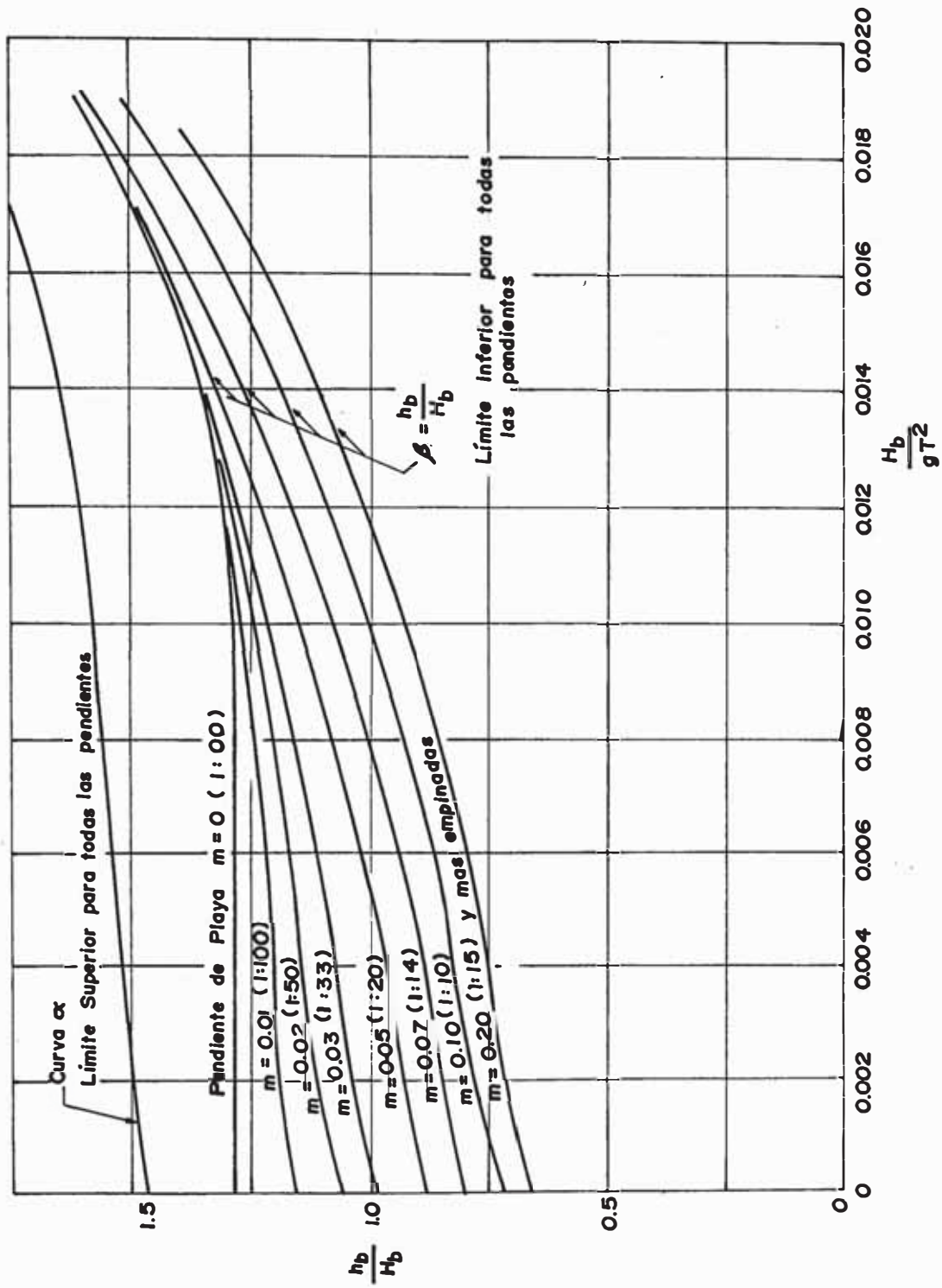


FIG. 4.5 .- CURVAS  $\alpha$  y  $\beta$ , contra  $\frac{h_b}{H_b}$  (WIAGAL, 1972.)

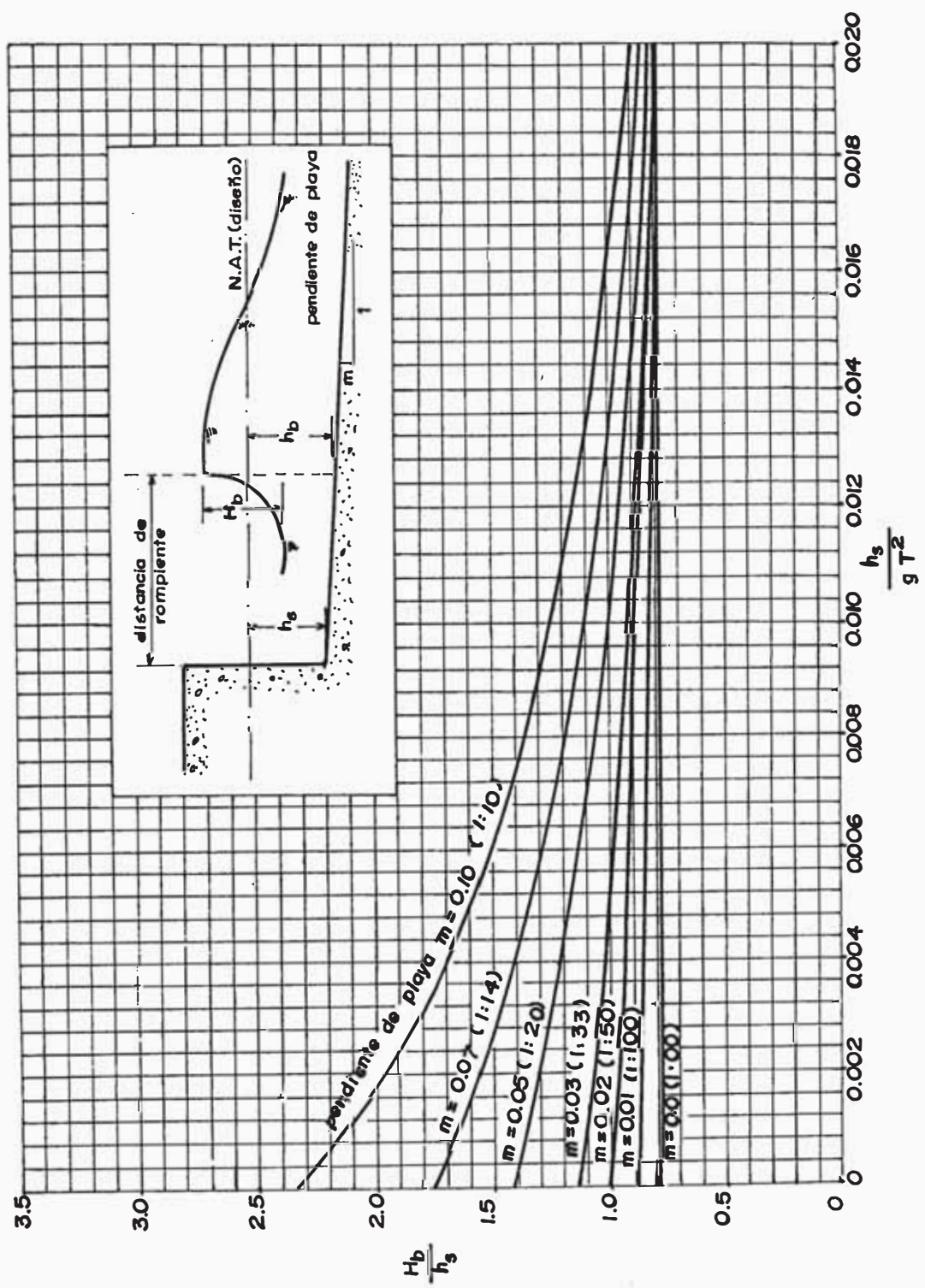


FIG. 4.5 .- VALORES DE  $H_b/h_s$  contra valores de  $h_s/gT^2$  (Fuente : WEGGEL , 1972 )

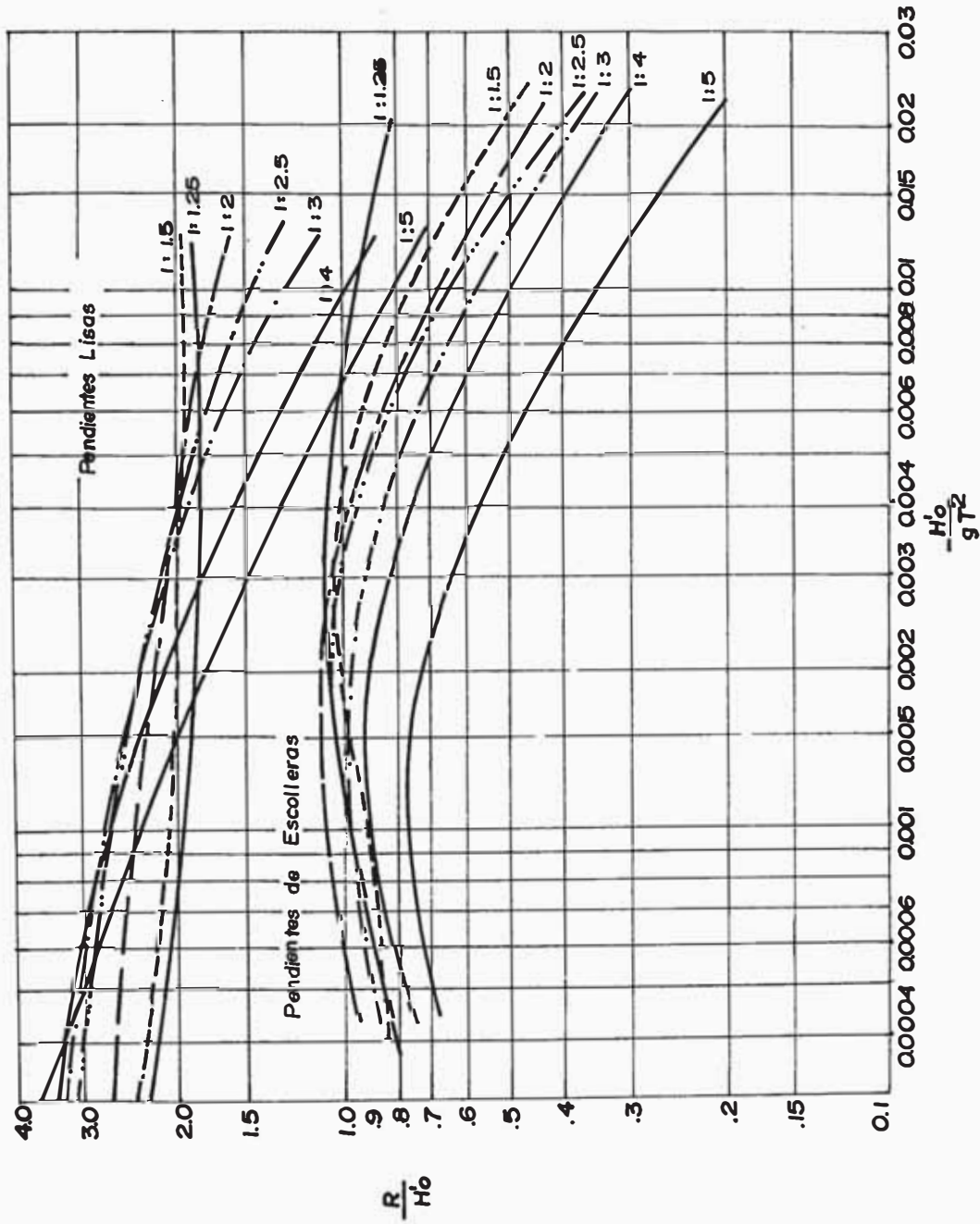


FIG. 4.7 — COMPARACION DEL RUN UP PARA PENDIENTES LISAS Y DE ESCOLLERAS PERMEABLE

TALUD EXISTENTE

CORONACION : ROCA 5000 kg.  
2 ROCAS

PUNTO DE TRAZO ESCOLLERA

NIV. +6.00

NIV. +5.00

TALUD DE RELLENO

2.80 m.

I CORAZA  
2 CAPAS DE ROCA  
DE 4000 a 5,000 kg.  
(Promedio 4,500 kg.)

EXCAVAR PARA CONSTRUIR  
PIE DE TALUD

NIV. ± 0.00

1.28 m.

II BASE DE CORAZA

ROCA PEQUEÑA DE 300 a 500 kg.  
(Promedio 450 kg.)

NIVEL DE CIMENTACION

NIV. -2.00

IV RELLENO  
MATERIAL ESPECIFICADO

III FILTRO PIEDRA DE 2" a 8"

ESC. : 1/100

FIG. 4.8 SECCION TIPICA DE DISEÑO CON ESPECIFICACIONES MINIMAS REQUERIDAS



## **CAPITULO V**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

#### **DEFENSA RIBEREÑA Y REHABILITACION DE LA AV. COSTA VERDE**

##### **5.1. GENERALIDADES**

- 5.1.1.** Las presentes especificaciones complementan lo detallado en los planos del proyecto. Ver anexo de planos.
- 5.1.2.** En caso de incompatibilidad entre las especificaciones y planos, se consultará al proyectista para la aclaración respectiva.
- 5.1.3.** La escollera de protección será construida teniendo como referencia el nivel  $\pm 0.00$ , que corresponde al nivel medio del mar.  
Para su determinación el contratista correrá una nivelación a partir del BM (+57.6535 m) del IGM ubicado en la esquina de las Avenidas Espinar y Leoncio Prado, que se encuentra sobre la vereda de la esquina Norte del Parque San Juan de Dios a 8.15 m del eje de la calle y a 0.10 m más alto que la misma. Deberá ubicar hitos de referencia de nivel a lo largo de la obra para la facilidad de su control.
- 5.1.4.** Las pistas a ser reparadas deberán ser reconstruidas respetando los alineamientos, niveles y anchos existentes, así como las condiciones especificadas para el pavimento y su base.  
En los planos se indica los tramos de pistas que deberán ser integralmente demolidos y reconstruidos, siendo responsabilidad del Supervisor definir en que otras partes se requiere reparaciones similares debido a la imposibilidad de su definición en el momento de hacer el proyecto, por estar el pavimento parcialmente cubierto con desmonte.
- 5.1.5.** La escollera a construir está limitada en el extremo Norte por el espigón denominado en este proyecto como N° 6 que se encuentra inmediatamente después de la curva subida a San Miguel, y en el lado Sur por el espigón denominado N° 1 que coincide con la zona en que la pista próxima al mar no ha sido afectada y está en operación.

##### **5.2. INSTALACIONES DEL CONTRATISTA**

- 5.2.1.** El contratista tendrá sus instalaciones principales en la plataforma ubicada al Sur de la obra, próxima al espigón N° 1, ubicado en el extremo sur de la escollera a construir. Podrá asimismo usar la plataforma próxima al espigón N° 6, de acuerdo a su conveniencia.

**5.2.2.** Previamente a la construcción de toda edificación provisional, deberá presentar un plano con la disposición y características de las mismas.

**5.2.3.** Como edificación deberá contar como mínimo con los siguientes ambientes:

- Oficina para su personal
- Oficina para la supervisión
- Guardiania
- Baño (con pozo de percolación)
- Depósito para equipos, herramientas y otros.
- Vestuario y Comedor de obreros.

### **5.3. LIMPIEZA DEL DESMONTE Y BASURA**

**5.3.1** Antes del inicio de los trabajos de construcción, deberá retirarse tanto de la pista como del talud hacia el mar todo desmonte ó basura, eliminando esos materiales fuera de la obra y en lugar o lugares previamente aceptados por la supervisión.

**5.3.2** El contratista deberá presentar al Supervisor para su verificación un metrado estimado de la cantidad de desmonte y basura a retirar.

**5.3.3** Al retirar los materiales indicados no se deberá dañar el pavimento existente, ni provocar derrumbes ó socavación del talud.

**5.3.4** El pago de esta partida será por metro cúbico de material removido y eliminado.

### **5.4. SELECCION DE LA CANTERA DE ROCA**

**5.4.1** Selección de cantera.

La selección de la cantera para la explotación de la roca se realizará en base a la disponibilidad y características petrográficas de las mismas.

**5.4.2** Las rocas tendrán como densidad minima 2,600 Kg/m<sup>3</sup>.

**5.4.3** Las rocas deberán tener características de inalterabilidad, cuyo grado será evaluado mediante el Método de ensayo para calidad de agregados con el uso de sulfato de sodio (ASTM-C88). Los resultados de este ensayo deberán estar por debajo del 12%, que corresponde al valor límite permisible.

**5.4.4** En el ensayo de Abrasión en la Máquina de los Angeles (ASTM-535-69), el porcentaje de desgaste no será mayor al 25%.

- 5.4.5** Los macizos rocosos deberán permitir la obtención de bloques en volúmenes y peso necesario para la construcción de la escollera.
- 5.4.6** Se realizarán 2 ensayos petrográficos para determinar los componentes de las rocas, su textura y clasificación, estableciéndose que sus características son adecuadas para ser utilizadas en la escollera.

## **5.5. HABILITACION DE LA ROCA**

- 5.5.1** El Contratista obtendrá de la cantera o canteras previamente seleccionadas las rocas para los trabajos de construcción de la coraza de la escollera, de la coronación, de la roca de base, del filtro y de los rellenos.
- 5.5.2** El Contratista deberá recuperar la roca que se encuentra dispersa sobre el talud de la playa, para su utilización en la construcción de la escollera, siempre y cuando esto sea posible y la roca cumpla con las especificaciones de la parte correspondiente en que va ser usada.
- 5.5.3** La recuperación de roca será gradual conforme avance la obra, dejando encastrada aquella roca que no es posible de recuperar, e incorporándola al cuerpo de la escollera.
- 5.5.4** La recuperación de roca deberá ser por medios mecánicos y manuales.
- 5.5.5** El contratista deberá verificar la cantidad de roca existente y la que es necesaria para la construcción de la escollera, procediendo a su explotación y habilitación oportuna.
- 5.5.6** La roca deberá conformar con las características especificadas, debiendo ser habilitada en cantera previamente a su traslado a la obra.
- 5.5.7** La roca deberá presentar canto vivo, duro, sano, sin exfoliaciones o daños estructurales y deberá ser de forma irregular.
- 5.5.8** El pago de la roca habilitada será por metro cúbico de material.

## **5.6. ROCA DE FILTRO**

- 5.6.1** El filtro estará constituido por rocas cuyas dimensiones variarán gradualmente entre 2" y 8".

## **GRANULOMETRIA DE FILTRO**

<b>Tamaño</b>	<b>% Acumulado que pasa</b>
<b>8"</b>	<b>100</b>
<b>7"</b>	<b>88 - 100</b>
<b>6"</b>	<b>75 - 100</b>
<b>5"</b>	<b>64 - 100</b>
<b>4"</b>	<b>52 - 100</b>
<b>3"</b>	<b>28 - 60</b>
<b>2"</b>	<b>0</b>

**5.6.2** El filtro colocado tendrá un espesor de 40 cm, ubicándose directamente sobre el talud de la ribera, y presentará una pendiente hacia el exterior de 1:2. Previamente a la colocación del filtro se retirará toda materia orgánica y desmonte, y se excavará si fuese necesario.

