

72
23/05



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE INGENIERIA

**EL USO DEL CONCRETO LANZADO EN EL PROYECTO
HIDROELECTRICO "EL CARACOL", GUERRERO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
RAUL GUADARRAMA LOPEZ

MEXICO, 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

	Página
INTRODUCCION	4
I.- GENERALIDADES	6
1.- Localización Geográfica	6
2.- Obras civiles del P. M. " El Caracol " .	
Descripción del proyecto	9
II.- PROPIEDADES	17
1.- Definición de concreto lanzado	17
2.- Ventajas del uso del concreto lanzado	17
3.- Principios para su elaboración y colocación .	22
4.- Función que desempeña el concreto lanzado en el proyecto hidroeléctrico " El Caracol "....	23
III.- MEZCLAS Y ADITIVOS	25
1.- Tipo de mezcla empleada: proceso de la mez- cla seca	25
2.- Componentes de la mezcla de concreto lanzado.	27
3.- Proporcionamiento usado	30
4.- El acero de refuerzo	32
5.- Aditivos	36

Página

IV.- EQUIPO	37
1.- La lanzadora Aliva 250	37
2.- El Compresor	41
3.- La Boquilla	43
4.- La Revolvedora	44
5.- Mangueras	44
V.- COSTOS	47
1.- Factor de salario real	48
2.- Lista de salarios	49
3.- Costo horario: Lanzadora Aliva	50
4.- Costo horario: Compresor	53
5.- Costo horario: Revolvedora	57
6.- Costo directo de la gunita	61
VI.- EL LANZADO DEL CONCRETO	64
1.- El personal	64
2.- Equipo de seguridad	65
3.- Almacenamiento de los agregados	65
4.- Dosificación y mezclado	67
5.- Transportación y conducción	67
6.- Preparación de la superficie	68
7.- El lanzado del concreto	68
8.- El rebote	70
9.- Control de calidad	75

Página

VII.- CONCLUSIONES 80

BIBLIOGRAFIA 81

ANEXOS 82

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo lo he desarrollado por ser el concreto lanzado una técnica que día a día va adquiriendo mayor importancia debido a las muchas ventajas que ofrece y que lo han hecho ser el arma principal en el revestimiento de túneles, así como en el tratamiento de la roca.

Es el concreto lanzado, una técnica relativamente nueva ya que se empleó por primera vez en México en el año de 1962 en la reparación de los túneles de Tequisquiác y desde entonces se ha venido utilizando en la construcción de los grandes proyectos hidroeléctricos que se han hecho en el país. Es por eso que en el proyecto hidroeléctrico " Carlos Ramírez Ulloa " , actualmente en construcción se está utilizando en el tratamiento de la roca en conjunto con el anclaje y la malla que previamente se colocan.

En el capítulo I se hace una descripción de lo que es el P.M. " El Caracol " , su localización geográfica y sus principales obras civiles que lo componen.

El Capítulo II hace referencia a las propiedades del concreto lanzado usado en el proyecto, se define lo que es concreto lanzado.

Las mezclas y aditivos se señalan en el capítulo III, así como el acero de refuerzo (malla).

En el capítulo IV se menciona el principal equipo que se utiliza.

En el capítulo V hago el análisis del costo directo de la unidad.

Finalmente, el capítulo VI trata lo referente al personal, a la forma de lanzar, el rebote y como se lleva a cabo el control de calidad.

Además, el trabajo se complementa con graficas y fotografías haciendo referencia a lo tratado previamente.

I.- GENERALIDADES

1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El proyecto hidroeléctrico " El Caracol " se ésta construyendo sobre el río Balsas en el Estado de Guerrero, sitio donde se levanta el cerro del mismo nombre (Fig. 1 y 2) a 225 km al sur de la ciudad de México y a 125 km al suroeste de Iguala, --- Guerrero.

El encarecimiento de los hidrocarburos y la demanda de los energéticos son los principales factores que han influido en la decisión de aprovechar la cuenca del río Balsas, donde ya existen dos proyectos en operación, el Caracol será el tercero. La construcción de este proyecto comenzó en el año de 1978 y terminará con la instalación de 3 unidades de 210 mw cada una.

La construcción de este proyecto persigue varios objetivos, los más relevantes son: la generación y distribución de energía eléctrica, regulación de las aguas del río Balsas, la creación de fuentes de trabajo, el control de la erosión, etc.

La boquilla de este proyecto hidroeléctrico se localiza en un meandro del Balsas, en Guerrero a 68 km del cruce con la carretera México - Acapulco (puente de Mezcala) aguas abajo.

