



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION EN ESCOLLERAS

TRABAJO ESCRITO
Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a :
JOSE LUIS ACEVEDO RUIZ

México, D. F.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA
1. INTRODUCCION.	1
2. DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESCOLLERAS.	3
2.1 ESCOLLERAS DE ENROCAMIENTO.	4
2.1.1 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UNA ESCOLLERA DE ENROCAMIENTO.	6
2.1.2 DIMENSIONAMIENTO.	7
2.2 ESCOLLERAS DE PARED VERTICAL.	11
3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.	14
ELEMENTOS PRECOLADOS.	23
CONCRETO HIDRAULICO EN OBRAS MARITIMAS Y -- PORTUARIAS.	27

4.	PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION Y EQUIPO QUE SE UTILIZA.	36
4.1	LOCALIZACION DEL ESCOLLERADO.	37
4.2	EQUIPO A EMPLEAR EN LA CONSTRUCCION - DE ESCOLLERAS.	37
4.3	EXPLOTACION DEL BANCO SELECCIONADO.	40
4.4	TRANSPORTACION DEL MATERIAL A LA OBRA.	42
4.4	COLOCACION DEL MATERIAL.	42
5.	CONCLUSIONES.	46
	BIBLIOGRAFIA.	48

1. INTRODUCCION

La función específica de una escollera es encaminar a las embarcaciones hacia el canal de acceso y detener el material sólido transportado a lo largo de la playa.

Ahora bién, se puede emplear tanto el termino de escollera como el de rompeolas ya que si la función específica de este último es disipar la energía del oleaje al romper este sobre ella también encausa a las embarcaciones y la escollera también disipa la energía de la ola.

Las escolleras se pueden construir con elementos naturales o artificiales. El elemento natural utilizado es la roca producto de la explotación de canteras.

La sección transversal de una escollera contempla generalmente un mínimo de tres zonas: coraza, capa secundaria, y núcleo; formadas con elementos de tamaño especificado.

En el banco de roca se lleva a cabo la clasificación de los elementos según su peso para colocar los más pesados en la coraza y los más ligeros en el núcleo.

Cuando existen bancos de roca con una distancia tal -
que resulte económico su acarreo a la obra, pero se -----
obtienen tan' fracturadas que el tamaño máximo de las rocas
obtenidas sólo puede ser utilizado en el núcleo y capas -
intermedias, la practica usual es formar la coraza con --
elementos artificiales prefabricados.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESCOLLERAS.

Hay dos tipos principales de escolleras, la de pared vertical y la de enrocamiento. Pertenecen a esta segunda clasificación, identificándose comunmente por los materiales usados en su construcción los siguientes: roca natural, bloque de concreto, una combinación de roca y de concreto, los tetrápodos y tribarras de concreto y otras formas irregulares.

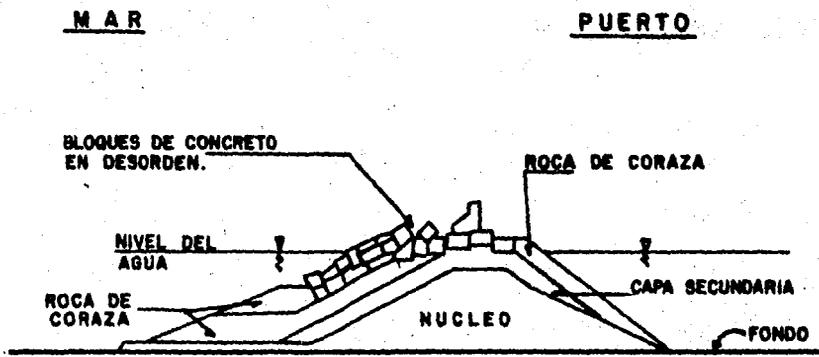
Estas escolleras pueden terminarse en cada caso con monolitos de concreto o muros marinos para romper la fuerza de las olas para evitar el chapoteo y la aspersion que logra pasar por arriba.

En la primera clasificación mencionada de escolleras, o sea, las de muro, existen tipos como paredes o muros de gravedad de bloques de concreto, cámaras o compuertas de concreto, celdas de pilares rellenas de roca, rejas de madera rellenas de roca y paredes de tablaestacas de acero ó concreto.

2.1. ESCOLLERAS DE ENROCAMIENTO.

La abundancia de roca durable a bajo costo ha conducido a la aceptación de escolleras de enrocamiento en una mayor medida que cualquier otro tipo para proteger puertos a lo largo de las costas.

Cuando no hay roca natural disponible, o cuando ésta no puede producirse en forma económica, o del tamaño suficiente para acorazar la escollera, pueden usarse como coraza bloques de concreto, o formas irregulares de concreto como los tetrápodos o tribarras. Una escollera típica acorazada con bloques de concreto de colocación desordenada se muestra en la figura indicada a continuación.



El peso de grandes bloques artificiales de concreto - está limitado solamente por el equipo capaz de manejarlos. Quitando esta limitación, es posible diseñar escolleras - para olas de cualquier tamaño; según la experiencia reciente estas olas no exceden los 14 m. de altura. Los bloques de concreto que se utilizan regularmente tienen - un peso aproximado de 50 a 60 ton.

Los tetrápodos son unidades de concreto precolado con cuatro patas en forma de cono truncado, como se indica en la figura No. 2.1

Las tribarras son unidades para coraza de concreto de forma especial, como se podrá observar en la figura No. - 2.2.

La estabilidad de una escollera de enrocamiento depen de principalmente del peso y de la forma de las piezas -- individuales de la roca de coraza y el talud en que son - colocadas éstas. Pero las unidades deben colocarse en - forma adecuada sobre el talud y entrelazarse unas con - - otras para formar una envoltura estable y con un ajuste - razonablemente estrecho alrededor del núcleo.

El peso requerido para las piezas individuales de roca de coraza variará con el grado de inclinación con el -

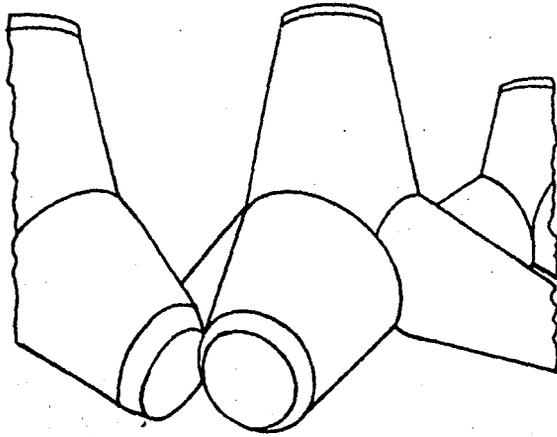


FIG. 2.1 VISTA DE UNA PIEZA DE CORAZA DE TETRAPODOS.