**5.6.3** En caso de encontrarse en el talud, roca encastrada, de la construcción anterior en condiciones estables, ésta podrá permanecer, colocándose sobre ella material de filtro y para rellenar los vacíos, respetándose las secciones típicas del proyecto.

**5.6.4** El Supervisor verificará continuamente durante la colocación de la roca que se esté cumpliendo con las características del material según las especificaciones y dimensiones indicadas.

**5.6.5** Será desechado todo material que contenga materia orgánica.

**5.6.6** El pago de la colocación de la roca de filtro será por metro cúbico.

### **5.7. ROCA DE BASE**

**5.7.1** La roca de base tendrá un peso promedio de 450 Kgs, pudiendo éste variar entre 300 @ 500 Kgs.

**5.7.2** El espesor de la capa de la roca de base será de 1.28 m, y con una pendiente de 1:2, excepto bajo el pie de la escollera, que tendrá 0.50 m de espesor.

**5.7.3** De encontrarse roca encastrada de la construcción anterior, ésta podrá permanecer como roca de base, colocándose filtro, tal como se indica en el acápite anterior.

**5.7.4** La roca de base se extenderá rodeando el pie de la escollera con un espesor de 0.50 m, tal como se indica en las secciones típicas.

**5.7.5** El Supervisor verificará constantemente durante la colocación de la roca que se esté cumpliendo con las características del material y dimensiones según lo especificado.

**5.7.6** El pago de la colocación de la roca de base será por metro cúbico.

## **5.8. ROCA PARA LA CORAZA Y CORONACION**

**5.8.1** La roca para la coraza tendrá un peso que podrá variar entre 4.0 a 5.0 ton., debiéndose buscar un promedio de 4.5 ton.

**5.8.2** La coraza estará constituida por dos capas de roca con las características indicadas, dando un espesor aproximado de 2.80 m.

**5.8.3** No se aceptará unidades con cantos rodados o trizaduras que puedan convertirlas posteriormente en unidades de menor peso, ni unidades que la razón entre sus dimensiones mayor a menor sea superior 3.

**5.8.4** Las rocas con dimensiones mayores al 50% de las especificadas, deberán ser cortadas con barreno.

**5.8.5** La roca será colocada de manera de lograr engrampe entre ellas, y con el talud de 1:2 indicado en el proyecto; en el caso de la coronación esta será engrampada de manera similar, dándose el talud de 2:1 al lado exterior de la coronación.

**5.8.6** La coronación estará conformada por un mínimo de 2 rocas de 5 tons, acomodadas con trabazón en su base y entre ellas, y de manera de dar la pendiente exterior indicada.

**5.8.7** El Supervisor verificará constantemente durante la colocación de la roca que se esté cumpliendo con las características del material según los límites indicados y así mismo con las dimensiones y pendientes especificadas.

**5.8.8** El pago de la roca de coraza y coronación será por volumen.

## **5.9. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESCOLLERA**

**5.9.1** Previamente a toda construcción el Contratista verificará el trazo de la escollera, actividad que es indispensable debido a la constante variación de la playa y por el posible aumento de daños en el talud y pista, como consecuencia de la acción del mar durante el tiempo transcurrido entre la ejecución del proyecto y construcción de la obra.

**5.9.2** Debe tenerse en cuenta para el trazo de la escollera que ésta debe estar lo más cerca posible al talud, de manera de no tener excesos de materiales.

**5.9.3** La construcción de la defensa se iniciará por el pie de la escollera, alcanzándose el nivel de -2.00 m. En el caso de constatarse la presencia de

- roca enterrada de la construcción previa, ésta podrá dejarse incorporando dicho material a la base.
- 5.9.4** El filtro será construido por volteo directo del material y acomodado con la ayuda del tractor y/o el uso de cucharas tipo Orange Peel.
  - 5.9.5** Sobre la capa de filtro se colocará de manera similar la roca pequeña, respetando las inclinaciones y espesores del proyecto.
  - 5.9.6** Las rocas de la coraza serán acomodadas sobre la capa de roca de base, haciendolo desde el pie del talud hacia la coronación, y terminando con la construcción de dicho elemento.
  - 5.9.7** Podrá colocarse mezclados y simultáneamente el filtro y la roca de base, conservado la proporción en volumen de estos materiales indicada por las dimensiones de las secciones típicas.
  - 5.9.8** El avance de la colocación del filtro y de la roca de base no se adelantará más de 5m de la construcción de la coraza, para evitar pérdidas excesivas de material por la acción del oleaje.
  - 5.9.9** En caso de tener que pararse la construcción de la escollera, deberá protegerse con rocas de coraza el extremo de la misma, para evitar que el material de menor tamaño sea arrastrado por el mar.
  - 5.9.10** Previamente al inicio de la colocación de la roca de base, se verificará que el talud del filtro y su conformación esté en conformidad con lo especificado, particularmente en lo referente a sus niveles, dimensiones, pendiente, y tamaño de material.
  - 5.9.11** Las rocas de la coraza serán acomodadas en el talud de la escollera mediante el uso de grúas con estrobos. En ningún caso las rocas podrán ser colocadas por caída libre desde el camión. Los tramos que no cumplan con este requisito deberán ser desarmados y reconstruidos sin costo adicional alguno.
  - 5.9.12** Antes de colocar las rocas deberá retirarse todo material extraño o rocas sueltas de pequeñas dimensiones, que puedan interferir con la operación.
  - 5.9.13** El talud final del enrocado deberá conformar con lo indicado en las secciones típicas, debiendo estar las rocas en posición de entrase natural.
  - 5.9.14** El avance en la construcción de la coraza deberá ser siguiendo el avance del filtro y roca de base, evitando dejar sin protección contra el oleaje longitudes de talud mayores a 5 m.
  - 5.9.15** Conforme se termine con la construcción de la coraza se procederá a construir la coronación, lo que así mismo permitirá la construcción de los rellenos en las zonas en que estos son necesarios.

**5.9.16** En los planos del proyecto se esquematiza el procedimiento constructivo recomendado; se considera el trabajo con grúas desde la plataforma de la pista, y empleando dos gruas grandes para construir la escollera hasta + 2.50 y una grúa de menor capacidad que colabore para los trabajos complementarios.

## **5.10. RECTIFICACION DE LA ESCOLLERA.**

**5.10.1** Paralelamente a la construcción de la corona, se rectificará los taludes o plataforma de la escollera que hayan sufrido asentamientos ó pérdida de rocas.

**5.10.2** El Contratista será responsable del mantenimiento de la obra hasta su entrega, debiendo reconstruir las partes que pudiesen tener daños.

**5.10.3** Conforme se vaya completando la construcción de la escollera, ésto será limpiada de fragmentos de roca, material de cantera y otros. A su terminación se despejará y limpiará el aérea de campamento a entera satisfacción del Supervisor.

## **5.11 CONDICIONES EXTREMAS DEL MAR**

**5.11.1** En el caso de braveza extraordinarias se suspenderán los trabajos, protegiéndose adecuadamente con enrocado los extremos de los frentes de trabajo de la obra en construcción, para evitar pérdida de material ó daños.

**5.11.2** El contratista tomará en estos casos las medidas necesarias de protección a su personal y equipos, los cuales en todo momento serán de su entera responsabilidad.

**5.11.3** Luego de producida una braveza se evaluará los daños, reconociéndose las pérdidas que por ese motivo puedan haber ocurrido.

## **5.12 CONSTRUCCION DE RELLENOS**

**5.12.1** En aquellas secciones en que no se cumpla con las dimensiones de la pista, berma y pendiente del talud, por haber sido éstas socavadas por el mar, será necesario reconstruir el relleno.

**5.12.2** Los rellenos serán construidos en capas de 25 cm. El material de relleno deberá ser humedecido uniformemente con una cantidad de agua correspondiente al óptimo contenido para la densidad requerida, antes de ser compactado.

Donde no se pueda usar el equipo normal de compactación se usará apisonador mecánico portable, y en este caso se compactará por capas no

mayores de 15 cm.

**5.12.3** La berma mínima a dejarse deberá ser de 3 m, a partir de los cuales se dará al relleno una pendiente de 1:1 hacia la escollera.

**5.12.4** El material de relleno deberá conformar con la siguiente especificación :Porcentaje en peso que pasa las siguientes mallas :

**Tamaño de la Malla Tipo AASHTO T-11 Y T-27 (abertura cuadrada)**

<b>2-Pulg.</b>	<b>---</b>
<b>1-Pulg.</b>	<b>100</b>
<b>3/8-Pulg.</b>	<b>50-85</b>
<b>Nº 4-(4.75 mm)</b>	<b>35-65</b>
<b>Nº 10-(2.00 mm)</b>	<b>25-50</b>
<b>Nº 40-(0.425 mm)</b>	<b>15-30</b>
<b>Nº 200-(0.075 mm)</b>	<b>5-15</b>

Tendrá un límite líquido de 25%, un índice plástico no mayor de 6, un equivalente de arena mayor a 50% y pérdida por abrasión de 50% máximo (AASHTO T-96).

El valor CBR (Relación Soporte de California), deberá ser de 30% como mínimo.

El relleno deberá cumplir además con los siguientes requisitos:

**a)  $D_{15} \leq 5 d_{85}$**

Siendo :

**$D_{15}$**  ; Diámetro del material seleccionando para el relleno correspondiente al 15% que pasa en la curva granulométrica típica.

**$d_{85}$**  ; Diámetro del material del relleno correspondiente al 85% que pasa en la curva granulométrica típica.

**b)  $D_{15} \geq 5 d_{15}$**

Siendo :

**$D_{15}$**  Diámetro del material seleccionado para el relleno correspondiente al 15% que pasa en la curva granulométrica típica.

**$d_{15}$**  Diámetro del material del relleno correspondiente al 15% que pasa en la curva granulométrica típica.

No se permitirá la presencia de basuras ó materia orgánica dentro de los materiales para el relleno.



### **5.12.5 Requisitos generales.**

Sobre el relleno preparado se colocarán los materiales que se transportarán por medio de camiones de volteo u otras máquinas similares.

Se extenderán por medio de la motoniveladora, de tal manera que formen una capa suelta, de mayor espesor que el que debe tener la capa compactada.

Esta capa de materiales sueltos, se regará con agua por medio de tanques regadores provistos de barras especiales para que el riego sea uniforme. Para facilitar la mezcla del agua con el material y para conformar la capa, se pasará la cuchilla de la motoniveladora.

### **5.12.6 Compactación**

Se compactará por medio de rodillos de llantas neumáticas o de cilindros que pesen cuando menos 8 toneladas y sean estos últimos de tres ruedas. Si el material es una grava arenosa deberá usarse de preferencia rodillo vibratorio.

La compactación se comenzará en los bordes y se terminará en el centro, hasta conseguir una capa densa y uniforme cuya densidad debe ser como mínimo un 100% de la máxima densidad obtenida en el Modificado (AASHTO T-180).

Todas las irregularidades que se presenten así como también las secciones que no se compacten debidamente se corregirán pasando nuevamente la motoniveladora.

Finalmente se alisará la superficie por pasadas sucesivas de la motoniveladora y del rodillo hasta obtener una superficie uniforme y resistente.

Terminadas estas operaciones el relleno se considerará lista para recibir la capa de base ó losa de concreto, según sea el caso, debiendo ser aprobada por la Supervisión, previo control de densidades por medio de los ensayos respectivos con el equipo de Laboratorio.

### **5.12.7 Control de calidad.**

- a. Se efectuarán ensayos de Límites de Consistencia y Granulometría cada 200 metros lineales de pista ó berma, o en cada tramo reparado.
- b. Se determinará el CBR cada 500 metros lineales de pista ó berma, o en cada tramo reparado.
- c. Control de compactación cada 300 m<sup>2</sup> de pista ó berma, o en cada tramo reparado.

El grado de compactación exigido será de 100% del obtenido en el Laboratorio por el método de Proctor Modificado (AASHTO T-180),

pudiéndose tolerar un mínimo de 95% en puntos aislados, siempre que la media aritmética de cada 9 puntos de una misma compactación sea igual o superior a 100%.

#### **5.12.8 Control geométrico.**

Se tolerará hasta  $\pm 0.05$  m con relación a las cotas del proyecto.

#### **5.12.9 Medición y pago.**

El relleno se pagará en metros cúbicos colocados.

### **5.13 PAVIMENTOS**

#### **5.13.1 Subrasante.**

A. La subrasante estará constituida por los últimos 30 cm (nivel superior del suelo, proveniente de la construcción del relleno), como una superficie conformada y estabilizada de acuerdo a las secciones transversales típicas del proyecto.

B. Los materiales de la subrasante estarán conformados por suelos seleccionados.

C. Terminada la construcción de la subrasante de proyecto, se procederá a su escarificación mediante rastras o motoniveladoras, en una profundidad no menor de 25 cm., debiendo eliminarse las partículas mayores de 2 1/2".

Terminada la escarificación, se procederá a la distribución del agua mediante cisternas dotadas de dispositivos adecuados para riegos uniformes, para alcanzar una cantidad de agua lo más próxima a la humedad óptima obtenida por el ensayo de Proctor Modificado, verificado en laboratorio con muestras representativas del suelo subrasante.

La compactación se efectuará con equipos que permitan alcanzar grados de compactación satisfactorios. En suelos cohesivos se utilizarán rodillos de pata de cabra, cilíndricos y neumáticos. En suelos granulares no cohesivos cilíndricos lisos y vibratorios.

La compactación se empezará de los bordes hacia el centro y se efectuará hasta alcanzar un grado de compactación igual al 95% de la Densidad Máxima Seca Teórica, obtenida en el laboratorio por el método de Proctor Modificado (ASTM-D-698, AASHTO T-180).

D Para verificar la calidad del suelo de la subrasante, se efectuarán los siguientes controles :

- Granulometría (ASTM D-422, AASHTO).
- Límite de consistencia (ASTM D-423-24, AASHTO T-89-90)
- Proctor Modificado (ASTM D-698, AASHTO T-180).

- Densidad de campo (ASTM 1556).

El número y frecuencia de controles deberá ser como mínimo el siguiente, pudiendo ser modificado por la Supervisión en casos específicos que requieran de un mayor control :

- Límite de consistencia y análisis granulométrico del suelo cada 600 m<sup>2</sup>. o en cada tramo que sea reconstruido.

- Compactación dinámica, Proctor modificado cada 1,200 m<sup>2</sup>. de subrasante, o en cada tramo que sea reconstruido.

- Densidades de campo y control de humedad cada 120 m<sup>2</sup> dispuestos en tresbolillo, o en cada tramo que sea reconstruido.

La supervisión deberá dar la conformidad de la subrasante y este requisito deberá ser observado por el Contratista, previamente a la colocación de la capa de base granular que va inmediata a la subrasante.

- E. El pago será por metro cuadrado de pavimento reconstruido y de berma, incluyendo el precio unitario la total compensación por escarificar, nivelar, y compactar la subrasante y por toda mano de obra, equipo transporte y todo concepto necesario para completar este ítem. Incluye pruebas de laboratorio.

#### **5.13.2 Base material granular.**

- A. Se denomina base a la capa de material granular que tendrá de 20 a 25 cm, según lo existente, a colocarse entre la subrasante y la carpeta asfáltica.

- B. Los materiales que se usarán como base serán selectos, provistos de suficiente cantidad de vacíos para garantizar su resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje.

Serán suelos granulares del tipo A-1-a ó A-1-b del sistema de clasificación AASHTO, es decir gravas o gravas arenosas compuestas por partículas duras y durables y de aristas vivas. Podrán provenir de depósitos naturales, del chancado de rocas, o de una combinación de agregado zarandeo y chancado con un tamaño máximo de 1 1/2". El material para la capa de base estará libre de tierra, debe contener una cantidad de finos que garanticen su trabajabilidad y den estabilidad a la superficie antes de colocar el riego de imprimación o la losa de vereda.

El material de base debe cumplir los siguientes requisitos de granulometría :

Tamaño de la malla AASHTO T-11 y T-27		% en peso que pasa	
Abertura cuadrada	Grad. A	Grad. B	Grad. C
2"	100	100	
1"	- -	75-95	100
3/8"	30-65	40-75	50-85
Nº 4	25-55	30-60	35-65
Nº 10	15-40	20-45	25-50
Nº 40	8-20	15-30	15-30
Nº 100	2-8	5-15	5-15

En el caso que se mezclen dos o más materiales para lograr la granulometría requerida, los porcentajes serán referidos en volumen.

**C. Otras condiciones físicas y mecánicas por satisfacer serán :**

<b>C.B.R.</b>	<b>80% mínimo</b>
- <b>Limite</b>	<b>25% máximo</b>
- <b>Indice de plasticidad</b>	<b>Np</b>
- <b>Equivalencia de arena</b>	<b>50% mínimo</b>
- <b>Desgaste de abrasión</b>	<b>50% máximo</b>

**D. El material de base será colocado y extendido sobre la subrasante aprobada en volumen apropiado para que una vez compactado alcance el espesor indicado en los planos. El extendido se efectuará con motoniveladora o a mano en sitios de difícil acceso, exclusivamente.**

**E. En caso de necesitarse combinar dos o más materiales, se procederá primero a un mezclado seco de ellos en cantidades debidamente proporcionadas. Una vez que el material ha sido extendido se procederá a su riego y batido utilizando repetidamente y ese orden, camiones cisternas provistos de dispositivos que garanticen un riego uniforme y motoniveladoras. La operación será continua hasta lograr una mezcla homogénea de unidad uniforme lo mas cercana posible a la óptima, tal como queda definida por el ensayo de compactación Proctor Modificado obtenido en laboratorio para una muestra representativa del material de base. Inmediatamente se procederá al extendido y explanaciones del material homogéneo, hasta conformar la superficie que una vez compactada alcance el espesor del proyecto.**

**F. La compactación se efectuará con rodillos cuyas características de peso y eficiencia serán comprobados por la Supervisión.**

De preferencia se usarán rodillos lisos-vibratorios o lisos y terminará con rodillo neumático de ruedas oscilantes. La compactación se empezará de los bordes hacia el centro de la vía con pasadas paralelas a su eje, en número suficiente para asegurar la densidad de campo de control. Para el caso de área de difícil acceso al rodillo, la compactación se efectuará con plancha vibratoria hasta alcanzar los niveles de densificación requeridos.

- G. Para verificar la calidad del material se utilizarán las siguientes normas de control :
- Granulometría (AASHTO T-88, ASTM D-1422).
  - Límites de consistencia (AASHTO T-89/90, ASTM D-423, D-424).
  - Clasificación por el sistema AASHTO.
  - Ensayo C.B.R.
  - Proctor Modificado (AASHTO T-80, método D).

La frecuencia de estos ensayos sera determinada por la supervisión y serán obligatorios cuando se evidencie un cambio en el tipo de suelo del material base.

Para verificar la compactación se utilizará la norma de densidad de campo (ASTM D-1556). Este ensayo se realizará cada 200 m<sup>2</sup> de superficie compactada, en puntos dispuestos en tresbolillo.