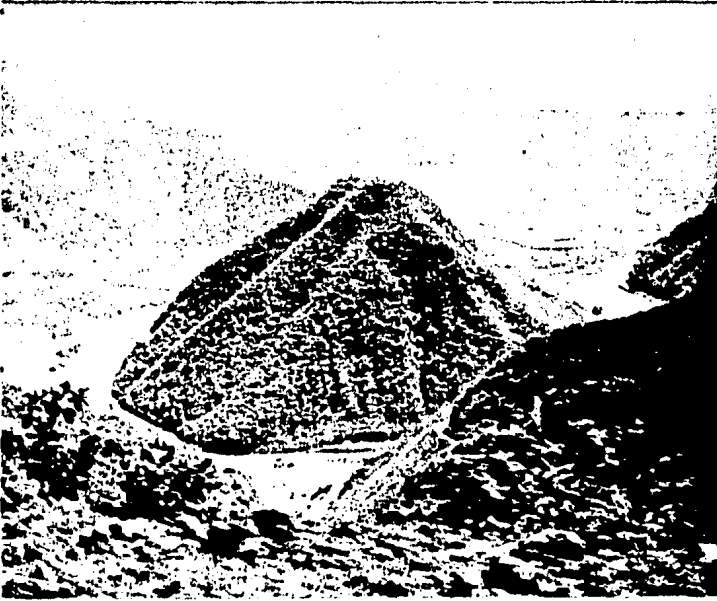


Fig. 1



Fig. 2

Las coordenadas geográficas correspondientes al sitio señalado son: 17°57'30" de latitud norte y 99°59'08" de latitud oeste.

El acceso terrestre al proyecto hidroeléctrico es por la ruta Iguala - Teloloapan - Apaxtla - El Caracol y que alcanza un total de 125 km (3 horas) .

Las obras del proyecto incluyen la construcción de una cortina de materiales graduados de 134 m de altura, con un volumen de 5 908 397 m³, la cual creará un embalse de 46.8 km² de superficie a la elevación 521 m , proporcionando un gasto máximo de avenida a la obra de excedencias de 17 800 m³ /seg.

La planta hidroeléctrica será subterránea y constará de: -- Obra de Toma en corte, Conducciones a Presión, Casa de Máquinas - subterráneas, Sala de Tableros, también subterráneas, Túneles de Desfoque, Transformadores y subestación en Plataforma a cielo -- abierto, cuya excavación representa un volumen de 3 300 000 m³ -- de roca.

La desviación del río se llevó a cabo mediante dos túneles - de sección portal de 13 m de altura, diseñados para desalojar el volumen de la avenida máxima.

Las obras de El Caracol comenzaron en 1978 , con la construcción de dos túneles de desvío sobre la margen derecha del río -- Balsas. ...

Una vez acondicionados, se levantaron las ataguas etapa que se completó en 1980. Después de la limpia del cauce del río se inició el desplante de la cortina y en 1981 la construcción del Vertedor, de la Casa de Máquinas y de la Cortina.

2.- OBRAS CIVILES DEL P.H. EL CARACOL. DESCRPCION DEL PROYECTO

El P.H. El Caracol está planteado para una capacidad instalada de 570 mu .

El gasto de la avenida de desvío, se estimó en $4,173 \text{ m}^3 / \text{seg.}$ El ensemble tendrá una superficie de 46.8 km^2 a la elevación 521 m (NAME).

Esto significa una capacidad total de 1,750 millones de metros cúbicos de agua almacenada.

Después del estudio de 24 diferentes alternativas, el proyecto quedó integrado por las obras civiles que a continuación se describen.

OBRA DE DESVIDO

La obra de desvío consiste en dos túneles sin revestimiento de casi 400 m de longitud, 13 m de altura interior y pendientes de 0.01 % y 1.3616 % (Fig. 3) .



Fig. 3

OBRA DE DESVIO

PROYECTO HIDROELECTRICO

• CARLOS RAMIREZ ULLDA •

Las ataguías proyectadas para obstaculizar el gasto de estiaje son dos: la de aguas arriba que tiene la corona a la elevación 460 m y la de aguas abajo, a 440 m ambas son de enrocamiento y -- los taludes tienen pendientes de 2 : 1

En la Fig. 4 se muestra la Obra de Desvío en planta, así como las ataguías y las demás obras civiles del P.H. Caracol.

CORTINA

En abril de 1981 se comenzó la construcción de la cortina - proyectada con una altura máxima de 134 m desde el desplante y - un volumen de 5 908 397 m³ de materiales graduados, y la corona - tiene una longitud máxima de 365 m .

En la construcción del corazón impermeable se emplearán -- 928 343 m de material arcilloso. Los filtros de grava - arena y el material de las zonas de transición se tomarán en parte del - producto de la reza de las excavaciones de la obra.

OBRA DE EXCEDENCIAS VERTEDOR

De acuerdo con el proyecto ésta se construirá sobre la mar-- gen derecha del río, con un eje recto y la descarga en canal a - cielo abierto. Tendrá compuertas radiales de 10 m de base y 28 m de altura. La cresta del vertedor se diseñó a la elevación 526 m y el vertedor tendrá 320 m de longitud.

OBRA DE TOMA

El acceso a la Obra de Toma, sobre la margen derecha del río, está planeado con una plantilla a la elev. 470 m y precortes -- hasta 56 m de altura. Para la Obra de Toma se han proyectado 3 -- rejillas que corresponden a 3 tomas.

CONDUCCIONES A PRESION

En la Obra de Toma se localizan las compuertas de servicio -- e inmediatamente después, las conducciones a presión.