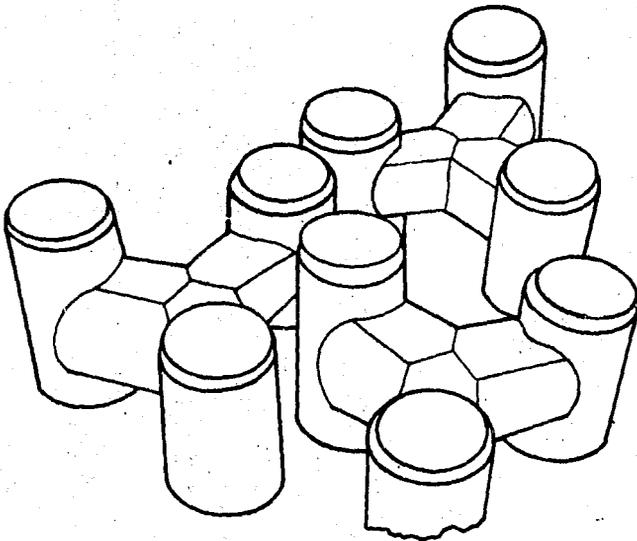
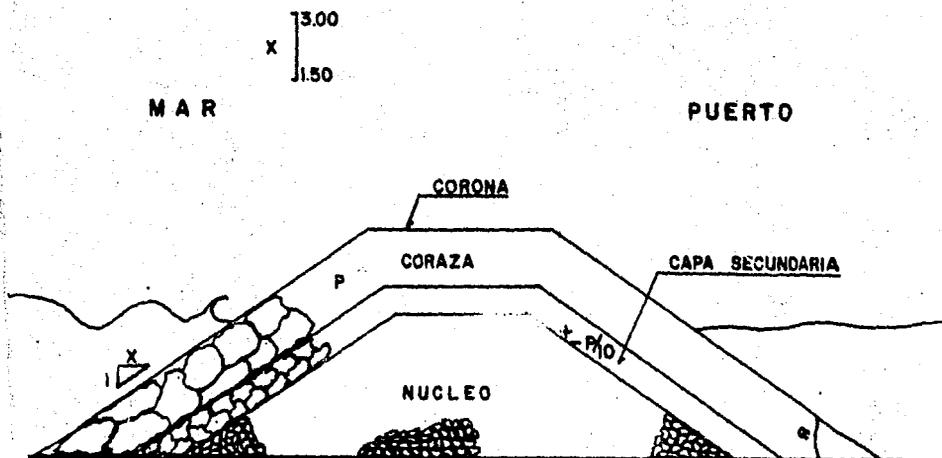


FIG. 2.2 PIEZA DE CORAZA DE TRIBARRAS.

que se colocan, lo cual nos indica que en los taludes pronunciados se requieren rocas más pesadas y por consiguiente en los taludes más planos, rocas más ligeras.

2.1.1 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UNA ESCOLLERA DE ENROCAMIENTO.

Los elementos que constituyen una obra de éste tipo - son fundamentalmente y en general, el núcleo y los mantos protectores, dentro de los que se considera la capa de coraza y la secundaria.



2.1.2 DIMENSIONAMIENTO.

En la determinación del peso de las rocas mínimo necesario para garantizar la estabilidad de la estructura, se puede utilizar la expresión propuesta por el investigador Hudson, en la que se ligó las características del material empleado con la altura de la mayor ola que pueda romper sobre la obra.

$$P = \frac{\gamma_m H^3}{K_d (S_m - 1)^3 \cotg. \alpha}$$

donde:

P = peso de los elementos en toneladas.

γ_m = peso específico del material en ton/m³

K_d = coeficiente adimensional que depende del tipo de material y del desgaste que se le quiera asignar.

S_m = densidad del material.

α = ángulo formado por el talud y el fondo.

H = altura de la ola en metros.

En cuanto al espesor de la capa, en sentido normal al talud, deberá ser el necesario para disponer aproximadamente, y como mínimo, de dos capas de roca, o sea:

$$e = 2 \sqrt[3]{P/\gamma_m}$$

en donde:

e = espesor de la capa en metros.

p = peso de los elementos en toneladas.

γ_m = peso específico del material en ton/m^3 .

CAPA SECUNDARIA.

Para calcular el peso de las rocas que forman la capa secundaria por lo regular se toma como base el peso del material de coraza, ya que la experiencia en la construcción de este tipo de obras, indica que el peso de éstos cantos oscila de 1/10 a 1/15 del peso de la roca utilizada en la capa de coraza.

NUCLEO.

El núcleo es la parte central y zona de apoyo de los mantos protectores. Esta zona no está sometida a la ----

acción directa de la ola y debe cumplir con la condición de filtro, impidiendo con ésto que la agitación exterior se transmita a la zona de calma que ocasionarán las escolleras en la desembocadura del río, con lo que se incrementará la seguridad en el acceso al puerto. El peso de sus cantos se considerará que varía de 1/100 a 1/200 del peso del material usado en la coraza.

ALTURA DEL CORONAMIENTO.

Una vez definidos los mantos protectores y el núcleo, el siguiente paso consiste en determinar la altura del coronamiento por encima del nivel del mar, con la característica de que sea tal la dimensión, que la ola o rociación que ésta provoque no la logre rebasar.

Para evitar ésto último, la altura de coronamiento se calcula tomando en cuenta un factor de seguridad que se relaciona con la ola de diseño, en adición al mayor nivel de marea registrado.

ANCHO DEL CORONAMIENTO.

El ancho del coronamiento se deriva del procedimiento constructivo y del tamaño de roca que formará la coraza. Deberá ser el suficiente para que quepan 4 o 5 cantos

cuando menos, o bien, que sea el necesario para permitir el paso de los camiones de volteo, plataformas y grúas - que hayan de utilizarse en la construcción de la obra, - con algunas zonas de ampliación en las que se puedan - - efectuar maniobras.

2.2. ESCOLLERAS DE PARED VERTICAL,

Las escolleras de pared vertical se han construido de bloques de concreto, de cámaras de acero o de concreto, - de tablaestacas de acero lastradas con roca, de cribas de madera lastradas con roca y paredes de tablaestacas de -- acero o de concreto.

Los bloques de concreto se han utilizado más en Europa que en el Hemisferio Occidental para la construcción - de escolleras de pared vertical. Los cajones de concreto se han usado bastante para escolleras en los Grandes Lagos así como para proteger puertos en Europa. Los cajones de concreto tienen la ventaja de reducir considerablemente el tiempo de construcción en el agua, siendo este - un factor muy importante cuando el mar está agitado y el tiempo de trabajo del equipo flotante está limitado. Con este tipo de obra una gran cantidad de trabajo puede hacerse en tierra, y puede seleccionarse un tiempo de calma relativa y buen tiempo para ejecutar la instalación.