### **5.13.3 Imprimación.**

- A. Esta partida se refiere a la aplicación, mediante riego de asfalto líquido del tipo "cutback" sobre la superficie de una base no asfáltica o en su caso, para el tratamiento primario de las superficies destinadas a bermas.  
La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines :
- Impermeabilizar la superficie de la base.
  - Recubrir y unir las partículas sueltas de la superficie.
  - Mantener la compactación de la base; y
  - Propiciar la adherencia entre la superficie de la base y la nueva capa a construirse.
- B. Se utilizará asfaltos líquidos de curado medio (MC) en los grados 30 ó 70 (designación AASHTO M-82-75); o asfalto líquido de curado rápido RC-250 diluido con Kerosene Industrial en proporción del 10 al 20% en peso.
- C. El riego de imprimación se efectuará cuando la superficie de la base esté preparada es decir, cuando esté libre de partículas o de suelo suelto.  
Para la limpieza de la superficie se empleará una barredora mecánica o soplador según sea necesario.

- D.** Cuando se trate de un material poroso, la superficie deberá estar seca ó ligeramente húmeda. La humedad de estos materiales se logrará por el rociado de agua en la superficie, en cantidad adecuada para este fin.
- E.** La operación de imprimación deberá empezar cuando la temperatura superficial a la sombra sea de más de 13° C en ascenso o de más de 15° C en descenso. Se suspenderá la operación en tiempo brumoso o lluvioso.
- F.** La aplicación del material bituminoso deberá hacerse a presión para garantizar un esparcido uniforme y continuo, utilizando un distribuidor autopropulsado que estará equipado con una manguera auxiliar de boquillas espaciadoras y conectadas a la misma presión del sistema del distribuidor, con pasadas en dirección paralela al eje de la barra distribuidora, altura de la barra distribuidora sobre la base, capacidad y presión de bomba, serán las adecuadas para obtener el fin propuesto.
- G.** La cantidad de asfalto por unidad de área será definida con la supervisión de acuerdo a la calidad de la base y estará comprendida entre 0.9 y 2.0 lt/m<sup>2</sup>. la temperatura de aplicación del riego estará comprendida según el tipo de asfalto a usarse dentro de los siguientes intervalos :
- |                              |               |
|------------------------------|---------------|
| MC - 30                      | 21° C - 60° C |
| MC - 70                      | 43° C - 85° C |
| (RC - 250) + 15% de Kerosene | 25° C - 70° C |
- H.** Cualquier área ubicada fuera del canal de riego del distribuidor, deberá ser imprimada con la misma característica utilizando un esparcidor auxiliar. Los excesos de asfalto serán retirados utilizando para el efecto una escoba de goma.  
Durante la operación de riego se tomarán las providencias necesarias para evitar que estructuras, edificaciones o árboles adyacentes al área por imprimir sean salpicados por asfalto a presión.
- I.** El material bituminoso deberá ser enteramente absorbido por la superficie de la base. Si en el término de 24 horas esto no ocurriese, la supervisión podrá disponer un tiempo mayor de curado.
- J.** Cualquier exceso del asfalto al término del tiempo del curado, deberá secarse, esparciendo sobre su superficie arena limpia, exenta de materiales indeseables, cuya gradación corresponda a los requisitos del agregado tamaño N° 10 norma AASHTO M-43054 (ASTM D-448-54). La superficie así imprimada, curada y secada debe pertenecer en esta condición hasta que se le aplique la capa de rodamiento.

- K.** Para verificar la calidad del material bituminoso deberá ser examinado en el laboratorio y evaluado teniendo en cuenta las especificaciones recomendadas por el Instituto de Asfalto. En caso que el asfalto líquido preparado fuera provisto por una planta especial, se deberá contar con un certificado de laboratorio que confirme las características del material.
- L.** En el procedimiento constructivo se observará entre otros los siguientes cuidados que serán materia de verificación :
- La temperatura de aplicación estará de acuerdo con lo especificado según el tipo de asfalto líquido.
  - La cantidad de material espaciado por unidad de área será la determinada con la supervisión de acuerdo al tipo de superficie; y será controlada colocando en la franja de riego algunos recipientes de peso y área conocidos;
  - La uniformidad de la operación se logrará controlando la velocidad del distribuidor, la altura de la barra de riego y el ángulo de las boquillas con el eje de la barra de riego.

#### **5.13.4 Carpeta Asfáltica.**

- A.** La estructura del pavimento terminará con carpeta asfáltica, que es una mezcla en caliente de cemento o betún asfáltico, agregados debidamente graduados y relleno mineral que, una vez colocada, compactada y enfriada, se constituirá en una capa semirígida capaz de soportar el tránsito.
- B.** La dosificación o fórmula de la mezcla de concreto asfáltico (o simplemente "mezcla asfáltica" para los efectos de este Expediente Técnico) así como los regímenes de temperaturas de mezclado y de colocación que se pretenda utilizar, serán presentados a la supervisión con cantidades o porcentajes definidos y únicos. Esta fórmula de la mezcla podrá ser aceptada o, en su defecto, se fijará una nueva que podrá tener coincidencias parciales con la presentada por el Contratista.
- C.** El material bituminoso que se usará en la preparación de la mezcla en planta, será un cemento asfáltico o asfalto sólido de las siguientes características :

**Penetración (0.01 mm - 25° C - 100 gr - 5 seg) 60- 70.**

**Ductilidad (en cm a 25° C) 100 min.**

**Punto de inflamación (en ° C) 232 min.**

**Viscosidad Furol**

**(en seg. a 60° C) 100 min.**

El cemento asfáltico será uniforme en su naturaleza y no formará espuma al calentarse a 177° C.

El agregado mineral estará compuesto por granos gruesos, finos y además un relleno mineral ("Filler").

Los agregados gruesos estarán constituidos por piedra grava machacada y eventualmente por materiales naturales que se presenten en estado fracturado o muy angulosos, con textura superficial rugosa. Quedarán retenidos en la malla N° 8 y estarán limpios, es decir, sin recubrimiento de arcilla y otros agregados de material fino. Además, deberán cumplir con los siguientes requisitos :

Porcentajes de desgaste "Los Angeles" AASHTO T-96 (ASTM C131), 0 40% máx.

Durabilidad desgaste por el sulfato de sodio durante 5 ciclos AASHTO T-104 (ASTM C-88) 12% máx.

Los agregados finos, o material que pase la malla N° 8, serán obtenidos por el machaqueo de piedras o gravas, o también arenas naturales de granos angulosos. Como en todos los casos, el agregado se presentará limpio, es decir que sus partículas no estarán recubiertas de arcilla limosa y otras sustancias perjudiciales, ni contendrá grumos de arcilla u otros aglomerados de material fino. Tendrá en el ensayo de sodio durante 5 ciclos (AASHTO T-104 ó ASTM C-88) no mayor de 12%.

El relleno mineral ("Filler") estará compuesto por partículas muy finas de caliza, cal apagada, cemento Portland y otra sustancia mineral no plástica, que se presentará seca y sin grumos.

El material cumplirá con los siguientes requerimientos mínimos de granulometría :

Malla	% que pasa (en peso seco)
N° 30	100
N° 100	90
N° 200	65

La fracción de "filler" y de los agregados que pase la malla N° 200, que se denomina polvo mineral, no tendrá características plásticas. El agregado que resulte de combinar o mezclar los agregados grueso, fino y el "filler", debe cumplir con la gradación de las mezclas tipo IVa, IVb o IVc de las recomendadas por el Instituto del Asfalto siguiente :



% que pasa			
Tamaño de la malla abertura cuadrada	Tipo IVa	Tipo IVb	Tipo IVc
1"			100
3/4		100	80 - 100
1/2		100	80 - 100
3/8	80 - 100	70 - 90	60 - 80
Nº 4	55 - 75	50 - 70	48 - 65
Nº 8	35 - 50	35 - 50	35 - 50
Nº 30	18 - 29	18 - 29	19 - 30
Nº 50	13 - 23	13 - 23	13 - 23
Nº 100	8 - 16	4 - 16	7 - 15
Nº 200	4 - 10	4 - 10	0 - 8
<b>Tamaño máximo</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>

Equivalente de Arena en el agregado combinado : 45% mínimo.  
El asfalto en la mezcla del concreto asfáltico será determinado utilizando el método "Marshall" y debe cumplir con los siguientes requisitos básicos :

Número de golpes de compactación en cada extremo de la probeta		50	
Estabilidad : en libras		500	
Fluencia : en 0.01"	8 min.		18 máx.
Vacios en la mezcla, en %	3 min.		5 máx.
Vacios llenos de asfalto, en %	75 min.		85 máx.

Las tolerancias admitidas en las mezclas son las siguientes :

Nº 4 ó mayor	5.0 aprox.
Nº 8	4.0 aprox.
Nº 30	3.0 aprox.
Nº 200	1.0 aprox.
Asfalto	0.3 aprox.

- D.** La mezcla asfáltica en caliente será producida en plantas continuas o intermitentes. La temperatura de los componentes será la adecuada para garantizar una viscosidad en el cemento asfáltico que le permita mezclarse íntimamente con el agregado combinado, también calentado. La mezcla a la salida de la planta tendrá una temperatura comprendida entre 125° C y 165° C y será transportada a obra en vehículos adaptados convenientemente para garantizar su homogeneidad (no segregación), y una mínima pérdida de calor (baja de temperatura) hasta el lugar del destino. La temperatura de colocación de la mezcla asfáltica en la base imprimida, será de 120° C mínimo.
- E.** La colocación y distribución se hará por medio de una pavimentadora autopropulsada de tipo y estado adecuados para que se garantice un esparcido de la mezcla en volumen, espesor y densidad de capa uniformes.  
El esparcido será complementado con un acomodo y rastrillado manual cuando se comprueben irregularidades a la salida de la pavimentadora.
- F.** La compactación de la carpeta se deberá llevar a cabo inmediatamente después que la mezcla haya sido distribuida uniformemente, teniendo en cuenta que sólo durante el primer rodillado se permitirá rectificar cualquier irregularidad en el acabado.
- G.** La compactación se realizará utilizando rodillos cilíndricos lisos, en tandem y rodillos neumáticos. El número de pasadas del equipo de compactación será tal que garantice el 95% ó más de la densidad lograda en laboratorio. Las juntas de construcción serán perpendiculares al eje de la vía y tendrán el borde vertical. La unión de una capa nueva con una ya compactada, se realizará previa impregnación de la junta con asfalto.

Los controles de calidad de los componentes de la mezcla así como la mezcla asfáltica misma serán de responsabilidad del Contratista, que deberá aportar los respectivos certificados que aseguren las características del producto terminado, tales como:

- De los agregados minerales : granulometría, abrasión, durabilidad, equivalente de arena.
- Cemento asfáltico: penetración, viscosidad, punto de inflamación;
- De mezcla en planta : cantidades de los componentes, temperatura de mezcla, estabilidad, flujo, vacíos del ensayo "Marsahall", tiempo de amasado.

Para verificar la calidad de la obra se efectuarán los controles de temperatura de aplicación, espesor de la carpeta, compactación, acabado y juntas.

La frecuencia de estas certificaciones y controles serán determinadas en cada caso por la Supervisión.

## **5.14 DEFENSAS VEHICULARES**

Las defensas vehiculares a colocarse serán del tipo ARMCO ó similar, con las siguientes características :

- 5.14.1 Las defensas serán de planchas de acero de un espesor 2.5 mm, con doble curvatura; tendrá una altura de 30 mm y un ancho de 80 mm.
- 5.14.2 Las planchas de las defensas serán galvanizadas en caliente con un contenido de 550 gr/m<sup>2</sup>; los pernos y tuercas tendrán un tratamiento de galvanizado de 350 gr/m<sup>2</sup>.
- 5.14.3 Las defensas tendrán apoyos cada 3.80 m, y la parte superior estará a 1.20 m sobre el suelo. Los soportes anclarán 60 cm en el suelo, rellenándose con concreto de  $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$  el hueco de 30 x 30 para su montaje.
- 5.14.4 Los huecos para los pernos de  $\phi 5/8"$  de las planchas serán alargados, de manera de permitir movimientos por dilatación.
- 5.14.5 Para asegurar contra robo las defensas se romperá el hilo de los pernos una vez instalados.
- 5.14.6 Los detalles para la construcción de las defensas se indican en los planos del proyecto.

## **5.15 SEÑALIZACION**

### **5.15.1 Señalización lineal continua.**

Que consiste en el pintado de los bordes de la carpeta asfáltica nueva y existente, en todo el tramo en reparación. El ancho de la línea será de 0.10 m.

La pintura a usarse será para tráfico de color blanco y debe aplicarse en un mínimo de 2 manos, con un intervalo de 24 horas entre aplicaciones. Las áreas a pintar deben ser convenientemente limpiadas antes de la aplicación, y se evitará la adhesión de materiales extraños a la pintura fresca

Para asegurar el acabado debe usarse moldes precortados de 0.10 m de ancho efectivo con superficie firme y cortes rectos.

La supervisión deberá verificar y aprobar el acabado del pintado, así como el tipo de pintura a emplear; la calidad de pintura será tipo esmalte. El pago de esta partida será por metro lineal.

### **5.15.2 Pintura lineal discontinua.**

Que corresponde al pintado de la línea intermitente que divide los carriles con líneas de tránsito, a pintarse al centro de la pista. La longitud pintada será de 4.50 m, y la sin pintar de 7.50 m. El ancho de estas líneas serán de 0.1 m.

Las características del pintado de estas líneas será similar al de las líneas continuas, e igualmente su forma de pago.

**5.15.3** En la curva de ingreso a la pista por reparar, inmediatamente después de la bajada de Magdalena, se pintarán dos flechas con pintura esmalte, que indiquen el sentido del tráfico. Las flechas irán una después de la otra alineadas al centro de la pista, y con un espaciamento de 10 m.

Las flechas tendrán un ancho de 20 cm y una longitud de 5 m.

Su pago será por unidad.

## **5.16 SUPERVISION DE LA OBRA**

**5.16.1** INVERMET contará con una supervisión permanente de la obra, para controlar la calidad de los trabajos y avances, así como para solucionar cualquier aspecto técnico relacionado con la misma.

**5.16.2** El contratista dará a la supervisión todas la información y facilidades necesarias para el cumplimiento de sus labores.

**5.16.3** El contratista notificará a la supervisión, oportunamente y por escrito, a través de cuaderno de obra, la necesidad de revisar o modificar cualquier aspecto relativo a los planos del proyecto, especificaciones o procedimientos.

## **5.17 RECEPCION Y LIMPIEZA DE OBRA**

**5.17.1** Terminados los trabajos el contratista pedirá a la supervisión la recepción de la obra, para que esta sea recibida por una comisión ad-hoc.

**5.17.2** Revisada la obra por la comisión de recepción, de presentarse objeciones, éstas serán subsanadas por el contratista en un plazo no mayor a 15 días (1/12 del plazo de obra).

**5.17.3** El Contratista retirará de la obra su campamento, dejando limpio todo terreno usado, y así mismo retirará todo desmonte o material no utilizado en la obra.

## **CAPITULO VI**

### **PROCESO CONSTRUCTIVO**

#### **6.1 HABILITACION DE LA ROCA : CANTERA "SAN JUAN DE LURIGANCHO"**

Las características de la roca se muestran en el Capítulo Tercero y los resultados de los ensayos en el Anexo 1.0.

Posterior al corte en cantera, las rocas son seleccionadas de acuerdo al uso en la escollera, pudiendo ser roca de coraza, roca de base, de filtro y de los rellenos. El seleccionamiento en cancha se realiza cubicando las unidades, teniendo como dato el peso específico ( $2.73 \text{ ton/m}^3$ ) y las relaciones entre sus dimensiones. Así mismo es determinante para el seleccionamiento que las unidades presenten canto vivo, duro, sano, sin exfoliaciones ó daños estructurales.

Se descartan las unidades que quedan fuera de uso para tales fines, pero terminan formando parte de los rellenos para habilitación de las canchas y accesos necesarios para la explotación de este tipo de canteras.

#### **MAQUINARIA - EQUIPO / HERRAMIENTAS**

- Grua de 35 Ton. y 60 Ton.; para el izaje de rocas de coraza y coronación tanto en el seleccionamiento como para el carguío.
- Cargador frontal sobre llantas 125-155 HP ( $3 \text{ Yd}^3$ ); utilizado para el seleccionamiento y carguío de roca de base y coraza.
- Tractor de Oruga 190-240 HP; limpieza de la cancha, acarreo y conformación de rellenos y accesos.
- Jaiva; izaje y carguío de material de filtro.
- Volquete de  $12 \text{ m}^3$ ; transporte del material seleccionado a la obra.
- Herramientas Manuales; como : Barretas, Estrobos, Cables acerados etc.

#### **6.2 ENROCADO: ESCOLLERA MARGINAL**

- Previamente a la construcción el contratista verifica el trazo de la escollera, actividad indispensable debido a la constante variación de la playa y por el posible aumento de daños en el talud y pista, como consecuencia de la acción del mar durante el tiempo transcurrido entre la ejecución del proyecto y la construcción misma.

Se tiene en cuenta para el trazo de la escollera (Planos PT-01 - PT-02), ésta se encuentre lo mas cerca posible al talud, para controlar los excesos de materiales de cantera.

El proceso constructivo de la escollera ha sido dividido en 4 fases que facilitan el avance de obra y contribuyen en la estabilización de la estructura. Este sistema se emplea por cada frente de trabajo.

### **PRIMERA FASE : CIMENTACION**

Esta primera fase que comprende la construcción de la cimentación desde el nivel de fondo (nivel -3.30, tramo crítico; Prog. 0 + 00 - 0 + 450) hasta la proyección de la superficie de playa. Para el tramo mencionado la excavación promedio es de 2.00 m. de profundidad.

Conociendo de la existencia de roca de la escollera anterior, ésta será adherida a la base de la nueva estructura.

El filtro y la roca de base, es construido por volteo directo y acomodado con la ayuda del tractor y/o uso de la Jaiva. Según especificaciones técnicas es válido colocarlo mezclados y simultáneamente, conservando la proporción en volumen de cada uno de los materiales indicado por las dimensiones de las secciones típicas y respetando las inclinaciones y espesores del proyecto.

Las rocas de coraza, se acomoda sobre la capa de roca de base, haciéndolo desde el pie del talud hacia la coronación, respetando el espesor de diseño y las 2 capas que conforman esta parte de la estructura. Esta labor es desarrollada con la ayuda de la grua de 35 Ton. y estrobos para el izaje y acomodo.

El avance de la colocación del filtro mas roca base no se adelanta mas de 5 m. de la construcción de la coraza, para evitar pérdidas excesivas de material por la acción del oleaje y mareas.

Culminando una jornada de labor por frente de trabajo, la construcción de la escollera queda protegida con rocas de coraza al extremo de la misma de esta manera se evita que el material de menor tamaño sea arrastrada por el mar.

### **SEGUNDA FASE : MEDIO CUERPO DE ESCOLLERA**

Esta segunda fase comprende la construcción desde el nivel de playa hasta el nivel + 2.50. Apriori se evacua todo material extraño ó rocas sueltas de pequeñas dimensiones (restos de la escollera anterior), que interfieren con la operación.

Previo al inicio de la colocación de la roca de base mas filtro se verifica el talud y su conformación de acuerdo a lo especificado. La colocación de la mezcla es con autorización de la supervisión, pero respetando las proporciones en volumen de acuerdo al diseño y especificaciones del Proyecto, logrando en consecuencia una

base mas sólida para la coraza. Este trabajo se realiza por volteo en sentido hacia la coronación. Se verifica en todo momento el talud indicado en las secciones típicas y su posición de entrabe natural.

Identicamente a la primera fase el avance de la construcción de la coraza es siguiendo el avance de la capa de roca de base mas filtro en una distancia no mayor de 5m. para protegerla del oleaje.

Las unidades de la coraza son acomodadas en el talud usando la grua de 35 Ton. y estobos para el izaje. En ningun momento son colocadas por caída libre directamente del camión.

Terminada una jornada diaria ó ante cualquier paralización temporal la estructura queda protegida con rocas de coraza al extremo de la misma. De esta manera se evita que el material de menor tamaño sea arrastrado por el mar.

### **TERCERA FASE : CUERPO COMPLETO DE LA ESCOLLERA**

Comprende la construcción desde el nivel + 2.50 hasta el nivel + 5.00, su procedimiento es idéntico a la fase anterior. En esta parte el tractor prepara los accesos para la grua de 35 Ton. y los rellenos en la espalda de la estructura, sobre todo en las zonas socavadas.

Paralelamente a la construcción se van corrigiendo los Taludes ó Plataformas de la escollera que haya sufrido asentamientos por reacomodo ó pérdida de rocas.

### **CUARTA FASE : CORONACION Y RELLENO**

Comprende la construcción de la coronación desde el nivel + 5.00 hasta el nivel + 6.00. Generalmente termina con 2 rocas de 4.5 a 5.5 Ton. en posición de entrabe natural.

Paralelamente a la construcción, se rectifica los taludes o plataformas que hayan sufrido asentamientos ó pérdida de rocas. La labor de izaje y acomodo de las unidades de la coronación se realiza con la grúa de 60 Ton.

La construcción de una escollera marginal en fases permite una estabilidad fisica gradual por peso propio, ya que por su naturaleza de ser una estructura flexible, los asentamientos y reacomodos favorecen la estabilidad.

Los rellenos de las zonas socavadas se efectuan posterior al enrocado total hasta completar las dimensiones especificadas de pista; berma y pendiente del talud.

Los rellenos son construidos en capas de 25cm. con una humedad correspondiente al optimo contenido de humedad. Esta labor es efectuada por una motoniveladora y compactado por un rodillo liso vibratorio de 12 Toneladas.

Donde no se puede usar el equipo normal de compactación, se usa un apisonador mecánico portable y en este caso se compacta en capas no mayores a 15cm. Esta labor se detalla en el capítulo de especificaciones técnicas correspondiente al relleno y compactación.

## **MAQUINARIA - EQUIPO / HERRAMIENTAS**

Para la construcción del enrocado y relleno fue necesario lo siguiente :

- Grua de 35 y 60 Ton.; para izaje y acomodo de rocas de coraza y coronación.
- Jaiva; para colocar el material de filtro en buena mezcla con la roca de base.
- Tractor de Grua 190 - 240 HP; para el acomodo de material mezclado de filtro y roca de base, así como la conformación del talud.
- Volquete de 12 m<sup>3</sup>; transporte de material rocoso.
- Herramientas Manuales; como : Barretas, Estrobos, Cables Acerados, etc.
- Motoniveladora 125 HP; perfilado de rellenos.
- Camión Cisterna 122 HP, 2000 Gal.; transporte y riego de agua para controlar la humedad óptima del relleno.
- Rodillo Liso Vibratorio Autopropulsado 10-12 Ton., 101-135 HP; para la compactación de los rellenos.

En resumen, el enrocado de coronación desde el nivel + 5.00 hasta + 6.00 va desde la progresiva 0 + 050 hasta 1 + 130 que equivale el 72% de escollera marginal, quedando los tramos: Prog. (0 + 00 - 0 + 050) y Prog. (1 + 130 - 1 + 500) con la coraza hasta el nivel + 5.00; como consta en el cuaderno de obra que está firmada por la supervisión.

En el tramo antes mencionado se advierte un mayor RUN UP, razón que influye en el diseño para la sobre elevación (Coronamiento).

- Las secciones típicas de diseño del tramo crítico se detallan en los planos ST-01 y ST-02 . Para los fines de metrados se resume del juego de planos de secciones cada 10m. del archivo de obra.

El volteo de la escollera no fué contemplado en el proyecto, en la progresiva 1 + 500 punto final de la escollera (extremo norte) quedando la misma desprotegida, de acuerdo a consultas realizadas y en vista que el adicional referente al remate de escollera no fuera autorizado por Invermet, la supervisión dispuso que por seguridad de obra se conforma un talud de volteo.

Los trabajos de volteo de la escollera, significa una obra complementaria al proyecto y/o a la asumida contractualmente.



### **6.2.1 METRADO FINAL DEL ENROCADO, POR PARTIDAS**

**A continuación se detalla el metrado final del enrocado con el resumen respectivo por partida para la construcción de la escollera marginal.**

**METRADO FINAL DE BASE - FILTRO HASTA EL NIVEL +5.00**

**OBRA** : Defensa Fibereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
0 + 000	00.00	0.00	0.00	0.00
0 + 010	10.00	7.20	36.00	36.00
0 + 020	10.00	7.70	74.50	110.50
0 + 030	10.00	9.00	83.50	194.00
0 + 040	10.00	9.80	94.00	288.00
0 + 050	10.00	15.50	126.50	414.50
0 + 060	10.00	16.50	160.00	574.50
0 + 070	10.00	22.45	194.75	769.25
0 + 080	10.00	19.40	209.25	978.50
0 + 090	10.00	12.70	160.50	1,139.00
0 + 100	10.00	14.90	138.00	1,277.00
0 + 110	10.00	9.50	122.00	1,399.00
0 + 120	10.00	14.70	121.00	1,520.00
0 + 130	10.00	15.11	149.05	1,669.05
0 + 140	10.00	17.90	165.05	1,834.10
0 + 150	10.00	18.00	179.50	2,013.60
0 + 160	10.00	17.94	179.70	2,193.30
0 + 170	10.00	13.60	157.70	2,351.00
0 + 180	10.00	16.10	148.50	2,499.50
0 + 190	10.00	13.70	149.00	2,648.50
0 + 200	10.00	18.20	159.50	2,808.00
0 + 210	10.00	19.60	189.00	2,997.00
0 + 220	10.00	8.10	138.50	3,135.50
0 + 230	10.00	2.30	52.00	3,187.50
0 + 240	10.00	2.30	23.00	3,210.50
0 + 250	10.00	2.40	23.50	3,234.00
0 + 260	10.00	2.80	26.00	3,260.00
0 + 270	10.00	2.00	24.00	3,284.00
0 + 280	10.00	5.00	35.00	3,319.00
0 + 290	10.00	19.10	120.50	3,439.50
0 + 300	10.00	13.60	163.50	3,603.00
0 + 310	10.00	4.60	91.00	3,694.00
0 + 320	10.00	13.50	90.50	3,784.50
0 + 330	10.00	9.85	116.75	3,901.25
0 + 340	10.00	7.30	85.75	3,987.00
0 + 350	10.00	12.90	101.00	4,088.00

**METRADO FINAL DE BASE - FILTRO HASTA EL NIVEL +5.00**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
0 + 360	10.00	16.20	145.50	4,233.50
0 + 370	10.00	17.51	168.55	4,402.05
0 + 380	10.00	12.70	151.05	4,553.10
0 + 390	10.00	15.25	139.75	4,692.85
0 + 400	10.00	15.90	155.75	4,848.60
0 + 410	10.00	18.95	174.25	5,022.85
0 + 420	10.00	17.25	181.00	5,203.85
0 + 430	10.00	5.90	115.75	5,319.60
0 + 440	10.00	7.15	65.25	5,384.85
0 + 450	10.00	6.65	69.00	5,453.85
0 + 460	10.00	4.65	56.50	5,510.35
0 + 470	10.00	2.15	34.00	5,544.35
0 + 480	10.00	9.45	58.00	5,602.35
0 + 490	10.00	9.05	92.50	5,694.85
0 + 500	10.00	21.47	152.60	5,847.45
0 + 510	10.00	15.40	184.35	6,031.80
0 + 520	10.00	15.25	153.25	6,185.05
0 + 530	10.00	13.00	141.25	6,326.30
0 + 540	10.00	14.33	136.65	6,462.95
0 + 550	10.00	16.13	152.30	6,615.25
0 + 560	10.00	17.50	168.15	6,783.40
0 + 570	10.00	15.56	165.30	6,948.70
0 + 580	10.00	18.79	171.75	7,120.45
0 + 590	10.00	14.10	164.45	7,284.90
0 + 600	10.00	14.65	143.75	7,428.65
0 + 610	10.00	13.80	142.25	7,570.90
0 + 620	10.00	9.10	114.50	7,685.40
0 + 630	10.00	5.50	73.00	7,758.40
0 + 640	10.00	4.70	51.00	7,809.40
0 + 650	10.00	2.05	33.75	7,843.15
0 + 660	10.00	3.50	27.75	7,870.90
0 + 670	10.00	6.35	49.25	7,920.15
0 + 680	10.00	12.70	95.25	8,015.40
0 + 690	10.00	16.34	145.20	8,160.60
0 + 700	10.00	15.25	157.95	8,318.55
0 + 710	10.00	19.00	171.25	8,489.80

**METRADO FINAL DE BASE - FILTRO HASTA EL NIVEL +5.00**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
0 + 720	10.00	17.15	180.75	8,670.55
0 + 730	10.00	18.20	176.75	8,847.30
0 + 740	10.00	16.00	171.00	9,018.30
0 + 750	10.00	18.15	170.75	9,189.05
0 + 760	10.00	26.10	221.25	9,410.30
0 + 770	10.00	13.70	199.00	9,609.30
0 + 780	10.00	13.55	136.25	9,745.55
0 + 790	10.00	14.30	139.25	9,884.80
0 + 800	10.00	10.90	126.00	10,010.80
0 + 810	10.00	5.90	84.00	10,094.80
0 + 820	10.00	5.02	54.60	10,149.40
0 + 830	10.00	4.34	46.80	10,196.20
0 + 840	10.00	5.89	51.15	10,247.35
0 + 850	10.00	5.66	57.75	10,305.10
0 + 860	10.00	8.82	72.40	10,377.50
0 + 870	10.00	7.40	81.10	10,458.60
0 + 880	10.00	6.50	69.50	10,528.10
0 + 890	10.00	9.50	80.00	10,608.10
0 + 900	10.00	10.00	97.50	10,705.60
0 + 910	10.00	5.90	79.50	10,785.10
0 + 920	10.00	5.00	54.50	10,839.60
0 + 930	10.00	13.50	92.50	10,932.10
0 + 940	10.00	8.70	111.00	11,043.10
0 + 950	10.00	6.10	74.00	11,117.10
0 + 960	10.00	5.95	60.25	11,177.35
0 + 970	10.00	10.90	84.25	11,261.60
0 + 980	10.00	17.60	142.50	11,404.10
0 + 990	10.00	21.85	197.25	11,601.35
1 + 000	10.00	18.80	203.25	11,804.60
1 + 010	10.00	13.60	162.00	11,966.60
1 + 020	10.00	16.80	152.00	12,118.60
1 + 030	10.00	15.30	160.50	12,279.10
1 + 040	10.00	10.60	129.50	12,408.60
1 + 050	10.00	12.10	113.50	12,522.10
1 + 060	10.00	17.13	146.15	12,668.25
1 + 070	10.00	13.63	153.80	12,822.05

**METRADO FINAL DE BASE - FILTRO HASTA EL NIVEL +5.00**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
1 + 080	10.00	9.93	117.80	12,939.85
1 + 090	10.00	8.83	70.40	13,010.25
1 + 100	10.00	4.15	35.75	13,046.00
1 + 110	10.00	3.00	78.00	13,124.00
1 + 120	10.00	12.60	63.00	13,187.00
1 + 130	10.00	0.00	11.00	13,198.00
1 + 140	10.00	2.20	52.00	13,250.00
1 + 150	10.00	8.20	81.50	13,331.50
1 + 160	10.00	8.10	73.00	13,404.50
1 + 170	10.00	6.50	115.50	13,520.00
1 + 180	10.00	16.60	162.50	13,682.50
1 + 190	10.00	15.90	155.00	13,837.50
1 + 200	10.00	15.10	155.50	13,993.00
1 + 210	10.00	16.00	156.50	14,149.50
1 + 220	10.00	15.30	145.00	14,294.50
1 + 230	10.00	13.70	124.00	14,418.50
1 + 240	10.00	11.10	119.50	14,538.00
1 + 250	10.00	12.80	136.00	14,674.00
1 + 260	10.00	14.40	145.00	14,819.00
1 + 270	10.00	14.60	149.50	14,968.50
1 + 280	10.00	15.30	147.00	15,115.50
1 + 290	10.00	14.10	157.50	15,273.00
1 + 300	10.00	17.40	178.00	15,451.00
1 + 310	10.00	18.20	183.00	15,634.00
1 + 320	10.00	18.40	183.00	15,817.00
1 + 330	10.00	18.20	186.75	16,003.75
1 + 340	10.00	19.15	190.00	16,193.75
1 + 350	10.00	18.85	180.25	16,374.00
1 + 360	10.00	17.20	170.50	16,544.50
1 + 370	10.00	16.90	174.50	16,719.00
1 + 380	10.00	18.00	176.50	16,895.50
1 + 390	10.00	17.30	176.00	17,071.50
1 + 400	10.00	17.90	183.50	17,255.00
1 + 410	10.00	18.80	192.00	17,447.00
1 + 420	10.00	19.60	190.00	17,637.00
1 + 430	10.00	18.40	186.50	17,823.50

**METRADO FINAL DE BASE - FILTRO HASTA EL NIVEL +5.00**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
1 + 440	10.00	18.90	191.00	18,014.50
1 + 450	10.00	19.30	190.00	18,204.50
1 + 460	10.00	18.70	125.50	18,330.00
1 + 470	10.00	6.40	65.65	18,395.65
1 + 480	10.00	6.73	135.75	18,531.40
1 + 490	10.00	20.42	160.30	18,691.70
1 + 500	10.00	11.64	58.20	18,749.90

**METRADO FINAL DE CORAZA Y CORONAMIENTO**

OBRA : Defensa Flibereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : 13/07/85

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES		
		AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	PARCIAL (m3)	ACUMULADO (m3)	
0 + 000	00.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0 + 010	10.00	25.45	127.25	127.25	0.00	0.00	0.00	127.25	127.25	
0 + 020	10.00	39.22	323.35	450.60	0.00	0.00	0.00	323.35	450.60	
0 + 030	10.00	37.46	363.40	634.00	0.00	0.00	0.00	363.40	634.00	
0 + 040	10.00	34.44	359.50	1,163.50	0.00	0.00	0.00	359.50	1,163.50	
0 + 050	10.00	42.50	384.70	1,578.20	2.25	0.00	0.00	384.70	1,578.20	
0 + 060	10.00	31.86	371.80	1,950.00	2.25	22.50	22.50	394.30	1,972.50	
0 + 070	10.00	41.19	365.25	2,315.25	2.25	22.50	45.00	387.75	2,360.25	
0 + 080	10.00	42.29	417.40	2,732.65	2.25	22.50	67.50	439.90	2,600.15	
0 + 090	10.00	40.84	415.65	3,148.30	2.25	22.50	90.00	498.15	3,298.30	
0 + 100	10.00	38.22	395.30	3,543.60	2.25	22.50	112.50	417.60	3,656.10	
0 + 110	10.00	20.45	283.35	3,636.95	2.25	22.50	135.00	315.85	3,971.95	
0 + 120	10.00	28.73	245.80	4,082.65	2.25	22.50	157.50	268.40	4,240.35	
0 + 130	10.00	32.00	303.65	4,386.50	2.25	22.50	180.00	326.15	4,566.50	
0 + 140	10.00	36.80	344.50	4,731.00	2.25	22.50	202.50	367.00	4,933.50	
0 + 150	10.00	30.04	334.70	5,065.70	2.25	22.50	225.00	357.20	5,290.70	
0 + 160	10.00	31.59	308.15	5,373.85	2.25	22.50	247.50	330.65	5,621.35	
0 + 170	10.00	31.00	312.85	5,686.60	2.25	22.50	270.00	335.45	5,956.60	
0 + 180	10.00	27.29	291.45	5,978.25	2.25	22.50	292.50	313.95	6,270.75	
0 + 190	10.00	28.88	260.85	6,259.10	2.25	22.50	315.00	303.35	6,574.10	
0 + 200	10.00	29.35	291.15	6,550.25	2.25	22.50	337.50	313.65	6,867.75	

**METRADO FINAL DE CORAZA Y CORONAMIENTO**

OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES	
		AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	PARCIAL (m3)	ACUMULADO (m3)
0 + 210	10.00	36.52	328.35	6,979.60	2.25	22.50	360.00	351.65	7,239.60
0 + 220	10.00	32.00	342.60	7,222.20	2.25	22.50	382.50	365.10	7,604.70
0 + 230	10.00	23.68	279.40	7,501.60	2.25	22.50	405.00	301.90	7,906.60
0 + 240	10.00	23.28	235.90	7,737.40	2.25	22.50	427.50	258.30	8,164.80
0 + 250	10.00	29.38	263.30	8,000.70	2.25	22.50	450.00	285.80	8,450.70
0 + 260	10.00	17.03	232.05	8,232.75	2.25	22.50	472.50	254.55	8,705.25
0 + 270	10.00	21.65	194.40	8,427.15	2.25	22.50	495.00	216.90	8,922.15
0 + 280	10.00	20.80	213.25	8,640.40	2.25	22.50	517.50	295.75	9,157.90
0 + 290	10.00	29.50	251.50	8,891.90	2.25	22.50	540.00	274.00	9,431.90
0 + 300	10.00	29.30	294.00	9,185.90	2.25	22.50	562.50	316.50	9,748.40
0 + 310	10.00	25.38	273.40	9,459.30	2.25	22.50	585.00	295.90	10,044.30
0 + 320	10.00	29.50	274.40	9,733.70	2.25	22.50	607.50	296.90	10,341.20
0 + 330	10.00	28.51	290.05	10,023.75	2.25	22.50	630.00	312.55	10,653.75
0 + 340	10.00	28.50	285.05	10,308.80	2.25	22.50	652.50	307.55	10,961.30
0 + 350	10.00	34.90	317.00	10,625.80	2.25	22.50	675.00	339.50	11,300.80
0 + 360	10.00	35.85	353.75	10,979.55	2.25	22.50	697.50	376.25	11,677.05
0 + 370	10.00	29.50	326.75	11,306.30	2.25	22.50	720.00	349.25	12,026.30
0 + 380	10.00	31.75	306.25	11,612.55	2.25	22.50	742.50	328.75	12,355.05
0 + 390	10.00	35.50	336.25	11,948.80	2.25	22.50	765.00	358.75	12,713.80
0 + 400	10.00	34.74	351.20	12,300.00	2.25	22.50	787.50	373.70	13,087.50
0 + 410	10.00	43.20	369.70	12,669.70	2.25	22.50	810.00	412.20	13,498.70



OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : 13/07/85

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES	
		AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	PARCIAL (m3)	ACUMULADO (m3)
0 + 420	10.00	44.47	438.35	13,128.05	2.25	22.50	832.50	460.85	13,960.55
0 + 430	10.00	27.60	360.35	13,488.40	2.25	22.50	855.00	382.85	14,343.40
0 + 440	10.00	27.98	277.90	13,766.30	2.25	22.50	877.50	300.40	14,643.80
0 + 450	10.00	35.55	317.65	14,083.85	2.25	22.50	900.00	340.15	14,983.95
0 + 460	10.00	26.65	311.00	14,394.85	2.25	22.50	922.50	333.50	15,317.45
0 + 470	10.00	24.47	255.60	14,650.55	2.25	22.50	945.00	278.10	15,595.55
0 + 480	10.00	30.12	272.95	14,923.50	2.25	22.50	967.50	295.45	15,891.00
0 + 490	10.00	28.41	292.65	15,216.15	2.25	22.50	990.00	315.15	16,206.15
0 + 500	10.00	29.45	289.30	15,505.45	2.25	22.50	1,012.50	311.80	16,517.95
0 + 510	10.00	29.45	294.50	15,799.85	2.25	22.50	1,035.00	317.00	16,834.85
0 + 520	10.00	29.45	294.50	16,094.45	2.25	22.50	1,057.50	317.00	17,151.95
0 + 530	10.00	29.01	292.30	16,386.75	2.25	22.50	1,080.00	314.80	17,466.75
0 + 540	10.00	28.50	287.55	16,674.30	2.25	22.50	1,102.50	310.05	17,776.80
0 + 550	10.00	29.07	287.85	16,962.15	2.25	22.50	1,125.00	310.35	18,087.15
0 + 560	10.00	29.50	292.85	17,255.00	2.25	22.50	1,147.50	315.35	18,402.50
0 + 570	10.00	29.30	294.00	17,549.00	2.25	22.50	1,170.00	316.50	18,719.00
0 + 580	10.00	29.50	294.00	17,843.00	2.25	22.50	1,192.50	316.50	19,035.50
0 + 590	10.00	29.30	294.00	18,137.00	2.25	22.50	1,215.00	316.50	19,352.00
0 + 600	10.00	29.30	293.00	18,430.00	2.25	22.50	1,237.50	315.50	19,667.50
0 + 610	10.00	29.30	293.00	18,723.00	2.25	22.50	1,260.00	315.50	19,983.00
0 + 620	10.00	28.60	289.50	19,012.50	2.25	22.50	1,282.50	312.00	20,295.00

**METRADO FINAL DE CORAZA Y CORONAMIENTO**

OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde  
FECHA : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES	
		AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	PARCIAL (m3)	ACUMULADO (m3)
0 + 630	10.00	22.30	254.50	19,267.00	2.25	22.50	1,305.00	277.00	20,572.00
0 + 640	10.00	25.50	239.00	19,506.00	2.25	22.50	1,327.50	261.50	20,833.50
0 + 650	10.00	18.77	221.35	19,727.35	2.25	22.50	1,350.00	243.85	21,077.35
0 + 660	10.00	9.22	139.95	19,867.30	2.25	22.50	1,372.50	162.45	21,239.80
0 + 670	10.00	22.12	156.70	20,024.00	2.25	22.50	1,395.00	179.20	21,419.00
0 + 680	10.00	29.50	258.10	20,282.10	2.25	22.50	1,417.50	280.60	21,699.60
0 + 690	10.00	26.67	280.65	20,562.95	2.25	22.50	1,440.00	303.35	22,002.95
0 + 700	10.00	25.43	260.50	20,823.45	2.25	22.50	1,462.50	283.00	22,285.95
0 + 710	10.00	29.50	274.65	21,098.10	2.25	22.50	1,485.00	297.15	22,583.10
0 + 720	10.00	29.50	295.00	21,393.10	2.25	22.50	1,507.50	317.50	22,900.60
0 + 730	10.00	29.50	295.00	21,688.10	2.25	22.50	1,530.00	317.50	23,218.10
0 + 740	10.00	28.00	287.50	21,975.60	2.25	22.50	1,552.50	310.00	23,528.10
0 + 750	10.00	29.50	287.50	22,263.10	2.25	22.50	1,575.00	310.00	23,838.10
0 + 760	10.00	29.50	295.00	22,558.10	2.25	22.50	1,597.50	317.50	24,155.60
0 + 770	10.00	28.10	288.00	22,846.10	2.25	22.50	1,620.00	310.50	24,468.10
0 + 780	10.00	28.30	282.00	23,128.10	2.25	22.50	1,642.50	304.50	24,770.60
0 + 790	10.00	27.90	281.00	23,409.10	2.25	22.50	1,665.00	303.50	25,074.10
0 + 800	10.00	29.00	284.50	23,693.60	2.25	22.50	1,687.50	307.00	25,381.10
0 + 810	10.00	28.45	287.25	23,980.85	2.25	22.50	1,710.00	309.75	25,690.65
0 + 820	10.00	25.58	270.15	24,251.00	2.25	22.50	1,732.50	292.65	25,983.50
0 + 830	10.00	23.75	246.65	24,497.65	2.25	22.50	1,755.00	269.15	26,252.65

**METRADO FINAL DE CORAZA Y CORONAMIENTO**

OBRA : Defensa Fibreña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES	
		AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	PARCIAL (m3)	ACUMULADO (m3)
0 + 840	10.00	26.86	253.05	24,750.70	2.25	22.50	1,777.50	275.55	26,528.20
0 + 850	10.00	28.50	276.80	25,027.50	2.25	22.50	1,800.00	289.30	26,827.50
0 + 860	10.00	27.62	280.60	25,308.10	2.25	22.50	1,822.50	303.10	27,130.60
0 + 870	10.00	27.65	276.35	25,584.45	2.25	22.50	1,845.00	288.65	27,429.45
0 + 880	10.00	27.40	275.25	25,859.70	2.25	22.50	1,867.50	297.75	27,727.20
0 + 890	10.00	27.04	272.20	26,131.90	2.25	22.50	1,890.00	294.70	28,021.90
0 + 900	10.00	28.36	277.00	26,408.90	2.25	22.50	1,912.50	289.50	28,321.40
0 + 910	10.00	27.70	280.30	26,689.20	2.25	22.50	1,935.00	302.80	28,624.20
0 + 920	10.00	20.84	242.70	26,931.90	2.25	22.50	1,957.50	265.20	28,889.40
0 + 930	10.00	28.66	247.50	27,179.40	2.25	22.50	1,980.00	270.00	29,159.40
0 + 940	10.00	29.05	288.55	27,467.95	2.25	22.50	2,002.50	311.05	29,470.45
0 + 950	10.00	25.32	271.85	27,739.80	2.25	22.50	2,025.00	294.35	29,764.80
0 + 960	10.00	25.10	252.10	27,991.90	2.25	22.50	2,047.50	274.60	30,039.40
0 + 970	10.00	29.00	270.50	28,262.40	2.25	22.50	2,070.00	283.00	30,332.40
0 + 980	10.00	29.50	292.50	28,554.90	2.25	22.50	2,092.50	315.00	30,647.40
0 + 990	10.00	29.50	285.00	28,849.90	2.25	22.50	2,115.00	317.50	30,964.90
1 + 000	10.00	28.75	281.25	29,141.15	2.25	22.50	2,137.50	313.75	31,278.65
1 + 010	10.00	24.80	268.25	29,409.40	2.25	22.50	2,160.00	280.75	31,568.40
1 + 020	10.00	26.89	258.95	29,668.35	2.25	22.50	2,182.50	281.45	31,850.85
1 + 030	10.00	25.42	261.55	29,929.90	2.25	22.50	2,205.00	284.05	32,134.90
1 + 040	10.00	21.97	236.95	30,166.85	2.25	22.50	2,227.50	259.45	32,394.35

**METRADO FINAL DE CORAZAY CORONAMIENTO**

**OBRA** : Defensa Fliberaria y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (ml)	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES	
		AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	PARCIAL (m3)	ACUMULADO (m3)
1 + 050	10.00	27.70	248.35	30,415.20	2.25	22.50	2,250.00	270.85	32,665.20
1 + 060	10.00	22.30	250.00	30,665.20	2.25	22.50	2,272.50	272.50	32,937.70
1 + 070	10.00	24.60	234.50	30,899.70	2.25	22.50	2,295.00	257.00	33,194.70
1 + 080	10.00	24.70	246.50	31,146.20	2.25	22.50	2,317.50	269.00	33,463.70
1 + 090	10.00	25.38	250.40	31,396.60	2.25	22.50	2,340.00	272.90	33,736.60
1 + 100	10.00	25.90	256.40	31,653.00	2.25	22.50	2,362.50	278.90	34,015.50
1 + 110	10.00	26.48	261.90	31,914.90	2.25	22.50	2,385.00	284.40	34,299.90
1 + 120	10.00	29.50	279.90	32,194.80	2.25	22.50	2,407.50	302.40	34,602.30
1 + 130	10.00	4.30	169.00	32,363.80	2.25	22.50	2,430.00	191.50	34,793.80
1 + 140	10.00	4.17	42.35	32,406.15	0.00	0.00	2,430.00	42.35	34,836.15
1 + 150	10.00	22.57	133.70	32,539.85	0.00	0.00	2,430.00	133.70	34,969.85
1 + 160	10.00	29.50	260.35	32,800.20	0.00	0.00	2,430.00	260.35	35,230.20
1 + 170	10.00	28.06	267.80	33,068.00	0.00	0.00	2,430.00	267.80	35,518.00
1 + 180	10.00	29.00	285.90	33,373.30	0.00	0.00	2,430.00	285.30	35,803.30
1 + 190	10.00	29.20	291.00	33,664.30	0.00	0.00	2,430.00	291.00	36,094.30
1 + 200	10.00	28.72	289.60	33,953.90	0.00	0.00	2,430.00	289.60	36,383.90
1 + 210	10.00	29.30	290.10	34,244.00	0.00	0.00	2,430.00	290.10	36,674.00
1 + 220	10.00	29.50	294.00	34,538.00	0.00	0.00	2,430.00	294.00	36,968.00
1 + 230	10.00	29.30	294.00	34,832.00	0.00	0.00	2,430.00	294.00	37,262.00
1 + 240	10.00	29.50	294.00	35,126.00	0.00	0.00	2,430.00	294.00	37,556.00
1 + 250	10.00	29.50	295.00	35,421.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	37,851.00

**METRADO FINAL DE CORAZA Y CORONAMIENTO**

OBRA : Defensa Riberena y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : /3/07/95

PROGRESIVA	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES		
	DISTANCIA (ml)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	AREA (m2)	VOL.PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)	PARCIAL (m3)	ACUMULADO (m3)
1 + 260	10.00	29.50	295.00	35,716.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	38,146.00
1 + 270	10.00	29.50	295.00	36,011.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	38,441.00
1 + 280	10.00	29.50	295.00	36,306.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	38,736.00
1 + 290	10.00	29.50	295.00	36,601.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	39,031.00
1 + 300	10.00	29.50	295.00	36,896.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	39,326.00
1 + 310	10.00	29.50	295.00	37,191.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	39,621.00
1 + 320	10.00	29.50	295.00	37,486.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	39,916.00
1 + 330	10.00	29.50	295.00	37,781.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	40,211.00
1 + 340	10.00	29.50	295.00	38,076.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	40,506.00
1 + 350	10.00	29.50	295.00	38,371.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	40,801.00
1 + 360	10.00	29.50	295.00	38,666.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	41,096.00
1 + 370	10.00	29.50	295.00	38,961.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	41,391.00
1 + 380	10.00	29.50	295.00	39,256.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	41,686.00
1 + 390	10.00	29.50	295.00	39,551.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	41,981.00
1 + 400	10.00	29.50	295.00	39,846.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	42,276.00
1 + 410	10.00	29.50	295.00	40,141.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	42,571.00
1 + 420	10.00	29.50	295.00	40,436.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	42,866.00
1 + 430	10.00	29.50	295.00	40,731.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	43,161.00
1 + 440	10.00	29.50	295.00	41,026.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	43,456.00
1 + 450	10.00	29.50	295.00	41,321.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	43,751.00
1 + 460	10.00	29.50	295.00	41,616.00	0.00	0.00	2,430.00	295.00	44,046.00

**METRADO FINAL DE CORAZA Y CORONAMIENTO**

**OBRA** : Defensa Riberena y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 13/07/95

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	SECCION TIPICA HASTA NIVEL +5.0			SECCION TIPICA NIVEL +5.0/+6.0			VOLUMENES TOTALES	
		AREA (m <sup>2</sup> )	VOL.PAR. (m <sup>3</sup> )	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> )	AREA (m <sup>2</sup> )	VOL.PAR. (m <sup>3</sup> )	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> )	PARCIAL (m <sup>3</sup> )	ACUMULADO (m <sup>3</sup> )
1 + 470	10.00	26.60	281.50	41,667.50	0.00	0.00	2,430.00	281.50	44,327.50
1 + 480	10.00	27.72	272.60	42,170.10	0.00	0.00	2,430.00	272.60	44,600.10
1 + 490	10.00	29.50	286.10	42,456.20	0.00	0.00	2,430.00	286.10	44,886.20
1 + 500	10.00	29.50	285.00	42,751.20	0.00	0.00	2,430.00	285.00	45,181.20

**METRADO ADICIONAL DE CORAZA Y CORONAMIENTO  
POR VOLTEO DE ESCOLLERA**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde  
**FECHA** : 13/07/95

<b>PROGRESIVA</b>	<b>DISTANCIA (ml)</b>	<b>AREA (m2)</b>	<b>VOL.PAR. (m3)</b>
<b>1 + 500</b>	<b>00.00</b>	<b>29.50</b>	<b>0.00</b>
<b>1 + 510</b>	<b>10.00</b>	<b>17.50</b>	<b>235.00</b>

**RESUMEN DE METRADOS: ESCOLLERA MARGINAL**

- 1. BASE + FILTRO (según especificaciones) : 18,749.90 m3
- 2. CORAZA Y CORONAMIENTO : 45,416.20 m3
  - METRADO DE SECCION TIPICA : 42,751.20 m3  
Escollera hasta el nivel +5.00  
(0+000 - 1+500)
  - METRADO DE SOBRE ELEVACION 2,430.00 m3  
Coronación nivel +5.00 - nivel +6.00  
(0+050 - 1+130)
  - METRADO POR TALUD DE VOLTEO 235.00 m3  
Progresiva 1+500

### **6.3. REHABILITACION DE LA CARPETA ASFALTICA Y BERMA EXTERIOR**

Como última etapa en el proceso constructivo de este proyecto es la rehabilitación de la carpeta asfáltica, berma exterior y defensa vehicular. Si revisamos el capítulo I, podemos apreciar la magnitud de socavación del talud y los asentamientos de la plataforma vial carril izquierdo (De sur a norte.), en ese sentido las partidas para esta etapa son consideradas como sigue:

#### **6.3.1 Remoción y Eliminación de la carpeta asfáltica existente : (e = 2")**

- La vía se presenta por tramos con asentamientos, ahuellamientos, contaminación y desgaste superficial. También se advierte la presencia de rajaduras longitudinales y deterioros a consecuencia del uso de la pista como botadero de basura y todo tipo de desmonte.

En coordinación con Invermet se aprobó la remoción y eliminación de la carpeta solamente en los tramos deteriorados y así mismo el parchado en los puntos con ahuellamientos, manteniéndose los tramos que se encuentran en buen estado. Apriori se había propuesto a Invermet levantar todo el carril para garantizar un trabajo uniforme y estructuralmente sólido , pero no fué aceptado.

Este trabajo consiste en el escarificado del pavimento existente en las áreas por reconstruir, sin alterar en lo posible la sub-rasante, de modo que permita la conformación de la estructura del pavimento de acuerdo a lo indicado en los planos.

El escarificado se realiza empleando las uñas del escarificador de la motoniveladora, comprometiendo solo el espesor del pavimento sin alterar en lo posible la antigua capa de sub-base ó sub-rasante. El material de mezcla asfáltica es retirado tan pronto se efectúe la escarificación. Para la eliminación se cuenta con el apoyo de un cargador frontal y un volquete.

Para los parchados en puntos con ahuellamientos. La remoción y refine de la carpeta existente se realiza con herramientas manuales.

#### **MAQUINARIA - EQUIPO / HERRAMIENTAS**

- Motoniveladora de 125 HP; para la remoción de la carpeta deteriorada.
- Cargador Frontal 160 - 195 HP; para el carguío al volquete del material removido.
- Camión Volquete de 12m<sup>3</sup>; para el transporte del material por eliminar.
- Herramientas Manuales; Pico, Pala, Barreta, etc.



### **6.3.2 PERFILADO Y COMPACTACION DE BASE :**

Efectuada la remoción de la carpeta asfáltica se produce una desnivelación y soltura de la base ocasionado por el escarificado, presentando además ondulaciones en la superficie; lo cual hace necesario efectuar una nivelación Topográfica y en función a ello se procede al perfilado y compactación de base.

El material de base ha utilizarse para el perfilado y en la reconstrucción total de los tramos socavados, es un material selecto de buena granulometría y provisto de suficiente cantidad de vacíos. Para garantizar su resistencia, estabilidad y capacidad de drenaje.

Las condiciones físicas y mecánicas como : C.B.R., límite líquido, índice de plasticidad, equivalente de arena y desgaste de abrasión superan las cantidades mínimas especificadas.

El material de cantera seleccionado es extendido sobre la subrasante y en un volumen apropiado para que una vez compactado alcance el espesor indicado. Esta labor es efectuada con una motoniveladora y en zonas Inaccesibles para la máquina se realiza con herramientas manuales.

El espesor de la base por perfilar varia de 20 a 25cm; según lo existente y por colocarse entre la subrasante y la carpeta asfáltica.

Una vez que el material es extendido se procede a su riego y batido utilizando repetidamente y en ese orden, un camión cisterna provisto de un dispositivo de riego uniforme y una motoniveladora. La operación es continua hasta lograr una mezcla homogénea de humedad uniforme lo más cercano posible al óptimo contenido de humedad. Inmediatamente se procede al extendido y explanado, hasta conformar la superficie que una vez compactada alcance al espesor del proyecto.

Para la compactación se usa un rodillo liso vibratoria de 12 Ton. terminando con un rodillo neumático de ruedas oscilantes (Opcionalmente, para lograr 100 % máx. densidad seca).

Se empieza de los bordes hacia el centro de la vía con pasadas paralelas a su eje, en número suficiente para asegurar la densidad de campo de control. Para los pequeños tramos y parchados se usa la plancha vibratoria hasta alcanzar los niveles de densificación requeridos.

Para verificar la compactación se utiliza la norma de densidad de campo (ASTM - D - 1556). Este ensayo se realiza cada 200 m<sup>2</sup> de superficie compactada, en puntos dispuestos en tresbolillo.

## **MAQUINARIA - EQUIPO / HERRAMIENTAS**

- Motoniveladora 125 HP; para el extendido y batido del material de base.
- Rodillo Liso vibratorio autopropulsado 12 Ton. - 101 HP; compactación de la base.
- Camión Cisterna 4 x 2 (Agua), 122 HP - 2,000 Gal.; para riego del material seleccionado de base.
- Herramientas Manuales : Pico y Pala.