Las escolleras construidas con bloques o cajones de - concreto se cimentan en general sobre cascote, a menos -- que la profundidad del agua no exceda de 15 a 18 m. En -

profundidades menores, a no ser que el fondo sea muy duro y resistente, debe colocarse siempre un muro de gravedad sobre un cimiento sólido o de cascote de roca u otro material apropiado, de suficiente profundidad para distribuir la carga a una presión segura de apoyo sobre el suelo --- subyacente. La plantilla debe extenderse a una distancia suficiente para evitar la socavación y el arrastre de la escollera. Como regla general, esta distancia no debe -- ser menor que la cuarta parte de la máxima longitud de -- ola, si se quiere eliminar completamente la socavación.

Las escolleras de tablaestacas celulares se han usado con éxito considerable en los Grandes Lagos, sin embargo, nunca se ha generalizado su uso debido a que son difíciles de construir en lugares expuestos. Cuando se usan, -- son generalmente del tipo autosoportado, esto es, cada -- celda es estable por si misma cuando se lastra con roca -- u otro material apropiado. La construcción debe exten-- derse a una profundidad suficiente para evitar los efec-- tos de socavación y, en consecuencia, debe llegar bastan-- te abajo del fondo del puerto. La profundidad mínima de penetración no es usualmente menor a los 3.0 m. a no ser-- que el fondo sea de roca u otro material muy duro. La -- parte superior de la construcción debe extenderse al do--

ble de la altura máxima del oleaje sobre el agua. Pero las planchas pueden terminar justo al nivel del agua llamada "alta", con un muro marino de concreto colado en el lugar y construido a la altura necesaria. Cuando una red de tablaestacas se extiende a la altura total, puede taparse con roca pesada, bloques de concreto o losa de concreto colado en el lugar.

Las escolleras de tablaestacas de acero o concreto se usan algunas veces cuando el fondo es suave y el material se extiende a una profundidad considerable. El tablaestacado por lo general se cubre con concreto y está soportado por una batería de pilares. Este tipo de construcción es adecuado sólo cuando la altura del oleaje no excede -- los 3.0 m.

3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.

3.1. MATERIALES

3.1.1 Los materiales empleados en la construcción de escolleras son: roca en sus diferentes tamaños, concreto hidráulico, concreto asfáltico, arena, tablaestaca, elementos precolados, bolsas rellenas de concreto o combinación de varios de ellos.

3.1.2 El material pétreo natural podrá ser producto de la explotación de pedreras, de depósito de roca, o bien de otra fuente de suministro, autorizada por el Representante

3.1.3 El material pétreo natural que se emplee en la construcción de rompeolas y escolleras, estará constituido por fragmentos de roca, densa y resistente a la acción del agua del mar y graduada por tamaños como se indique en el proyecto y/o de acuerdo a las órdenes del Representante. No se permitirá el uso de ninguna clase de tierra, de arena, de polvo de roca, en cantidades mayores de cinco por ciento (5%) en peso, de los materiales pétreos. A los materiales que se pretenda utilizar en la construcción de los rompeolas y las escolleras, deberán hacerseles las siguientes Pruebas de laboratorio: examen petrográfico, den-

sidad, absorción, desgaste y resistencia al intemperismo.

3.1.4 El material ya colocado en la obra y que no cumpla con las especificaciones del proyecto, deberá ser retirado y substituido por cuenta del Contratista.

3.1.5 Cuando no se disponga de roca del peso requerido para la capa secundaria y/o coraza, se podrá emplear elementos precolados de concreto hidráulico, tales como bloques, tetrápodos, dolos, "doms", "estabilits" y otros. En este mismo caso, se podrán emplear rocas aglutinadas con mezcla asfáltica, o bien núcleo de arena recubierto con mezcla asfáltica.

3.1.6 Los rompeolas y escolleras, construidos con tabla estacas metálicas, deberán estar constituidas por celdas y cajones de tablaestacas hincadas como se indique en el proyecto.

3.2. EJECUCION

3.2.1 El Contratista solamente deberá cargar el material pétreo ya clasificado, que se requiera para seguir la secuencia de construcción de las diferentes capas que forman el enrocamiento.

3.2.2 El material deberá cargarse preferentemente, en -

charolas o en cajas metálicas, que se transportarán en --
plataformas de camión o de ferrocarril. El material pé--
treo también se podrá transportar en vehículos de volteo-
o en chalán.

3.2.3. Para efectuar dicha carga, el Contratista deberá--
contar con el equipo adecuado, como grúas, palas mecáni--
cas y otros cargadores, a satisfacción del Representante.

3.2.4 Cuando el transporte del material tenga que hacer
se por carreteras, el Contratista gestionará con las auto-
ridades correspondientes la autorización para transitar -
por ellas, teniendo en cuenta la capacidad máxima del ve-
hículo que podrá transitar sobre el camino por recorrer.-
La Secretaría apoyará dichas gestiones.

3.2.5 Las localizaciones, alineamientos y niveles que -
requieran las obras, serán proporcionados en los sitios -
de las mismas por el Representante, quien fijará los mo-
numentos, bancos de nivel y estacas que sea necesario es-
tablecer en el terreno, por una sola vez. El Contratista
asume la responsabilidad total por las dimensiones deta-
lladas y elevaciones de las distintas partes de la obra,-
a partir de las líneas y niveles que el Representante pro-
porcione. En caso de que el Contratista no conserve ade-

cuadramente los monumentos y estacas, su reconstrucción o --relocalización será hecha por el Representante pero por --cuenta del Contratista. El Representante y el Contratista firmaran de conformidad el plano relativo a los citados --alineamientos, niveles y localizaciones.

3.2.6 El núcleo se construirá con fragmentos de roca, de tamaño mínimo de veinte (20) centímetros.

3.2.7 Cuando el nivel de la corona del núcleo, coincida con el nivel cero (0.00) o esté abajo de éste, será necesario que el Contratista emplee chalanes, charolas de volteo manejadas con grúas, o cualquier otro sistema similar, con el cual se pueda depositar el material pétreo, de --acuerdo con las líneas y niveles establecidos. Cuando el nivel de la corona del núcleo se encuentre arriba de la --elevación cero (0.00), el núcleo se podrá construir en par--te con camiones de volteo, pero los taludes de proyecto, --se afinarán colocando la piedra especificada, por medio de grúa equipada con charola, bote o cualquier otro aditamen--to similar. En este caso, se deberá procurar que el mate--rial se coloque gradualmente, variando del menor al mayor--peso especificado, de adentro hacia afuera, dejándose de --tramo en tramo retornos para facilitar las maniobras del --equipo de transporte. Al terminarse la obra, los materia--

les utilizados en dichos retornos, deberán retirarse al lugar indicado por el Representante.

3.2.8 El Representante determinará en cada caso y dependiendo de la violencia del oleaje, la longitud del núcleo que pueda permanecer sujeta a esta acción, antes de ser protegida por la capa secundaria; por lo tanto, no deberá avanzarse en la construcción del núcleo, una longitud mayor que la indicada.

3.2.9 La capa que inmediatamente protege el núcleo, estará formada por fragmentos de roca de los pesos indicados en el proyecto. Para evitar una clasificación mecánica especial, se indicarán en el proyecto y/o por el Representante las variaciones en peso que podrán tener dichos fragmentos.