### **6.3.3 IMPRIMACION ASFALTICA**

Es una de las partidas de mayores metrados y específicamente se refiere a la aplicación mediante riego, de asfalto líquido sobre la superficie de base y para el tratamiento primario de las superficies destinadas a Bermas

El imprimado se efectúa sobre la superficie libre de partículas y de suelo suelto. Para la limpieza se emplea un ventilador de aire mecánico (aire comprimido).

La cantidad y calidad de imprimante es la necesaria para lograr :

- Impermeabilizar la superficie de base
- Recubrir y unir las partículas sueltas
- Mantener la compactación de la base
- Propiciar la adherencia entre la base y la carpeta asfáltica

El material bituminoso es aplicado a presión para garantizar un esparcido uniforme y continuo, para ello se utiliza un distribuidor autopropulsado y una unidad calentadora.

La capa de imprimación es aplicado solamente cuando la temperatura atmosférica está por encima de los 15° C, la superficie está completamente seca y las condiciones climatológicas son favorables.

El material es aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificado. En general este régimen está comprendido entre los 80° C y 100° C. Una penetración mínima de 5 mm. en la base granular es indicativo de su adecuada penetración.

Al aplicar el riego de imprimación, el distribuidor es conducido a lo largo de un borde explícitamente marcado para mantener una línea recta de aplicación.

Las áreas que no reciben el tratamiento, son inmediatamente imprimadas usando una manguera esparcidora, conectada al distribuidor. Inmediatamente después de la aplicación, esta es protegida por avisos y barricadas que impiden el tránsito durante el período de curado mínimo

de 24 horas. Cualquier exceso de material bituminoso es retirado usando arena.

Cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículo ó por otra causa es reparada antes de que sea colocada la carpeta asfáltica.

### **MAQUINARIA - EQUIPO / HERRAMIENTA**

- Barredora mecánica 10 HP; para el soplado de polvo y partículas sueltas.
- Camión imprimador 6x2, 178 HP; unidad autopropulsada para el imprimado de la superficie.
- Herramientas manuales; lampa, escoba de goma, etc.

#### **6.3.4 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE :**

Es otra de las partidas de mayor metrado en la etapa de rehabilitación vial y refiere a la aplicación de una capa de mezcla asfáltica construida sobre la superficie de base imprimada.

Apriori a la colocación de la carpeta se procede a la nivelación longitudinal y transversal para empalmar la base granular y la capa de rodadura existente para definir la rasante.

La mezcla asfáltica se coloca sobre la base seca; la temperatura ambiente es superior a los 15° C, el tiempo sin nubes, ni lluvias y la base preparada presenta buenas condiciones.

El abastecimiento de mezcla asfáltica es permanente hasta cubrir la jornada. La temperatura de colocación es de 120° C, como mínimo. La capa de rodadura en construcción es una reproducción de la existente (se mantiene el mismo diseño de pavimento), y regido por las especificaciones técnicas antes mencionadas.

Los camiones que transportan la mezcla bituminosa a la obra cuentan con Tolvas herméticas de metal, limpias y lisas; las mismas que han sido cubiertas con lona de tamaño suficiente para protegerla contra las inclemencias del tiempo.

El equipo para la distribución y terminación se compone de una pavimentadora mecánica automática autopropulsada, capaz de distribuir la mezcla de acuerdo con los alineamientos pendientes y perfil tipo de obra exigidos. Este equipo está provisto de un embudo y tornillos de distribución de las enrasadoras ajustables. Así mismo emplea dispositivos mecánicos tales como brazos de emparejamiento, para mantener la

**exactitud de las pendientes y confirmar los borde del pavimento dentro de sus lineas, sin uso de moldes laterales.**

**En los casos de bache pronunciado dado el empalme y geometría se está procediendo a distribuir la mezcla asfáltica por medios manuales (reglado).**

**Inmediatamente después que la mezcla ha sido repartida y emparejada, la superficie es verificada, nivelando todas las irregularidades, se compacta de manera uniforme con un rodillo liso de 3 ruedas. Este es un trabajo inicial de compactación, siguiendo al distribuidor de material y cuyo peso es tal que no produce hundimiento ó desplazamiento de la mezcla.**

**Posterior a la compactación inicial, se procede a la compactación mediante el uso de un rodillo neumático autopropulsado. El número de pasadas es tal que garantiza el 95% más de la densidad lograda en el laboratorio. Las juntas de construcción son perpendiculares al eje de la vía y tienen el borde vertical. La unión de la capa nueva con una ya compactada, se realiza previa impregnación de la junta con asfalto líquido.**

**Para evitar la adhesión de la mezcla a las ruedas del rodillo liso, estas se mantienen húmedas, pero no se permite exceso de agua.**

**Los bordes del pavimento son rectilíneas y coincidentes con el trazado. Todo exceso de material es recortado después de la compactación final y eliminado posteriormente. Ver Fotos.**

**La partida de asfaltado ha sido entregado por sub-contrato lo que nos permite responsabilizar a la sub-contratista, los controles de calidad de los componentes de la mezcla asi como la mezcla misma, para lo cual estan obligadas a entregar a los responsables los respectivos certificados que aseguren las características del producto.**

**La empresa responsable de la obra verifica la calidad del acabado, efectúa los controles de temperatura de aplicación, espesor de la carpeta, compactación y juntas.**

## **MAQUINARIAS - EQUIPO / HERRAMIENTAS**

**- Pavimentadora autopropulsada; distribución y terminación de la mezcla asfáltica.**

**- Rodillo liso de 03 ruedas, 12 Ton. - 94 HP; compactación inicial de la capa de rodadura.**

**- Rodillo neumático - autopropulsado 20 Ton. 81 HP; compactación final hasta asegurar el 95% ó más de la densidad de laboratorio.**

- Plancha vibratoria; compactación de los parchados por ahuellamiento.
- Unidades de transporte de mezcla asfáltica 12m<sup>3</sup>; transporte a la obra.
- Herramientas manuales: Pico, Pala, Regla, Pisones manuales; etc.

### **6.3.5 METRADO FINAL DE LA REHABILITACION DE LA VIA ASFALTADA, POR PARTIDAS**

Complementando el proceso constructivo por partidas se anexa a continuación el metrado detallado de cada una de las partidas descritas en el proceso constructivo, asimismo el Resumen. Esto nos dá una idea de la magnitud de la obra en la Parte de la Rehabilitación.

**METRADO DE REMOCION Y ELIMINACION  
DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE**

OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : 22/08/95

ESPEJOR = 0.05 m

PROGRESIVA	LONGITUD (m)	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	VOL. PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
0 + 034	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
0 + 040	6.00	0.40	1.10	6.60	0.33	0.33
0 + 040	0.00	2.50	1.45	0.00	0.00	0.33
0 + 044	4.00	2.80	2.65	10.60	0.53	0.86
0 + 044	0.00	3.80	3.30	0.00	0.00	0.86
0 + 050	6.00	3.85	3.83	22.98	1.15	2.01
0 + 050	0.00	6.00	4.93	0.00	0.00	2.01
0 + 100	50.00	5.70	5.85	292.50	14.63	16.64
0 + 100	0.00	1.60	3.65	0.00	0.00	16.64
0 + 110	10.00	1.30	1.45	14.50	0.73	17.37
0 + 120	10.00	0.90	1.10	11.00	0.55	17.92
0 + 130	10.00	0.60	0.75	7.50	0.38	18.30
0 + 140	10.00	2.60	1.60	16.00	0.80	19.10
0 + 150	10.00	4.50	3.55	35.50	1.78	20.88
0 + 160	10.00	6.00	5.25	52.50	2.63	23.51
0 + 170	10.00	7.00	6.50	65.00	3.25	26.76
0 + 200	30.00	7.50	7.25	217.50	10.88	37.64
0 + 210	10.00	4.65	6.08	60.80	3.04	40.68
0 + 212.5				11.00	0.55	41.23
0 + 213	3.00	2.00	3.33	9.99	0.50	41.73
0 + 215	2.00	2.10	2.05	4.10	0.21	41.94
0 + 364.6				0.64	0.03	41.97
0 + 365	0.00	3.90	3.00	0.00	0.00	41.97
0 + 422				0.12	0.01	41.98
0 + 430				0.33	0.02	42.00
0 + 440.5				0.30	0.02	42.02
0 + 441.5				0.29	0.01	42.03
0 + 448				0.18	0.01	42.04
0 + 452.4				0.64	0.03	42.07
0 + 454	69.00	3.80	3.85	342.65	17.13	59.20
0 + 454	0.00	3.50	3.65	0.00	0.00	59.20
0 + 460				0.10	0.01	59.21
0 + 468	14.00	3.60	3.55	49.70	2.49	61.70
0 + 468	0.00	4.10	3.85	0.00	0.00	61.70
0 + 477.5				0.74	0.04	61.74

**METRADO DE REMOCION Y ELIMINACION  
DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE**

OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA 22/06/95

ESPESOR = 0.05 m

PROGRESIVA	LONGITUD (m)	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	VOL. PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
0 + 485.5				0.42	0.02	61.76
0 + 487				1.36	0.07	61.83
0 + 489.5				0.26	0.01	61.84
0 + 498.5				1.04	0.05	61.89
0 + 500	32.00	4.10	4.10	131.20	6.56	68.45
0 + 500	0.00	3.40	3.75	0.00	0.00	68.45
0 + 510	10.00	3.40	3.40	34.00	1.70	70.15
0 + 510	0.00	4.90	4.15	0.00	0.00	70.15
0 + 519				0.25	0.01	70.16
0 + 520	10.00	4.90	4.95	49.50	2.43	72.59
0 + 520	0.00	4.20	4.50	0.00	0.00	72.59
0 + 524				0.75	0.04	72.63
0 + 525	5.00	4.30	4.25	21.25	1.06	73.69
0 + 525	0.00	3.70	4.00	0.00	0.00	73.69
0 + 539.5				0.46	0.02	73.71
0 + 541				0.39	0.02	73.73
0 + 543				0.23	0.01	73.74
0 + 545	20.00	3.50	3.60	72.00	3.60	77.34
0 + 545	0.00	4.40	3.95	0.00	0.00	77.34
0 + 545.5				0.28	0.01	77.35
0 + 545.8				0.60	0.03	77.38
0 + 547				0.64	0.03	77.41
0 + 553.5				0.20	0.01	77.42
0 + 556				0.49	0.02	77.44
0 + 558				0.23	0.01	77.45
0 + 565	20.00	4.40	4.40	88.00	4.40	81.85
0 + 565	0.00	4.90	4.65	0.00	0.00	81.85
0 + 567				0.28	0.01	81.86
0 + 568	3.00	5.00	4.95	14.85	0.74	82.60
0 + 568	0.00	4.40	4.70	0.00	0.00	82.60
0 + 569				0.36	0.02	82.62
0 + 575				0.20	0.01	82.63
0 + 577				0.25	0.01	82.64
0 + 579				0.43	0.02	82.66
0 + 579.5				0.30	0.02	82.68

**METRADO DE REMOCION Y ELIMINACION  
DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE**

OBRA                    Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA                 22/06/95

ESPESOR =            0.05 m

PROGRESIVA	LONGITUD (m)	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m <sup>2</sup> )	VOL. PAR. (m <sup>3</sup> )	VOL. ACUM. (m <sup>3</sup> )
0 + 585.5				0.27	0.01	82.89
0 + 589	21.00	4.30	4.35	91.35	4.57	87.26
0 + 589	0.00	2.30	3.30	0.00	0.00	87.26
0 + 592				0.32	0.02	87.28
0 + 593.5				0.27	0.01	87.29
0 + 597				0.18	0.01	87.30
0 + 599.5				0.87	0.04	87.34
0 + 600.5				0.28	0.01	87.35
0 + 602.5				0.14	0.01	87.36
0 + 604	15.00	2.20	2.25	33.75	1.69	89.05
0 + 604	0.00	4.40	3.30	0.00	0.00	89.05
0 + 605.5				0.90	0.05	89.10
0 + 611				0.45	0.02	89.12
0 + 617.5				0.20	0.01	89.13
0 + 618	14.00	4.38	4.39	61.46	3.07	92.20
0 + 618	0.00	7.20	5.79	0.00	0.00	92.20
0 + 630	12.00	7.00	7.10	85.20	4.26	96.46
0 + 660	30.00	7.50	7.25	217.50	10.88	107.34
0 + 660	0.00	6.00	6.75	0.00	0.00	107.34
0 + 673	13.00	6.00	6.00	78.00	3.90	111.24
0 + 673	0.00	5.00	5.50	0.00	0.00	111.24
0 + 680	7.00	4.00	4.50	31.50	1.58	112.82
0 + 680	10.00	3.00	3.50	35.00	1.75	114.57
0 + 700	10.00	4.00	3.50	35.00	1.75	116.32
0 + 710	10.00	3.00	3.50	35.00	1.75	118.07
0 + 720	10.00	3.50	3.25	32.50	1.63	119.70
0 + 725	5.00	2.00	2.75	13.75	0.69	120.39
0 + 730	5.00	0.90	1.45	7.25	0.36	120.75
0 + 733	3.00	0.00	0.45	1.35	0.07	120.82
0 + 740	7.00	2.40	1.20	8.40	0.42	121.24
0 + 760	20.00	3.00	2.70	54.00	2.70	123.94
0 + 769	9.00	3.30	3.15	28.35	1.42	125.36
0 + 780	11.00	6.00	4.65	51.15	2.56	127.92
0 + 796	16.00	5.70	5.85	93.60	4.68	132.60
0 + 805	9.00	6.00	5.85	52.65	2.63	135.23



**METRADO DE REMOCION Y ELIMINACION  
DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE**

OBRA **Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde**

FECHA **22/06/95**

ESPESOR = **0.05 m**

PROGRESIVA	LONGITUD (ml)	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	VOL. PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
0 + 805	0.00	0.50	3.25	0.00	0.00	135.23
0 + 805.5				0.48	0.02	135.25
0 + 805.5				0.67	0.03	135.28
0 + 807				0.23	0.01	135.29
0 + 812.5				0.10	0.01	135.30
0 + 814	9.00	0.80	0.65	5.85	0.29	135.59
0 + 820	6.00	0.30	0.55	3.30	0.17	135.76
0 + 820	0.00	2.20	1.25	0.00	0.00	135.76
0 + 825	5.00	4.00	3.10	15.50	0.78	136.54
0 + 830				1.13	0.06	136.60
0 + 847	22.00	3.90	3.95	86.90	4.35	140.95
0 + 847	0.00	5.70	4.80	0.00	0.00	140.95
0 + 847.1				0.19	0.01	140.96
0 + 849	2.00	5.65	5.68	11.36	0.57	141.53
0 + 849	0.00	5.00	5.33	0.00	0.00	141.53
0 + 850.5				0.19	0.01	141.54
0 + 886.5				0.24	0.01	141.55
0 + 903				0.12	0.01	141.56
0 + 920	71.00	5.05	5.03	357.13	17.86	159.42
0 + 920	0.00	5.40	5.23	0.00	0.00	159.42
0 + 927				0.17	0.01	159.43
0 + 937				0.12	0.01	159.44
0 + 943				0.30	0.02	159.46
0 + 947				0.84	0.04	159.50
0 + 950	30.00	4.80	5.10	153.00	7.65	167.15
0 + 959				0.62	0.03	167.18
0 + 961.5				0.26	0.01	167.19
0 + 963				0.55	0.03	167.22
0 + 965	15.00	4.00	4.40	66.00	3.30	170.52
0 + 970	5.00	4.40	4.20	21.00	1.05	171.57
0 + 973	3.00	3.00	3.70	11.10	0.56	172.13
0 + 975				0.38	0.02	172.15
0 + 978				0.81	0.04	172.19
0 + 980	7.00	2.80	2.85	20.65	1.03	173.22
0 + 981.5				1.98	0.10	173.32

**METRADO DE REMOCION Y ELIMINACION  
DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE**

OBRA **Defensa Ribereña y Rehabilitación**

**de la Av. Costa Verde**

FECHA **22/06/95**

ESPESOR = **0.05 m**

PROGRESIVA	LONGITUD (ml)	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	VOL. PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
0 + 984.5				0.60	0.03	173.35
0 + 997	17.00	3.90	3.40	57.80	2.89	176.24
1 + 000				0.81	0.04	176.28
1 + 005	8.00	3.20	3.55	28.40	1.42	177.70
1 + 005	0.00	5.40	4.30	0.00	0.00	177.70
1 + 005				0.18	0.01	177.71
1 + 007				0.23	0.01	177.72
1 + 007.5				0.52	0.03	177.75
1 + 009.3				0.51	0.03	177.78
1 + 035	30.00	3.00	4.20	126.00	6.30	184.08
1 + 035	0.00	2.00	2.50	0.00	0.00	184.08
1 + 045	10.00	1.80	1.90	19.00	0.95	185.03
1 + 055	10.00	4.70	3.25	32.50	1.63	186.66
1 + 065	10.00	5.10	4.90	49.00	2.45	189.11
1 + 065	0.00	2.60	3.85	0.00	0.00	189.11
1 + 067	2.00	3.00	2.80	5.60	0.28	189.39
1 + 067	0.00	4.00	3.50	0.00	0.00	189.39
1 + 070				0.20	0.01	189.40
1 + 074				0.25	0.01	189.41
1 + 075	8.00	4.10	4.05	32.40	1.62	191.03
1 + 075	0.00	2.90	3.50	0.00	0.00	191.03
1 + 095				0.32	0.02	191.05
1 + 112				1.30	0.07	191.12
1 + 114	39.00	3.10	3.00	117.00	5.85	196.97
1 + 114	0.00	5.25	4.18	0.00	0.00	196.97
1 + 119				0.36	0.02	196.99
1 + 123.5				0.40	0.02	197.01
1 + 124	10.00	5.20	5.23	52.30	2.62	199.63
1 + 124	0.00	3.10	4.15	0.00	0.00	199.63
1 + 125				0.80	0.04	199.67
1 + 130.5				0.77	0.04	199.71
1 + 135	11.00	3.40	3.25	35.75	1.79	201.50
1 + 153				0.30	0.02	201.52
1 + 168.6				0.72	0.04	201.56
1 + 177				0.49	0.02	201.58

**METRADO DE REMOCION Y ELIMINACION  
DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE**

OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : 22/06/95

ESPESOR = 0.05 m

PROGRESIVA	LONGITUD (ml)	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	VOL. PAR. (m3)	VOL. ACUM. (m3)
1 + 181				0.62	0.03	201.61
1 + 182				3.27	0.16	201.77
1 + 205.5				0.20	0.01	201.78
1 + 211				1.80	0.09	201.87
1 + 222.5				0.23	0.01	201.88
1 + 224				0.33	0.02	201.90
1 + 226.2				0.39	0.02	201.92
1 + 226.5				0.53	0.03	201.95
1 + 230				0.24	0.01	201.96
1 + 294.5				0.33	0.02	201.98
1 + 303				0.68	0.03	202.01
1 + 307				0.69	0.04	202.05
1 + 401				0.56	0.03	202.08
1 + 406.5				0.60	0.03	202.11
1 + 418				0.66	0.03	202.14
1 + 482.5				0.28	0.01	202.15
1 + 491				0.68	0.03	202.18

**METRADO DE PERFILADO Y COMPACTACION  
DE BASE GRANULAR**

OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

FECHA : 22/06/95

PROGRESIVA	LONGITUD	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 034.	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00
0 + 040.	6.00	0.40	1.10	6.60	6.60
0 + 040.	0.00	2.50	1.45	0.00	6.60
0 + 044.	4.00	2.80	2.65	10.60	17.20
0 + 044.	0.00	3.80	3.30	0.00	17.20
0 + 050.	6.00	3.85	3.83	22.98	40.18
0 + 050.	0.00	6.00	4.93	0.00	40.18
0 + 100.	50.00	5.70	5.85	292.50	332.68
0 + 100.	0.00	1.60	3.65	0.00	332.68
0 + 110.	10.00	1.30	1.45	14.50	347.18
0 + 120.	10.00	0.90	1.10	11.00	358.18
0 + 130.	10.00	0.60	0.75	7.50	365.68
0 + 140.	10.00	2.60	1.60	16.00	381.68
0 + 150.	10.00	4.50	3.55	35.50	417.18
0 + 160.	10.00	6.00	5.25	52.50	469.68
0 + 170.	10.00	7.00	6.50	65.00	534.68
0 + 200.	30.00	7.50	7.25	217.50	752.18
0 + 210.	10.00	4.65	6.08	60.80	812.98
0 + 212.5				11.00	823.98
0 + 213.	3.00	2.00	3.33	9.99	833.97
0 + 215.	2.00	2.10	2.05	4.10	838.07
0 + 364.6				0.64	838.71
0 + 365.	0.00	3.90	3.00	0.00	838.71
0 + 422.				0.12	838.83
0 + 430.				0.33	839.16
0 + 440.5				0.30	839.46
0 + 441.5				0.29	839.75
0 + 449.				0.18	839.93
0 + 452.4				0.64	840.57
0 + 454.	89.00	3.80	3.85	342.65	1,183.22
0 + 454.	0.00	3.50	3.65	0.00	1,183.22
0 + 460.				0.10	1,183.32
0 + 468.	14.00	3.60	3.55	49.70	1,233.02
0 + 468.	0.00	4.10	3.85	0.00	1,233.02
0 + 477.5				0.74	1,233.76

**METRADO DE PERFILADO Y COMPACTACION  
DE BASE GRANULAR**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 22/06/95

PROGRESIVA	LONGITUD	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 485.5				0.42	1,234.18
0 + 487.				1.33	1,235.51
0 + 489.5				0.26	1,235.77
0 + 498.5				1.04	1,236.81
0 + 500.	32.00	4.10	4.10	131.20	1,368.01
0 + 500.	0.00	3.40	3.75	0.00	1,368.01
0 + 510.	10.00	3.40	3.40	34.00	1,402.01
0 + 510.	0.00	4.90	4.15	0.00	1,402.01
0 + 519.				0.25	1,402.26
0 + 520.	10.00	4.80	4.85	48.50	1,450.76
0 + 520.	0.00	4.20	4.50	0.00	1,450.76
0 + 524.				0.75	1,451.51
0 + 525.	5.00	4.30	4.25	21.25	1,472.76
0 + 525.	0.00	3.70	4.00	0.00	1,472.76
0 + 539.5				0.46	1,473.22
0 + 541.				0.39	1,473.61
0 + 543.				0.23	1,473.84
0 + 545.	20.00	3.50	3.60	72.00	1,545.84
0 + 545.	0.00	4.40	3.95	0.00	1,545.84
0 + 545.5				0.28	1,546.12
0 + 545.8				0.60	1,546.72
0 + 547.				0.64	1,547.36
0 + 553.5				0.20	1,547.56
0 + 556.				0.49	1,548.05
0 + 559.				0.23	1,548.28
0 + 565.	20.00	4.40	4.40	88.00	1,636.28
0 + 565.	0.00	4.90	4.65	0.00	1,636.28
0 + 567.				0.28	1,636.56
0 + 568.	3.00	5.00	4.95	14.85	1,651.41
0 + 568.	0.00	4.40	4.70	0.00	1,651.41
0 + 569.				0.36	1,651.77
0 + 575.				0.20	1,651.97
0 + 577.				0.25	1,652.22
0 + 579.				0.43	1,652.65
0 + 579.5				0.30	1,652.95

**METRADO DE PERFILADO Y COMPACTACION  
DE BASE GRANULAR**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 22/06/95

PROGRESIVA	LONGITUD	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 585.5				0.27	1,653.22
0 + 589.	21.00	4.30	4.35	91.35	1,744.57
0 + 589.	0.00	2.30	3.30	0.00	1,744.57
0 + 592.				0.32	1,744.89
0 + 593.5				0.27	1,745.16
0 + 597.				0.18	1,745.34
0 + 599.5				0.87	1,746.21
0 + 600.5				0.28	1,746.49
0 + 602.5				0.14	1,746.63
0 + 604.	15.00	2.20	2.25	33.75	1,780.38
0 + 604.	0.00	4.40	3.30	0.00	1,780.38
0 + 605.5				0.90	1,781.28
0 + 611.				0.45	1,781.73
0 + 617.5				0.20	1,781.93
0 + 618.	14.00	4.38	4.39	61.46	1,843.39
0 + 618.	0.00	7.20	5.79	0.00	1,843.39
0 + 630.	12.00	7.00	7.10	85.20	1,928.59
0 + 660.	30.00	7.50	7.25	217.50	2,146.09
0 + 660.	0.00	6.00	6.75	0.00	2,146.09
0 + 673.	13.00	6.00	6.00	78.00	2,224.09
0 + 673.	0.00	5.00	5.50	0.00	2,224.09
0 + 680.	7.00	4.00	4.50	31.50	2,255.59
0 + 690.	10.00	3.00	3.50	35.00	2,290.59
0 + 700.	10.00	4.00	3.50	35.00	2,325.59
0 + 710.	10.00	3.00	3.50	35.00	2,360.59
0 + 720.	10.00	3.50	3.25	32.50	2,393.09
0 + 725.	5.00	2.00	2.75	13.75	2,406.84
0 + 730.	5.00	0.90	1.45	7.25	2,414.09
0 + 733.	3.00	0.00	0.45	1.35	2,415.44
0 + 740.	7.00	2.40	1.20	8.40	2,423.84
0 + 760.	20.00	3.00	2.70	54.00	2,477.84
0 + 769.	9.00	3.30	3.15	28.35	2,506.19
0 + 780.	11.00	6.00	4.65	51.15	2,557.34
0 + 796.	16.00	5.70	5.85	93.60	2,650.94
0 + 805.	9.00	6.00	5.85	52.65	2,703.59

**METRADO DE PERFILADO Y COMPACTACION  
DE BASE GRANULAR**

OBRA : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde  
FECHA : 22/06/95

PROGRESIVA	LONGITUD	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 805.	0.00	0.50	3.25	0.00	2,703.59
0 + 805.5				0.48	2,704.07
0 + 805.5				0.67	2,704.74
0 + 807.				0.23	2,704.97
0 + 812.5				0.10	2,705.07
0 + 814.	9.00	0.80	0.65	5.85	2,710.92
0 + 820.	6.00	0.30	0.55	3.30	2,714.22
0 + 820.	0.00	2.20	1.25	0.00	2,714.22
0 + 825.	5.00	4.00	3.10	15.50	2,729.72
0 + 830.				1.13	2,730.85
0 + 847.	22.00	3.90	3.95	86.90	2,817.75
0 + 847.	0.00	5.70	4.80	0.00	2,817.75
0 + 847.1				0.19	2,817.94
0 + 849.	2.00	5.65	5.68	11.36	2,829.30
0 + 849.	0.00	5.00	5.33	0.00	2,829.30
0 + 850.5				0.19	2,829.49
0 + 886.5				0.24	2,829.73
0 + 903.				0.12	2,829.85
0 + 920.	71.00	5.05	5.03	357.13	3,186.98
0 + 920.	0.00	5.40	5.23	0.00	3,186.98
0 + 927.				0.17	3,187.15
0 + 937.				0.12	3,187.27
0 + 943.				0.30	3,187.57
0 + 947.				0.84	3,188.41
0 + 950.	30.00	4.80	5.10	153.00	3,341.41
0 + 959.				0.62	3,342.03
0 + 961.5				0.26	3,342.29
0 + 963.				0.55	3,342.84
0 + 965.	15.00	4.00	4.40	66.00	3,408.84
0 + 970.	5.00	4.40	4.20	21.00	3,429.84
0 + 973.	3.00	3.00	3.70	11.10	3,440.94
0 + 975.				0.38	3,441.32
0 + 978.				0.81	3,442.13
0 + 980.	7.00	2.90	2.95	20.65	3,462.78
0 + 981.5				1.96	3,464.74

**ETRADO DE PERFILADO Y COMPACTACION  
DE BASE GRANULAR**

**OBRA**                    Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA**                22/06/95

PROGRESIVA	LONGITUD	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 984.5				0.60	3,465.34
0 + 997.	17.00	3.90	3.40	57.80	3,523.14
1 + 000.				0.81	3,523.95
1 + 005.	8.00	3.20	3.55	28.40	3,552.35
1 + 005.	0.00	5.40	4.30	0.00	3,552.35
1 + 005.				0.18	3,552.53
1 + 007.				0.23	3,552.76
1 + 007.5				0.52	3,553.28
1 + 009.3				0.51	3,553.79
1 + 035.	30.00	3.00	4.20	126.00	3,679.79
1 + 035.	0.00	2.00	2.50	0.00	3,679.79
1 + 045.	10.00	1.80	1.90	19.00	3,698.79
1 + 055.	10.00	4.70	3.25	32.50	3,731.29
1 + 065.	10.00	5.10	4.90	49.00	3,780.29
1 + 065.	0.00	2.60	3.85	0.00	3,780.29
1 + 067.	2.00	3.00	2.80	5.60	3,785.89
1 + 067.	0.00	4.00	3.50	0.00	3,785.89
1 + 070.				0.20	3,786.09
1 + 074.				0.25	3,786.34
1 + 075.	8.00	4.10	4.05	32.40	3,818.74
1 + 075.	0.00	2.90	3.50	0.00	3,818.74
1 + 095.				0.32	3,819.06
1 + 112.				1.30	3,820.36
1 + 114.	39.00	3.10	3.00	117.00	3,937.36
1 + 114.	0.00	5.25	4.18	0.00	3,937.36
1 + 119.				0.36	3,937.72
1 + 123.5				0.40	3,938.12
1 + 124.	10.00	5.20	5.23	52.30	3,990.42
1 + 124.	0.00	3.10	4.15	0.00	3,990.42
1 + 125.				0.80	3,991.22
1 + 130.5				0.77	3,991.99
1 + 135.	11.00	3.40	3.25	35.75	4,027.74
1 + 153.				0.30	4,028.04
1 + 168.6				0.72	4,028.76
1 + 177.				0.49	4,029.25



**METRADO DE PERFILADO Y COMPACTACION  
DE BASE GRANULAR**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 22/06/95

PROGRESIVA	LONGITUD	ANCHO	ANCHO PROMEDIO	AREA (m2)	AREA ACUM. (m2)
1 + 181.				0.62	4,029.87
1 + 182.				3.27	4,033.14
1 + 205.5				0.20	4,033.34
1 + 211.				1.80	4,035.14
1 + 222.5				0.23	4,035.37
1 + 224.				0.33	4,035.70
1 + 226.2				0.39	4,036.09
1 + 226.5				0.53	4,036.62
1 + 230.				0.24	4,036.86
1 + 294.5				0.33	4,037.19
1 + 303.				0.68	4,037.87
1 + 307.				0.89	4,038.76
1 + 401.				0.56	4,039.32
1 + 406.5				0.60	4,039.92
1 + 418.				0.66	4,040.58
1 + 482.5				0.28	4,040.86
1 + 491.				0.68	4,041.54

**METRADO DE IMPRIMACION ASFALTICA**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/06/95

**ANCHO BERMA = 3.0 m**

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PISTA (m2)	AREA BERMA (m2)	AREA TOTAL (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 000.00	0 + 050.00	50.00			150.00	150.00	150.00
0 + 034.00	0 + 041.00	7.00	1.80	12.60		12.60	162.60
0 + 041.00	0 + 043.50	2.50	4.10	10.25		10.25	172.85
0 + 043.50	0 + 050.00	6.50	5.35	34.78		34.78	207.63
0 + 050.00	0 + 210.00	160.00	7.50	1,200.00	480.00	1,680.00	1,887.63
0 + 210.00	0 + 365.00	155.00			465.00	465.00	2,352.63
0 + 212.50				11.00		11.00	2,363.63
0 + 364.60				0.64		0.64	2,364.27
0 + 365.00	0 + 469.00	104.00	3.90	405.60	312.00	717.60	3,081.87
0 + 422.00				0.12		0.12	3,081.99
0 + 430.00				0.33		0.33	3,082.32
0 + 440.50				0.30		0.30	3,082.62
0 + 441.50				0.29		0.29	3,082.91
0 + 449.00				0.18		0.18	3,083.09
0 + 452.40				0.64		0.64	3,083.73
0 + 460.00				0.10		0.10	3,083.83
0 + 469.00	0 + 500.00	31.00	4.45	137.95	93.00	230.95	3,314.78
0 + 477.50				0.74		0.74	3,315.52
0 + 485.50				0.42		0.42	3,315.94
0 + 487.00				1.33		1.33	3,317.27
0 + 489.50				0.26		0.26	3,317.53
0 + 498.50				1.04		1.04	3,318.57
0 + 500.00	0 + 510.00	10.00	3.70	37.00	30.00	67.00	3,385.57
0 + 510.00	0 + 520.00	10.00	5.10	51.00	30.00	81.00	3,466.57
0 + 520.00	0 + 525.00	5.00	4.60	23.00	15.00	38.00	3,504.57
0 + 524.00				0.75		0.75	3,505.32
0 + 525.00	0 + 545.00	20.00	3.85	77.00	60.00	137.00	3,642.32
0 + 539.50				0.46		0.46	3,642.78
0 + 541.00				0.39		0.39	3,643.17
0 + 543.00				0.23		0.23	3,643.40
0 + 545.00	0 + 565.00	20.00	4.75	95.00	60.00	155.00	3,798.40
0 + 545.50				0.28		0.28	3,798.68
0 + 545.80				0.60		0.60	3,799.28
0 + 547.00				0.64		0.64	3,799.92
0 + 553.50				0.20		0.20	3,800.12
0 + 556.00				0.49		0.49	3,800.61
0 + 559.00				0.23		0.23	3,800.84
0 + 565.00	0 + 567.50	2.50	5.20	13.00	7.50	20.50	3,821.34
0 + 567.00				0.28		0.28	3,821.62
0 + 567.50	0 + 589.00	21.50	4.60	98.90	64.50	163.40	3,985.02

**METRADO DE IMPRIMACION ASFALTICA**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/08/95

ANCHO BERMA = 3.0 m

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PISTA (m2)	AREA BERMA (m2)	AREA TOTAL (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 569.00				0.36		0.36	3,965.38
0 + 575.00				0.20		0.20	3,965.58
0 + 577.00				0.25		0.25	3,965.83
0 + 579.00				0.43		0.43	3,966.26
0 + 579.50				0.30		0.30	3,966.56
0 + 585.50				0.27		0.27	3,966.83
0 + 589.00	0 + 614.00	25.00	2.65	66.25	75.00	141.25	4,128.08
0 + 592.00				0.32		0.32	4,128.40
0 + 593.50				0.27		0.27	4,128.67
0 + 597.00				0.19		0.19	4,128.86
0 + 599.50				0.87		0.87	4,129.73
0 + 600.50				0.28		0.28	4,130.01
0 + 602.50				0.14		0.14	4,130.15
0 + 605.50				0.90		0.90	4,131.05
0 + 611.00				0.45		0.45	4,131.50
0 + 614.00	0 + 618.00	4.00	4.75	19.00	12.00	31.00	4,162.50
0 + 617.50				0.20		0.20	4,162.70
0 + 618.00	0 + 805.00	187.00	7.50	1,402.50	561.00	1,963.50	6,126.20
0 + 805.00	0 + 820.00	15.00	2.20	33.00	45.00	78.00	6,204.20
0 + 805.50				0.48		0.48	6,204.68
0 + 805.50				0.67		0.67	6,205.35
0 + 807.00				0.23		0.23	6,205.58
0 + 812.50				0.10		0.10	6,205.68
0 + 820.00	0 + 847.50	27.50	4.10	112.75	82.50	195.25	6,400.93
0 + 830.00				1.13		1.13	6,402.06
0 + 847.10				0.19		0.19	6,402.25
0 + 847.50	0 + 849.00	1.50	6.10	9.15	4.50	13.65	6,415.90
0 + 849.00	0 + 920.00	71.00	5.15	365.65	213.00	578.65	6,994.55
0 + 850.50				0.19		0.19	6,994.74
0 + 886.50				0.24		0.24	6,994.98
0 + 903.00				0.12		0.12	6,995.10
0 + 920.00	1 + 010.00	90.00	5.65	508.50	270.00	778.50	7,773.60
0 + 927.00				0.17		0.17	7,773.77
0 + 937.00				0.12		0.12	7,773.89
0 + 943.00				0.30		0.30	7,774.19
0 + 947.00				0.84		0.84	7,775.03
0 + 959.00				0.62		0.62	7,775.65
0 + 961.50				0.26		0.26	7,775.91
0 + 963.00				0.55		0.55	7,776.46
0 + 975.00				0.38		0.38	7,776.84

**METRADO DE IMPRIMACION ASFALTICA**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/06/95

**ANCHO BERMA = 3.0 m**

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PISTA (m2)	AREA BERMA (m2)	AREA TOTAL (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 978.00				0.81		0.81	7,777.65
0 + 991.50				1.96		1.96	7,779.61
0 + 994.50				0.60		0.60	7,780.21
1 + 000.00				0.81		0.81	7,781.02
1 + 005.00				0.18		0.18	7,781.20
1 + 007.00				0.23		0.23	7,781.43
1 + 007.50				0.52		0.52	7,781.95
1 + 009.30				0.51		0.51	7,782.46
1 + 010.00	1 + 060.00	50.00	7.50	375.00	150.00	525.00	8,307.46
1 + 060.00	1 + 070.00	10.00	6.05	60.50	30.00	90.50	8,397.96
1 + 070.00				0.20		0.20	8,398.16
1 + 070.00	1 + 071.50	1.50	3.60	5.40	4.50	9.90	8,408.06
1 + 071.50	1 + 080.00	8.50	4.60	39.10	25.50	64.60	8,472.66
1 + 074.00				0.25		0.25	8,472.91
1 + 080.00	1 + 088.00	8.00	3.35	26.80	24.00	50.80	8,523.71
1 + 088.00	1 + 119.00	31.00	3.35	103.85		103.85	8,627.56
1 + 095.00				0.32		0.32	8,627.88
1 + 112.00				1.30		1.30	8,629.18
1 + 119.00				0.36		0.36	8,629.54
1 + 119.00	1 + 129.00	10.00	5.60	56.00		56.00	8,685.54
1 + 123.50				0.40		0.40	8,685.94
1 + 125.00				0.80		0.80	8,686.74
1 + 129.00	1 + 140.00	11.00	3.60	39.60		39.60	8,726.34
1 + 130.50				0.77		0.77	8,727.11
1 + 153.00				0.30		0.30	8,727.41
1 + 168.80				0.72		0.72	8,728.13
1 + 177.00				0.49		0.49	8,728.62
1 + 181.00				0.62		0.62	8,729.24
1 + 182.00				3.27		3.27	8,732.51
1 + 205.50				0.20		0.20	8,732.71
1 + 211.00				1.80		1.80	8,734.51
1 + 222.50				0.23		0.23	8,734.74
1 + 224.00				0.33		0.33	8,735.07
1 + 228.20				0.39		0.39	8,735.46
1 + 228.50				0.53		0.53	8,735.99
1 + 230.00				0.24		0.24	8,736.23
1 + 294.50				0.33		0.33	8,736.56
1 + 303.00				0.68		0.68	8,737.24
1 + 307.00				0.89		0.89	8,738.13
1 + 401.00				0.58		0.58	8,738.69