3.2.10 La colocación de la roca para formar la capa secundaria, deberá hacerse con la grúa adecuada y equipada con los aditamentos apropiados autorizados, como son, estrobos, garras, almejas, redes, charolas y otros. La capa secundaria se irá protegiendo con piedra de coraza, a medida que se avance en el trabajo de acuerdo con las indicaciones del Representante.

3.2.11 Antes de continuar con la construcción de un nue-

vo tramo de núcleo y de la capa secundaria, se deberá proceder a colocar la siguiente capa que constituirá la coraza, también con el empleo de grúa adecuada, que permita acomodar la piedra de acuerdo con las líneas y niveles indicados en el proyecto, la corona deberá tener un ancho mínimo de dos punto cincuenta (2.50) a tres (3) metros. Se tratará de reducir en lo posible, la cantidad de huecos entre piedra y piedra. En algunos casos será necesario el empleo de grúas montadas sobre chalanés, para poder completar la colocación de la piedra en los taludes.

3.2.12 Los bloques, tetrápodos, dolos, "doms" o "estabilits" se deberán descargar de los vehículos que los transporten y colocar en la obra con el empleo de una grúa de capacidad suficiente y equipada con los aditamentos indicados para el manejo del elemento de que se trate.

3.2.13 El concreto deberá cumplir con las Normas de construcción indicadas en los incisos 3.9., 3.10., 3.11., --- 3.12., referente al concreto hidráulico utilizado en --- obras marítimas y portuarias.

3.2.14 Los elementos precolados solamente se podrán manejar, transportar y colocar en el sitio de la obra, cuando su resistencia alcance el setenta y cinco por ciento --- (75%) de la del proyecto.

3.2.15 Cuando se trate de rompeolas y/o escolleras con enrocamiento y concreto asfáltico, después de colocar la última capa de piedra, de mayor peso, se deberá aplicar la mezcla asfáltica aglutinante a una temperatura de ciento ochenta a doscientos treinta grados Celsius (180°C a 230°C), empleando cajas metálicas de volteo, manejadas -- con grúa de la capacidad requerida.

3.3. MEDICION

3.3.1 La piedra para la construcción, de rompeolas y/o escolleras, se medirá por peso, de acuerdo con lo estipulado en el contrato, tomando como unidad la tonelada, para lo cual deberá instalarse en el lugar de la obra, una báscula que deberá ser verificada debidamente y tendrá -- que ser revisada periódicamente para su compostura, en su caso. Los acarreos se medirán para la tonelada-kilómetro de piedra. Los vehículos en los que se transporte y pese la piedra, serán aprobados previamente por el Representante.

3.3.2 Los elementos precolados que se empleen en rompeolas y/o escolleras, se cuantificarán en una de las formas siguientes:

- a) Por volúmen, tomando como unidad el metro cúbico -

de concreto.

- b) Por pieza, de acuerdo al tipo y clase que indique el proyecto.

3.3.3 La mezcla asfáltica empleada en la construcción de rompeolas y/o escolleras, se cuantificará por volumen, tomando como unidad el metro cúbico compacto.

3.4. BASE PARA EL PAGO

3.4.1 La piedra empleada en la construcción de rompeolas y/o escolleras, se pagará a los precios unitarios fijados en el contrato, para la tonelada de piedra colocada en la obra, según la clase de que se trate.

3.4.2 El precio unitario del suministro y colocación de piedra natural para núcleo, capa secundaria, coraza y morro de rompeolas o escollera deberá incluir las erogaciones que el Contratista tenga que efectuar como explotación, selección, acopio, carga, acarreo en el primer kilómetro, desperdicios, regalías y descarga en la posición definitiva que marque el proyecto y/o el Representante -- ordene.

3.4.3 El acarreo por kilómetro subsecuente al primero, de la piedra natural para formación de núcleo, capa secunda-

ria, coraza y morro de rompeolas y escollera se pagará de acuerdo a lo que fije el contrato para la tonelada-kilómetro.

3.4.4 Los rompeolas y escolleras constituidos por bolsas rellenas de concreto, se pagarán de acuerdo a una de las dos formas siguientes:

- a) A los precios unitarios fijados en el contrato para el metro cúbico de concreto hidráulico, de acuerdo con lo especificado en el inciso 3.12.
- b) A los precios unitarios fijados en el contrato, para la pieza del tipo y clase de que se trate, este precio incluye: el suministro de todos los materiales puestos en obra, equipo, consumo, operación, mano de obra, herramientas y demás cargos correspondientes.

3.4.5 Los rompeolas y escolleras constituidos por elementos precolados se pagarán a los precios unitarios fijados en el Contrato, de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.8.

ELEMENTOS PRECOLADOS

3.5. MATERIALES

3.5.1 El material que se emplea en el elemento terminado es concreto simple o reforzado.

3.5.2 En la fábrica de los moldes para los bloques, tetrapodos, dolos "doms" o "stabits" se podrá usar madera, lámina metálica, fibra de vidrio y otros.

3.6. EJECUCION

3.6.1 Los moldes deberán estar debidamente dimensionados y estructurados, en tal forma que se eviten deformaciones y/o escurrimientos al efectuarse el colado.

3.6.2 En caso de que los elementos sean de concreto reforzado, el acero correspondiente se colocará dentro de los moldes ajustándose a las especificaciones que se refieren al acero para concreto hidráulico.

3.6.3 El colado de concreto, se efectuará ajustándose a lo especificado en las normas que rigen para el Concreto-Hidráulico.

3.6.4 Para la fabricación de los elementos precolados,-

el Contratista deberá acondicionar los patios y mesas -- que se requieran para el colado.

3.6.5 Los elementos precolados se fabricarán con los -- dispositivos necesarios que faciliten su manejo.

3.6.6 Los moldes de los elementos ya colados, no deberán retirarse sino hasta después de veinticuatro (24) horas - de efectuado el colado, cuando menos..

3.6.7 Después de retirar los moldes, los elementos deberán curarse según lo establecido por las normas que se refieren al Concreto Hidráulico y/o lo que ordene el Representante.

3.6.8 El manejo y colocación de los elementos fabrica-- dos no se deberá efectuar antes de que, por lo menos, al lancen una resistencia del setenta y cinco por ciento --- (75%) de la del proyecto.

3.6.9 El manejo y la colocación de los elementos precolados se hará con el equipo que apruebe el Representante.

3.6.10 Los elementos precolados deberán colocarse a partir del pie del talud, hacia arriba, hasta la corona.

3.6.11 Dicha colocación deberá efectuarse de acuerdo con el proyecto, para que haya una buena trabazón entre ellos

3.7. MEDICION

3.7.1 El concreto simple para fabricación de bloques, - tetrápodos, etc., se medirá tomando como unidad el metro-cúbico.

3.7.2 El concreto hidráulico en losas para formación de patios o mesas de colado, se medirá tomando como unidad - el metro cúbico.