**METRADO DE IMPRIMACION ASFALTICA**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**ECHA** : 24/06/95

**ANCHO BERMA** = 3.0 m

PROGRESIV INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PISTA (m2)	AREA BERMA (m2)	AREA TOTAL (m2)	AREA ACUM. (m2)
1 + 406.50				0.60		0.60	8,739.29
1 + 418.00				0.66		0.66	8,739.95
1 + 482.50				0.28		0.28	8,740.23
1 + 491.00				0.68		0.68	8,740.91
1 + 088.00	1 + 500.00	412.00			1,236.00	1,236.00	9,976.91
<b>Totales :</b>				<b>5,476.91</b>	<b>4,500.00</b>	<b>9,976.91</b>	

## METRADO DE CARPETA ASFALTICA

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/06/95

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAR. (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 034.00	0 + 041.00	7.00	1.80	12.60	12.60
0 + 041.00	0 + 043.50	2.50	4.10	10.25	22.85
0 + 043.50	0 + 050.00	6.50	5.35	34.78	57.63
0 + 050.00	0 + 210.00	160.00	7.50	1,200.00	1,257.63
0 + 212.50				11.00	1,268.63
0 + 364.60				0.64	1,269.27
0 + 365.00	0 + 469.00	104.00	3.90	405.60	1,674.87
0 + 422.00				0.12	1,674.99
0 + 430.00				0.33	1,675.32
0 + 440.50				0.30	1,675.62
0 + 441.50				0.29	1,675.91
0 + 449.00				0.18	1,676.09
0 + 452.40				0.64	1,676.73
0 + 460.00				0.10	1,676.83
0 + 469.00	0 + 500.00	31.00	4.45	137.95	1,814.78
0 + 477.50				0.74	1,815.52
0 + 485.50				0.42	1,815.94
0 + 487.00				1.33	1,817.27
0 + 489.50				0.26	1,817.53
0 + 498.50				1.04	1,818.57
0 + 500.00	0 + 510.00	10.00	3.70	37.00	1,855.57
0 + 510.00	0 + 520.00	10.00	5.10	51.00	1,906.57
0 + 520.00	0 + 525.00	5.00	4.60	23.00	1,929.57
0 + 524.00				0.75	1,930.32
0 + 525.00	0 + 545.00	20.00	3.85	77.00	2,007.32
0 + 539.50				0.46	2,007.78
0 + 541.00				0.39	2,008.17
0 + 543.00				0.23	2,008.40
0 + 545.00	0 + 565.00	20.00	4.75	95.00	2,103.40
0 + 545.50				0.28	2,103.68
0 + 545.80				0.60	2,104.28
0 + 547.00				0.64	2,104.92
0 + 553.50				0.20	2,105.12
0 + 556.00				0.49	2,105.61
0 + 559.00				0.23	2,105.84
0 + 565.00	0 + 567.50	2.50	5.20	13.00	2,118.84

## METRADO DE CARPETA ASFALTICA

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/06/95

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAR. (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 567.00				0.28	2,119.12
0 + 567.50	0 + 589.00	21.50	4.60	98.90	2,218.02
0 + 569.00				0.36	2,218.38
0 + 575.00				0.20	2,218.58
0 + 577.00				0.25	2,218.83
0 + 579.00				0.43	2,219.26
0 + 579.50				0.30	2,219.56
0 + 585.50				0.27	2,219.83
0 + 589.00	0 + 614.00	25.00	2.65	66.25	2,286.08
0 + 592.00				0.32	2,286.40
0 + 593.50				0.27	2,286.67
0 + 597.00				0.19	2,286.86
0 + 599.50				0.87	2,287.73
0 + 600.50				0.28	2,288.01
0 + 602.50				0.14	2,288.15
0 + 605.50				0.90	2,289.05
0 + 611.00				0.45	2,289.50
0 + 614.00	0 + 618.00	4.00	4.75	19.00	2,308.50
0 + 617.50				0.20	2,308.70
0 + 618.00	0 + 805.00	187.00	7.50	1,402.50	3,711.20
0 + 805.00	0 + 820.00	15.00	2.20	33.00	3,744.20
0 + 805.50				0.48	3,744.68
0 + 805.50				0.67	3,745.35
0 + 807.00				0.23	3,745.58
0 + 812.50				0.10	3,745.68
0 + 820.00	0 + 847.50	27.50	4.10	112.75	3,858.43
0 + 830.00				1.13	3,859.56
0 + 847.10				0.19	3,859.75
0 + 847.50	0 + 849.00	1.50	6.10	9.15	3,868.90
0 + 849.00	0 + 920.00	71.00	5.15	365.65	4,234.55
0 + 850.50				0.19	4,234.74
0 + 886.50				0.24	4,234.98
0 + 903.00				0.12	4,235.10
0 + 920.00	1 + 010.00	90.00	5.65	508.50	4,743.60
0 + 927.00				0.17	4,743.77
0 + 937.00				0.12	4,743.89

## METRADO DE CARPETA ASFALTICA

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/06/95

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAR. (m2)	AREA ACUM. (m2)
0 + 943.00				0.30	4,744.19
0 + 947.00				0.84	4,745.03
0 + 959.00				0.62	4,745.65
0 + 961.50				0.28	4,745.91
0 + 963.00				0.55	4,746.46
0 + 975.00				0.38	4,746.84
0 + 978.00				0.81	4,747.65
0 + 981.50				1.96	4,749.61
0 + 984.50				0.60	4,750.21
1 + 000.00				0.81	4,751.02
1 + 005.00				0.18	4,751.20
1 + 007.00				0.23	4,751.43
1 + 007.50				0.52	4,751.95
1 + 009.30				0.51	4,752.46
1 + 010.00	1 + 060.00	50.00	7.50	375.00	5,127.46
1 + 060.00	1 + 070.00	10.00	6.05	60.50	5,187.96
1 + 070.00				0.20	5,188.16
1 + 070.00	1 + 071.50	1.50	3.60	5.40	5,193.56
1 + 071.50	1 + 080.00	8.50	4.60	39.10	5,232.66
1 + 074.00				0.25	5,232.91
1 + 080.00	1 + 088.00	8.00	3.35	26.80	5,259.71
1 + 088.00	1 + 119.00	31.00	3.35	103.85	5,363.56
1 + 095.00				0.32	5,363.88
1 + 112.00				1.30	5,365.18
1 + 119.00				0.36	5,365.54
1 + 119.00	1 + 129.00	10.00	5.60	56.00	5,421.54
1 + 123.50				0.40	5,421.94
1 + 125.00				0.80	5,422.74
1 + 129.00	1 + 140.00	11.00	3.60	39.60	5,462.34
1 + 130.50				0.77	5,463.11
1 + 153.00				0.30	5,463.41
1 + 168.60				0.72	5,464.13
1 + 177.00				0.49	5,464.62
1 + 181.00				0.62	5,465.24
1 + 182.00				3.27	5,468.51
1 + 205.50				0.20	5,468.71



## **METRADO DE CARPETA ASFALTICA**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/06/95

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAR. (m2)	AREA ACUM. (m2)
1 + 211.00				1.80	5,470.51
1 + 222.50				0.23	5,470.74
1 + 224.00				0.33	5,471.07
1 + 226.20				0.39	5,471.46
1 + 226.50				0.53	5,471.99
1 + 230.00				0.24	5,472.23
1 + 294.50				0.33	5,472.56
1 + 303.00				0.68	5,473.24
1 + 307.00				0.89	5,474.13
1 + 401.00				0.56	5,474.69
1 + 406.50				0.60	5,475.29
1 + 418.00				0.66	5,475.95
1 + 482.50				0.28	5,476.23
1 + 491.00				0.68	5,476.91

## **RESUMEN DE METRADOS : REHABILITACION DE LA VIA**

**OBRA** : Defensa Ribereña y Rehabilitación  
de la Av. Costa Verde

**FECHA** : 24/06/95

### **1. REMOCION Y ELIMINACION DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE :**

Unidad	Cantidad
m3	202.18

### **2. PERFILADO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR :**

El metrado representa la misma área de remoción y eliminación de carpeta asfáltica.

Unidad	Cantidad
m2	4,041.54

### **3. IMPRIMACION ASFALTICA (ancho de berma 3 m) :**

	Unidad	Cantidad
Pista	m2	5,476.91
Berma	m2	4,500.00
Total	m2	9,976.91

### **4. CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE (espesor 0.05 m)**

Unidad	Cantidad
m2	5,476.91

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- **El litoral Peruano es un perfil de la costa que no presenta muchos accidentes naturales y las pocas bahías orientadas al comercio naviero y turístico, demandan de una fuerte inversión para su defensa de costas y protección de estructuras contra el ataque de olas sobre todo las provenientes de las zonas de tormentas de la Costa de Chile. El diseño y construcción de estas estructuras de defensa, protección y arenamiento como rompeolas, espigones, defensas ribereñas de escollera, son una alternativa técnico económico para nuestra realidad y desarrollo del país.**
- **BAHIA MIRAFLORES; El proyecto desarrollado de defensa y rehabilitación de la Av. Costa Verde en su tramo norte comprendido entre el último espigón y la subida a San Miguel, presenta como mejor alternativa de defensa una escollera marginal de roca natural, debido a las siguientes ventajas: Es muy durable, funciona aún cuando está seriamente dañado, utiliza solo roca de cantera de buena calidad, es posible su construcción con mano de obra poco calificada y además porque en nuestro medio ya contamos con experiencias constructivas de rocapienes (El Callao, Matarani, Salaverry, Bahía de Miraflores, etc).**
- **Para el caso de la Escollera Marginal, las fuerzas que contribuyen a la estabilidad son el peso y la fricción; sumándose a la estabilidad el engrampe, convirtiendo el terraplen en un tejido. Una estructura de esta naturaleza puede sufrir desequilibrio por las fuerzas de perturbación (socavación, Inercia), causando que los bloques se muevan de su sitio y formen una línea de rotura, que al alcanzar la capa secundaria produzca inestabilidad y falla.**
- **Para el caso de bloques múltiples prefabricados; la estabilidad es conseguido mediante el peso y la trabazón. El daño incluye rompimiento de la unidad de armadura (bloque prefabricado de concreto).**

**Una escollera de roca natural es más durable y mejor para soportar bravesas excepcionales. En cambio una estructural monolítica de concreto armado usa menos espacio y material, este último es especialmente bueno para aguas profundas, porque el volumen de una escollera se incrementa cuadráticamente con la profundidad del agua.**

- **PERMEABILIDAD DE UN TERRAPEN; se clasifica en 2 tipos:**
  - a. **ALTA PERMEABILIDAD (50 - 55%); obtenido por bloques artificiales del tipo múltiples (dolos, tetrápodos, Stabit, etc), haciendo que la escollera posea una mayor absorción de Energía y Estabilidad. Sin embargo, tales bloques poseen una alta fragilidad y una menor resistencia al ataque de olas.**

b. **BAJA PERMEABILIDAD (30 - 35%);** obtenido por unidades de roca natural (rocaplen), las que presentan menor estabilidad, pero que puede ser superado por un talud adecuado. Presenta una alta resistencia al ataque de olas.

- **En una escollera marginal del tipo planteado en el proyecto cuyo modelo es: "DISEÑO DE UN ROMPEOLAS DE ESCOLLERA DE ROCA NATURAL SIN SOBRE PASO DE OLAS", o cualquier rocaplen en general, se debe tener en consideración los gastos de mantenimiento después de una braveza extraordinaria acompañada de una marea alta, las consecuencia se manifiestan con asentamientos y reacomodos de unidades que hacen peligrar la estabilidad de la estructura. Por ello, que se debe considerar para una obra de esta naturaleza un mantenimiento permanente.**
- **La bahía de Miraflores no cuenta con registros de olas y mareas para calcular alturas de olas de diseño, en éste sentido para el proyecto se ha usado la información del oleaje Sur (ocurre 62.9% del tiempo) registrado durante un año en Ventanilla (Jun 77 - Set 78), medido a una profundidad de 20m. Esto nos permite estimar la altura y período de cada ola individual.**

**Este registro no tiene la apariencia de una serie de ondas regulares, si no es la mezcla de olas de diferentes fuentes y por lo tanto de distintas alturas, períodos, velocidades y direcciones. (Ver fig 2.4). Las olas de Mar (Swell) que han sido generadas en una zona de vientos al Sur, frente a las Costa Peruana, es la más importante para el estudio dentro de la ingeniería de Costas.**

**Esta información ha sido llevada a condición de Mar profundo, usando las características batimétricas (coeficiente de refracción y de bajos) y período de oleaje, obteniendo para esta condición 3.95 mt de altura de ola (probabilidad de excedencia 0.003%).**

- **En el capitulo IV se ha demostrado que la escollera marginal está afectada solo a olas reventadas, lo cual nos permite concluir para el diseño que no usaremos altura de ola significativa si no altura de ola rompiente, para la profundidad de diseño. Queda ilustrado las curvas de refracción en aguas profundas y poco profundas (PR-01,PR-02) indicando en la segunda la región donde se inicia el rompiente con oleaje Sur (7.70 a 5.80m de profundidad). Referencialmente se ha determinado los coeficientes de refracción a 7.70 mt de profundidad.**

**Como es de esperar se ha determinado el decaimiento de la altura de ola reventada hasta llegar a la escollera, obteniendo como altura de ola reventada de diseño de 3.40 mt. Para todo diseño se ha considerado el tramo crítico Prog. (0+00 - 0+450).**

**Con la ayuda de la fórmula semi-empírica de Hudson, se ha determinado el peso necesario de la roca para la coraza y coronamiento. Esta ecuación ha sido verificada con modelos de escalas grandes y pequeñas, así como con prototipos desde 1953, es por ello su confianza en la aplicación para el diseño.**

El peso necesario de la roca de coraza, considerando un coeficiente de daño (2.5) para 2 capas de roca proveniente de cantera, una inclinación del talud de 1:2 y un peso específico de la roca de 2.727 ton/m<sup>3</sup>, obtenemos un peso por unidad de roca de 4,700 Kg.

- El material de base se ha determinado como 1/10 del peso de la unidad de coraza, obteniendo unidades de 470 Kg. El filtro se determinó en función de la necesidad de limitar la velocidad de regreso del agua salpicada o que sobrepasa al nivel  $\pm 0.00$ , concluyendo con el uso de rocas de 4" a 8" de diametro. La colocación de la roca base y filtro es en conjunto y al volteo respetando las proporciones segun lo especificado.
- Se tiene conocimiento que el enrocado de protección anteriormente fue construido por volteo directo, sobre el talud conformado por material cortado del acantilado y por lo tanto sin la colocación de base mas filtro. Además se apreció que las rocas eran de diversos tamaños sin haber realizado una selección según diseño para conformar un peso adecuado. Por lo indicado es perfectamente explicable que el enrocado anterior haya desaparecido gradualmente con las bravezass, en un periodo aproximado de 4 años.
- **REHABILITACION DE LA VIA DETERIORADA;** El proyecto contempla la rehabilitación de la vía en sus tramos deteriorados, carril izquierdo de la Av. Costa Verde en el sentido Sur-Norte, desde la progresiva 0+00, hasta la progresiva 1+500 para el presente proyecto.

La contratista en coordinación con la entidad supervisora acordaron respetar los tramos de carpeta que se encuentran en buen estado y solamente remover los tramos deteriorados. La rehabilitación se efectuá respetando el diseño de la via existente y por ende los parametros tales como: el tráfico, la carga actuante, el valor de soporte de la subrasante y el factor climatico.

**Subrasante:** Ultimos 30 cm (nivel superior grado de compactación por lo menos 95% de máxima densidad seca. Suelo seleccionado.

**Base granular:** 20 - 25 cm, según lo existente, material selecto que garantice resistencia, estabilidad y capacidad de dreanaje. La compactación debe garantizar el 100% de la máxima densidad seca.

**Carpeta Asfáltica:** Mezcla en caliente de cemento asfaltico, agregados debidamente graduados y relleno mineral (según especificaciones), espesor 2" compactado. El N° de pasadas del equipo de compactación sera tal que garantice el 95% o más de la densidad lograda en el laboratorio.

- Se recomienda instalar en la Bahía de Miraflores estaciones de medición de olas (oleógrafos), mareas (mareógrafos), corrientes y vientos para contar con registros propios que puedan ser utilizados en el diseño de todo tipo de estructuras de defensa, protección y arenamiento en una bahía que se proyecta como centro turístico de Lima y dotarlo de un atractivo de singular belleza, sobre todo de

**garantía en cuanto a salubridad. Las obras que se proyecten en la zona estarán coordinadas y aprobadas por el plan maestro de desarrollo de la Costa Verde.**

## **CAPITULO VIII**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. **SHORE PROTECTION MANUAL - U.S ARMY, COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER (C.E.R.C) - 1973 (3 volúmenes).**
2. **ESTUDIO BASICO DEL OLEAJE EN SALAVERRY. LIMA - PERU. 1977. PROYECTO CONTROLAMAR CON COOPERACION HOLANDESA - ENAPU.**
3. **DISEÑO DE ROMPEOLAS - R. MAATEN - SEMINARIO DE INGENIERIA Y PUERTOS. LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA, LIMA - PERU, 1977.**
4. **OBRAS MARITIMAS - R. IRIBARREN CABANILLAS - 1954.**
5. **COASTAL ENGINEERING - DEPARTAMENT OF CIVIL ENGINEERING. DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. DELFT THE NETHERLANDS - 1982. (3 volúmenes)**
6. **DESING AND CONSTRUCTION OF MOUNDS FOR BREARWATERS AND COASTAL PROTECTION - PER BRUUN, 1985.**
7. **DESING AND CONSTRUCTION OF PORTS AN MARINE STRUCTURES - ALONZO DEF. QUINN, 1974.**
8. **SEAWALLS AND BREAKWATERS - JAMES R; AYERS. CONFERENCIA SOBRE INGENIERIA DE COSTAS ICCE, CAP 22 (PP. 192-204) - 1950.**
9. **ANTEPROYECTO PARA EL DESARROLLO DEL CALLAO - ENAPU 1990.**