3.7.3 El acarreo y colocación de bloques de concreto, - tetrápodos, etc., del patio de colados al sitio definitivo, se medirá tomando como unidad la pieza.

3.8 BASE PARA EL PAGO

3.8.1 El concreto simple empleado en la fabricación de bloques, tetrápodos, etc., se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico.

Este precio incluye: materiales, elaboración del concreto y curado, fabricación y uso de moldes y manejo dentro del patio de colados.

3.8.2 La elaboración y colado de concreto hidráulico en losas para formación de patios o mesas de colados, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico.

Este precio incluye: materiales, fabricación y uso de moldes, juntas de construcción rellenas con asfalto, colocación de varillas pasajuntas.

3.8.3. El acarreo y colocación de bloques de concreto, - tetrapodos, etc., del patio de colados al sitio definitivo, se pagará a los precios fijados en el contrato para la pieza, incluyéndose en estos, todas las maniobras de carga y descarga, y su colocación en la obra.

CONCRETO HIDRAULICO EN OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS.

Los concretos que permanezcan dentro del agua salada o que estén expuestos al ambiente marino se compondrán de cemento Portland, agregado grueso, agregado fino, aditivos y materiales de relleno cuando se permitan, y agua mezclados y dosificados como aquí se especifica. Los concretos se designarán de acuerdo con la resistencia a la compresión ($f'c$) desarrollada a los veintiocho (28) días; por clases; por factor cemento, en sacos de kilogramos -- por metro cúbico de concreto. El concreto clase A contendrá un mínimo de trescientos treinta (330) kilogramos de cemento Portland por metro cúbico.

El concreto clase B contendrá un mínimo de doscientos ochenta (280) kilogramos de cemento Portland por metro cúbico.

El concreto clase C contendrá un mínimo de doscientos treinta (230) kilogramos de cemento Portland por metro cúbico.

El concreto clase D contendrá un mínimo de cuatrocientos (400) kilogramos de cemento Portland por metro cúbico.

Al concreto se le designará por su resistencia a la -

compresión; siempre que en los planos se indique concreto de resistencia ($f'c$) igual o mayor que doscientos (200) - kilogramos sobre centímetro cuadrado; el Contratista determinará, en cada caso, las proporciones de los materiales para obtener el concreto pedido, pero nunca podrá con tener menos de trescientos treinta (330) kilogramos, ni más de cuatrocientos cincuenta (450) kilogramos de cemento por metro cúbico de concreto; además deberá cumplir -- con la resistencia fijada en el proyecto y/o las especificaciones del concepto de trabajo.

3.9 MATERIALES

3.9.1 El cemento Portland que se utilice, en cada caso, será del tipo que indique el proyecto o del que ordene el Representante.

3.9.2 Cuando se especifique o el Representante lo autorice se agregarán a los concretos el aditivo o aditivos - necesarios para impartirles determinadas características.

3.9.3 AGREGADO GRUESO. El agregado grueso estará constituido por grava natural, roca triturada, escoria de fundición, material coralino, conchas de ostión, conchas de almeja o combinaciones de algunos de estos materiales. - En concretos presforzados sólo se usará grava producto de trituración de roca.

3.9.4 AGREGADO FINO. El agregado fino será de arena natural, material resultante de trituración de roca u otros materiales inertes que tengan características similares y que sean aceptados por el Representante.

3.9.5 Los agregados para concreto empleados en estructuras deberán estar libres de tierra, álcali, material vegetal y otras sustancias perjudiciales, ya sea que se encuentren libres o adheridos a los agregados. Los agregados serán entregados en los lugares que indique el Representante y almacenados separadamente.

3.9.6 SUBSTANCIAS DELETEREAS. En los concretos reforzados o presforzados, el agregado fino no podrá contener materiales deletéreos más allá de los siguientes límites.

MATERIAS	PORCENTAJE MAXIMO ACEPTABLE, EN PESO
Terrones de arcilla.....	1.00
Carbones y lignina.....	0.25
Finos menores que la malla Núm. 200.....	3.00
Otras sustancias deletéreas...	2.00

3.9.7 El agua empleada para lavar agregados, fabricar y curar concreto reforzado y/o presforzado, expuestos al ambiente marino o en contacto con el agua de mar, será limpia, libre de aceites, ácidos, materia orgánica y otras - substancias deletéreas.

3.10 EJECUCION

3.10.1 REQUISITOS GENERALES. Antes de iniciar los trabajos, el Representante debe ser ampliamente informado por el Contratista, acerca de los métodos de construcción que éste se propone emplear, los cuales quedaran sujetos a la aprobación del Representante. Todo plano para las formas y obras falsas empleadas para muelles y otras superestructuras deberán tener la aprobación del Representante; pero ello no releva al Contratista de su responsabilidad por el equipo, formas, obras falsas y métodos que emplee en la realización de los trabajos.

3.10.2 MEDICION DE MATERIALES. El cemento será medido - por peso ó en sacos de cincuenta (50) kilogramos. Cuando el cemento se mida por peso, será pesado en báscula, diferente a la usada para otros materiales. Cuando el cemento se mida en sacos no se permitirán fracciones de saco, - a menos que se pesen. Los agregados serán medidos por pe

so o por volumen cuando lo autorice el Representante; los pesos de la bachada se basarán en materiales secos.

3.10.3 FABRICACION DEL CONCRETO. Todo el concreto para estructuras será fabricado mecánicamente, excepto que el Representante autorice qué revolturas de un cuarto (0.25) de metro cúbico o menores, sean fabricados a mano. Cuando la temperatura del aire sea mayor de treinta grados -- Celsius (30°C), deberá usarse un retardador de fraguado, aprobado por el Representante. El concreto será entregado mezclado en el sitio de la obra utilizando una de las operaciones siguientes:

- a) Mezclado en una mezcladora estacionaria y transportado al lugar de entrega en un camión con agitador. Este método se conoce como "Concreto mezclado en planta".
- b) Mezclado parcialmente en una mezcladora estacionaria completando la mezcla en revolvedora de camión.
- c) Mezclado completo en una revolvedora de camión.

3.10.4 CONCRETO COLADO BAJO AGUA SALADA. Todo concreto utilizado en estructuras sumergidas en agua salada se elaborará a base de cemento Tipo II, tal como lo fije el proyecto y/o lo ordene el Representante.

3.10.5. Para colar concreto bajo el agua se utilizará el-

equipo conocido como tubo embudo, trompa de colado o "tremie". Este concreto se sujetará en su proporcionamiento, a lo que se indica a continuación:

- a) Sólo se empleará grava natural. Para grandes masas el agregado grueso tendrá un tamaño máximo de tres punto ocho (3.8) centímetros. Para masas pequeñas o en concreto reforzado, el agregado máximo será de uno punto nueve (1.9) centímetros.
- b) El agregado fino o arena deberá usarse en la cantidad suficiente para garantizar la manejabilidad de la mezcla. Se empleará entre el cuarenta y dos por ciento (42%) y el cuarenta y cinco por ciento (45%) pero nunca menos del cuarenta por ciento (40%).
- c) La mezcla será rica en cemento. Para grandes masas se usará siete y medio (7.5) sacos, por metro cúbico de concreto; para volúmenes pequeños, o casos difíciles, se usará nueve (9) sacos por metro cúbico de concreto.

3.10.6 REVENIMIENTO. Deberá emplearse concreto con revenimiento promedio de quince (15) a dieciocho (18) centímetros, con un mínimo de trece (13) centímetros y un máximo de veinte (20) centímetros.

3.10.7 ADITIVOS. En casos específicos se permitirá el -

uso de retardantes y plastificantes, pero no de aceleradores de fraguado.

3.10.8 EQUIPO. El tubo embudo, deberá tener un diámetro de veinticinco (25) a treinta (30) centímetros.

3.10.9 PROCEDIMIENTO. Con el empleo de una trompa ha de colarse una superficie de treinta (30) metros cuadrados, -aproximadamente; superficie que puede variar de acuerdo - al espesor del colado, al congestionamiento de pilotes, - al acero de refuerzo y a la configuración de la estructura. Cuando deba colarse un área mayor, en la que resulte impráctico utilizar varias trompas para colar simultáneamente, se podrá cambiar de posición la o las trompas utilizadas a medida que se avanza en el colado. Las trompas no deberán trasladarse a través de la masa de concreto, - sino que deberán elevarse y extraerse de la masa para continuar colando más adelante. Durante el proceso del colado, la trompa deberá mantenerse embebida en el concreto fresco, manteniéndola a una profundidad de cincuenta (50) centímetros hasta a uno punto cincuenta (1.50) metros, dependiendo de la rapidez de flujo y de la carga de altura del concreto en la trompa. A mayor penetración, menor pendiente de escurrimiento, lo que exigirá un retardante de fraguado autorizado por el Representante. No se permi

tirá bombear el concreto para alimentar la tolva de la --
trompa; para esta alimentación se emplearán revolvedoras
montadas en camión o simples ollas revolvedoras. Para --
continuar un colado interrumpido más de una (1) hora, y -
si el concreto ha fraguado se deberá lavar la superficie,
previo al nuevo colado, con agua a presión para renovar -
la nata. Si ésta no se remueve antes de que endurezca el
concreto, y hay la necesidad de quitarla se emplearán he-
rramientas adecuadas, autorizadas por el Representante.

3.11 MEDICION

3.11.1 Para fines de pago, la medición del concreto hi--
dráulico que permanezca dentro del agua salada o que esté
expuesto al ambiente marino se hará tomando como unidad -
el metro cúbico, el metro lineal, del elemento de que se
trate o la pieza según el caso. Como base se tomarán las
dimensiones que establezca el proyecto, con los cambios -
autorizados por el Representante. Cada clase o designa--
ción de concreto se medirá por separado.

3.12 BASE PARA EL PAGO

3.12.1 El concreto hidráulico que permanezca dentro del
agua salada o que esté expuesto al ambiente marino se pa-
gará al precio que en el contrato se haya convenido para

el metro cúbico o metro lineal del elemento de que se tra
te, o la pieza, de acuerdo con la clase o designación del
concreto.

4. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION Y EQUIPO QUE SE UTILIZA.

El capítulo que se presenta a continuación trata de de-
linear en forma general, el procedimiento a seguir para la-
construcción de las escolleras de enrocamiento; se incluye-
además un listado donde se contempla el equipo que regular-
mente es utilizado.

4.1 LOCALIZACION DEL ESCOLLERADO.

Los factores principales que regularmente se toman en cuenta para la ubicación de las escolleras, son los estudios de oleaje y por consiguiente la tendencia que sigue el acarreo litoral con respecto a la desembocadura.

Esta ubicación se lleva a cabo de tal forma que se -- proteja totalmente el acceso al puerto, al interceptar el tren de olas y detener a la vez el material de arrastre -- que se ocasiona, con lo que se tendrá un doble beneficio: eliminar el azolvamiento por parte del material de aca--- rreo en la boca del río, y proporcionar una zona fáclimen te transitable para las embarcaciones.

4.2. EQUIPO A EMPLEAR EN LA CONSTRUCCION DE ESCOLLERAS.

Uno de los problemas más frecuentes con los que se en frenta el ingeniero al planear la construcción de una --- obra, es la selección del equipo más adecuado. Esta se-- lección depende de muchos factores entre los cuales se -- puede mencionar los siguientes: tipo y magnitud de la obra principalmente, disponibilidad de refacciones, costos de operación, depreciación, etc. Un análisis exhaustivo de éstos factores será determinante en la selección del tipo

y cantidad del equipo necesario para la adecuada construcción de la obra.

El equipo a emplear en la construcción de escolleras puede estar constituido de la siguiente manera, variando su capacidad de acuerdo al tamaño y peso de las rocas que se requerirán en la obra.

Track Drill

Compresoras

Pistolas Neumáticas

Tractores D8-K ó similares

Cargador Frontal

Camiones Plataforma Terex R-35 ó similares

Camiones de volteo (Euclides) F-600 ó similares

Chalán

Remolcador

Grúas P&H 40 ton. ó similares

La maquinaria mencionada se empleará distribuyéndola de acuerdo al tipo de trabajo que se requiera en cada una de las etapas de construcción.

De tal forma, que para la explotación del banco de roca serán utilizados los Track Drill que se encargarán de

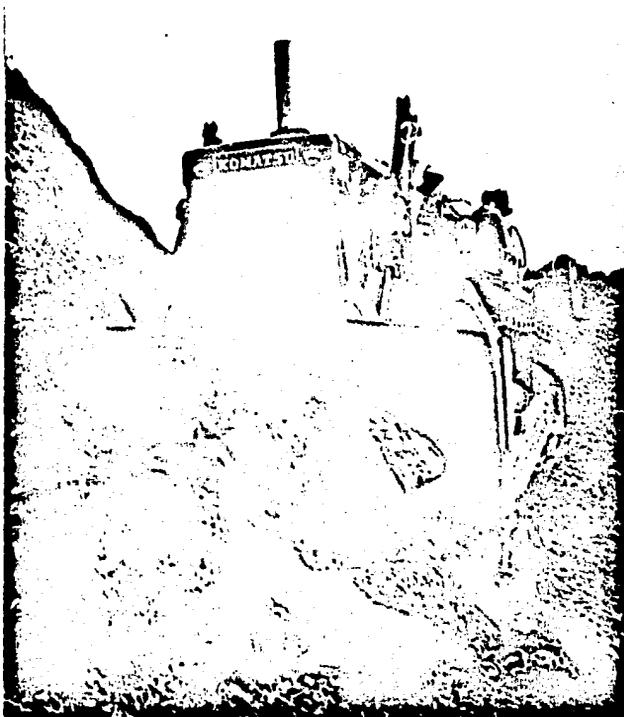
hacer los barrenos, con el fin de realizar las tronadas y así obtener las rocas en los tamaños requeridos por las estructuras.

Cabe mencionar que los bancos de materiales o pedreras para la construcción de escolleras, espigones u obras marítimas, se explotan en forma diferente a las pedreras para la construcción de caminos, debido a que en las obras marítimas se trata de obtener material de gran tamaño para la coraza.

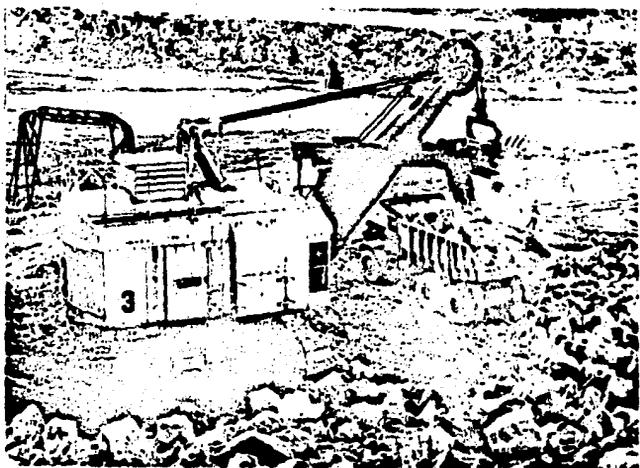
Con las pistolas neumáticas se barrenarán los taludes del banco para después dinamitar y emparejarlos, para evitar que después de la tronada queden salientes de roca -- que impidan el trabajo de los cargadores y tractores, continuando así con una explotación pareja, es decir, con la pared vertical.

Una vez que las rocas han sido desprendidas del banco éstas deberán ser clasificadas por tamaños. Para esta operación se empleará un tractor que clasifique el material de núcleo, capa secundaria y coraza.

Con el cargador frontal se cargará tanto material de núcleo como de capa secundaria a los camiones de volteo, para su transportación hasta el sitio de la obra.



Vista de un tractor acomodando el material despues de --
una tronada.



En esta vista se puede observar el equipo utilizado en -
las pedreras, para la carga y el transporte del material
a la obra.

Las rocas de coraza por su gran peso y tamaño serán - manejadas mediante camiones plataforma con algún aditamento especial, como lo son las charolas con asas en su ex-- tremos en las que se depositarán estas rocas mediante el tractor y cables acerados, que se emplearán para sujetar y subirlas, facilitándose así su transporte. De esta manera la colocación del material será más cómoda y eficaz.

La colocación de la roca se hará con camiones de volteo y grúas. Los camiones de volteo colocarán el núcleo y capa secundaria, en tanto que la grúa las rocas de corza y también aquellas que no se hayan alcanzado a colocar a volteo en las bases de los taludes.

4.3. EXPLOTACION DEL BANCO SELECCIONADO.

El procedimiento de explotación del banco se fijará - de tal modo que se obtengan rocas de diversos tamaños y - que además den el peso mínimo establecido por el diseño; - esto es, para el núcleo piedras que van prácticamente desde rezaga hasta el peso requerido continuando en peso y - tamaño las rocas para capa secundaria y para coraza.

Se recomienda que el ataque al banco se lleve a cabo - a cielo abierto, con barrenos verticales como posición -- más favorable para producir el volteamiento del frente de

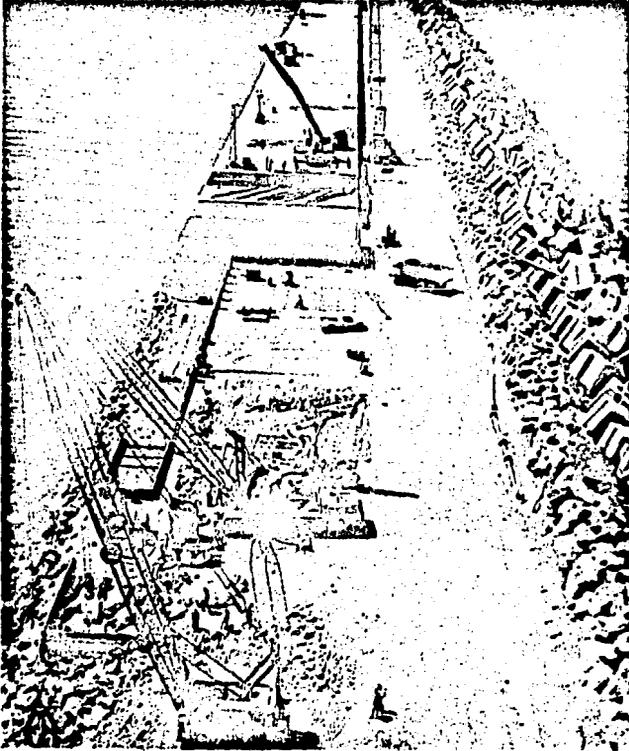
la cantera, con lo que se seguirá facilitando el dinamitado.

Esto último, aunado al tipo de explosivo que se habrá de tratar, al igual que el espaciamento, diámetro, profundidad y carga que llevarán los barrenos, queda a consideración de la brigada de perforación y dinamitado que -- habrá de ejecutar éstos trabajos.

Es necesario hacer hincapié en que esta brigada deberá contar con gente experimentada, para que al explotar - el banco se obtengan los elementos requeridos sin abundar en los desperdicios, pues esto repercutirá en el costo - de la obra.

Ya que el producto de las detonaciones serán rocas de diversos tamaños, tendrán que clasificarse de acuerdo al lugar que ocuparán en las estructuras, eliminando todo el desperdicio que se tenga y facilitando así toda maniobra que se ocasione en el área de trabajo.

Por último, cabe hacer la aclaración que el volumen - de roca que se explote deberá ser mayor al que en un momento determinado requiera la obra, evitando con esto que los camiones tengan que esperar por falta de material para transportar.



En esta vista se puede apreciar el equipo utilizado en -
la colocación del material de coraza.

4. TRANSPORTACION DE MATERIAL A LA OBRA.

Para la transportación del material en la construcción de escolleras de enrocamiento, se requiere de caminos de acceso muy bien contruidos y conservados entre los bancos de roca y la obra.

Ya que en nuestro país existen pocos caminos construídos para llegar a los bancos de roca, se puede optar por transportar el material por medio de los caminos de mano obra o bien por el río utilizando chalanes y remolcadores.

COLOCACION DEL MATERIAL.

Como primera actividad para efectuar la colocación del material, será necesario realizar una limpieza del terreno donde se desplantarán las estructuras, conformando una zanja para empotrarlas. Este empotramiento llevará hasta una longitud en la cual se asienten sobre el terreno, con la finalidad de que cuando ya estén construídas no se flanqueen y/o sean afectadas por la erosión que es muy común en este tipo de obras, y que se manifiesta tratándose de desprender las estructuras en su arranque.

Al par con la formación de estas zanjas será necesario

rio colocar boyas de diferentes colores y a cada 5 m. en el eje de las estructuras y en los puntos de intersección entre el talud de cada capa y el fondo natural, con el fin de saber hasta donde se ubicará el material en cada una de éstas.

Hecho lo anterior se procederá a la colocación del material haciéndolo como se indica a continuación:

El material de núcleo será colocado a volteo, esto es al llegar los camiones al sitio realizarán las maniobras necesarias para quedar en posición de depositarlo tomando como guía el eje de la estructura que se vaya a atacar, de tal manera que el material, al tomar su ángulo de reposo tanto hacia el frente como lateralmente, quede comprendido dentro de la sección establecida por los señalamientos.

Terminado de construir el núcleo en una parte o sección, se empezará a recubrir inmediatamente con la capa secundaria, colocando las rocas también a volteo. De esta manera se protegerá al núcleo contra la acción del oleaje, evitando así que al reacomodarse se salga de la sección de proyecto.

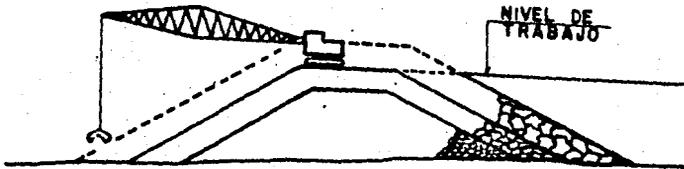
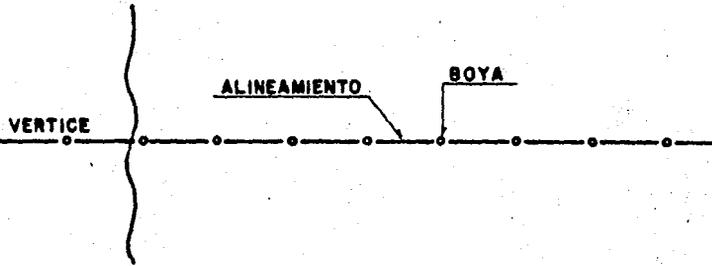
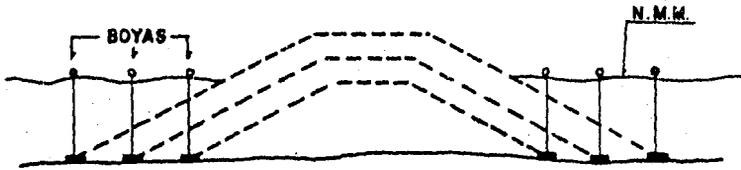
La longitud de cada tramo construido de núcleo estará

en función de las condiciones que presente el oleaje en el momento, por lo que estos avances parciales deberán estar bajo la consideración del ingeniero constructor.

Además, será necesario realizar seccionamientos continuos de la parte construída, para verificar que la sección se va formando de acuerdo a lo proyectado.

Dado que la superficie que se vaya formando será intransitable para que los camiones continúen con la operación de volteo, se habrá de utilizar también la rezaga para el empaque de los tamaños mayores de tal forma de poder contar con una superficie accesible. El proceso será repetitivo conforme avanza la obra.

En cuanto a las rocas del revestimiento principal o coraza serán colocadas por una grúa, sólo que ahora en dirección opuesta al procedimiento inicial, es decir, de la sección más alejada, hacia el arranque de la estructura. Esto se hará bajo la consideración de no dificultar el paso de los camiones y así agilizar el proceso constructivo de ésta capa, que se hará depositando primeramente las rocas en ambos taludes para finalmente cubrir la corona de tal manera que no presente una superficie con irregularidades muy marcadas, previendo un recubrimiento posterior (ver figura No. 4.1)



U . N . A . M .

FACULTAD DE INGENIERIA

**SEÑALAMIENTOS Y
COLOCACION DE LA
CORAZA.**

J.L. ACEVEDO R. FEB. 1988 FIG. 4.1

Los camiones, como se dijo anteriormente, colocarán el material a volteo; en el arranque se darán vuelta para quedar en sentido contrario al avance de la obra y así depositar el material para ir formando la sección. Esta maniobra en un principio resulta relativamente fácil, pero a medida que la obra avanza se torna difícil por los anchos de corona que se tienen, ya que sería antieconómico y a la vez una pérdida de tiempo el que los camiones entraran de reversa distancias grandes y depositaran el material, para después iniciar el regreso. Es por eso que se pretende hacer ampliaciones en la sección de las estructuras y a distancias que juzgue necesarias el ingeniero constructor, de manera que los camiones puedan realizar con facilidad las maniobras que requieran para el volteo del material y su regreso.

Una vez terminada la obra y puesto que también funcionará como un atractivo turístico, se procederá a la colocación del recubrimiento de la corona para proporcionar una superficie de rodamiento aceptable al tránsito de vehículos.

Este recubrimiento se realiza regularmente con concreto asfáltico, rellenando los espacios dejados por las rocas para así obtener la superficie que se pretende.

5. CONCLUSIONES.

Dentro de la ingeniería, los problemas relativos a las obras marítimas son probablemente los más difíciles de estudiar, ya que se presenta una fuerte variación en el estado del oleaje respecto al tiempo.

Así, en el proyecto de una obra marítima, como el estudio de las características de las escolleras, se hace necesario el conocimiento de datos tales como la determinación de la altura de la ola de diseño, que en la mayoría de los casos son difíciles de evaluar, ya sea por mediciones directas en la naturaleza, o por el uso de fórmulas empíricas.

Por tal motivo y considerando la importancia de los fenómenos oceánicos, la Ingeniería Portuaria que a través de muchos años se ha enfrentado a este problema ha creado métodos para el diseño de estas obras, principalmente de orden comparativo con estructuras existentes en otros sitios con condiciones similares a las del sitio en estudio.

En la construcción de escolleras así como en todo tipo de obras de ingeniería se debe establecer un flujo de trabajo constante para que no exista equipo parado y se observen retrasos en la obra.

Para el caso de la construcción de escolleras la clave del proceso es el equipo de colocación, ya que, al llegar los camiones con el material, la grúa debe salir del frente de trabajo, para permitir la entrada de los camiones a descargar la roca.

Cabe reiterar que la clave de estos trabajos es la grúa, ya que, si al regresar los camiones, esta aun no ha terminado de colocar el material, se retrasará el flujo de trabajo.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Bustamante Ahumada, Roberto.
Ingeniería Marítima.
Ediciones Temas Marítimos. México, 1976.
- 2.- Facultad de Ingeniería.
Apuntes del Curso de Ingeniería de Ríos y Costas
U.N.A.M. México, 1975.
- 3.- Quinn, A. Def.
Design and Construction of ports and Marine Structures,
Mc. Graw-Hill Book Company, Nueva York.
- 4.- S.C.T.
Normas de Construcción. Edición 1981.