Estas son túneles cuya función es llevar el agua hacia las -- turbinas de Casa de Máquinas. En este caso, el proyecto consiste en un tramo semihorizontal y otro inclinado, conectados entre sí -- por curvas verticales.

El tramo semihorizontal de 210 m de longitud, 8.62 % de -- pendiente y 8 m de diámetro estará revestido de concreto.

Sigue una curva vertical de 25 grados y 25 m de longitud -- que conecta el tramo inclinado de 25 m de longitud y 65 grados -- de inclinación. Otra curva vertical de 25 grados y 25 m lleva -- finalmente al tramo horizontal de 12 m de longitud y 8 m de -- diámetro que se adelgaza hasta los 7.5 m para acoplarse a pre-- sión con su correspondiente turbina. Son tres las conducciones a presión.

CASA DE MAQUINAS

Se ha proyectado como una caverna de 114 m de longitud, -- 20 m de anchura y 39 m de altura. En ella se alojarán tres unidades turbogeneradoras de 190 MW cada una, alimentadas por tuberías a presión, que a su vez descargan en un túnel de desfogue individual.

Integrada a la Casa de Máquinas, se contruirá la Sala de -- Tableros con 25 m x 15 m de base y 30 m de altura, esto se -- hará en la pared sur de la Casa de Máquinas.

Los transformadores estarán instalados en una plataforma a -- cielo abierto en la elev. 485 y quedarán conectados a las turbinas mediante lumbreras de 60 m de altura como se observa en la -- Fig. 5 .

Son tres turbinas las que se tendrán en Casa de Máquinas -- marca Francis.

PLATAFORMA DE TRANSFORMADORES

En la Fig. 5 se observa la Plataforma de Transformadores que será un tajío excavado a la elev. 485 m en el flanco norte de la margen derecha sobre la Casa de Máquinas subterráneas, con una -- área de 3 300 m² . La excavación requiere de varios precortes para completar una altura máxima de 80 m con pendientes de 0.25 :- 1 y una excavación de 160 000 m³ de roca.

TUNELES DE ACCESO

El acceso definitivo a la Casa de Máquinas y a la Sala de Tableros se hará a través de un túnel de sección tipo portal de 8 m de altura total y 5 m de radio en su bóveda, con una longitud de 290 m .

OBRAS DE DESFOGUE

Comprenden tres túneles de sección compuesta (circular - rectangular) con longitudes de 62 m , 78 m y 98 m para las unidades generadoras 1, 2 y 3 respectivamente y con pendientes de 1 % para desfogar un gasto de 245 m^3 /seg por unidad de desfoque.

Respecto al tipo de rocas existentes, el área que comprende el proyecto hidroeléctrico " El Caracol " y su embalse se caracteriza por una topografía semiescarpada, que se desarrolló sobre secuencias sedimentarias de origen marino, con bastantes pliegues y fallas. Estas últimas se han fusionado con rocas ígneas y en algunos sitios están cubiertas por rocas volcánicas.

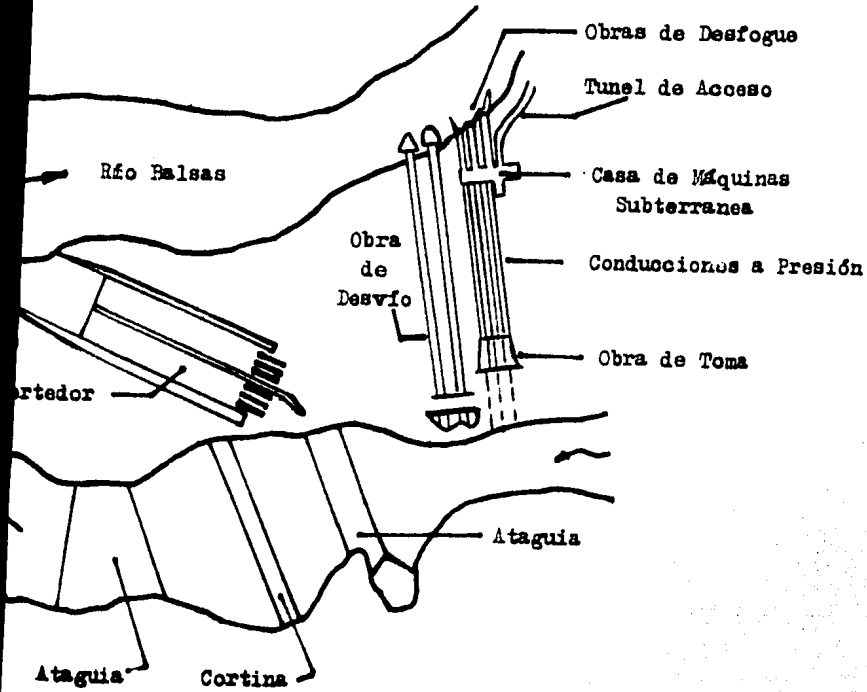


Fig. 4

OBRAS CIVILES DEL P. M. • EL CARACOL •

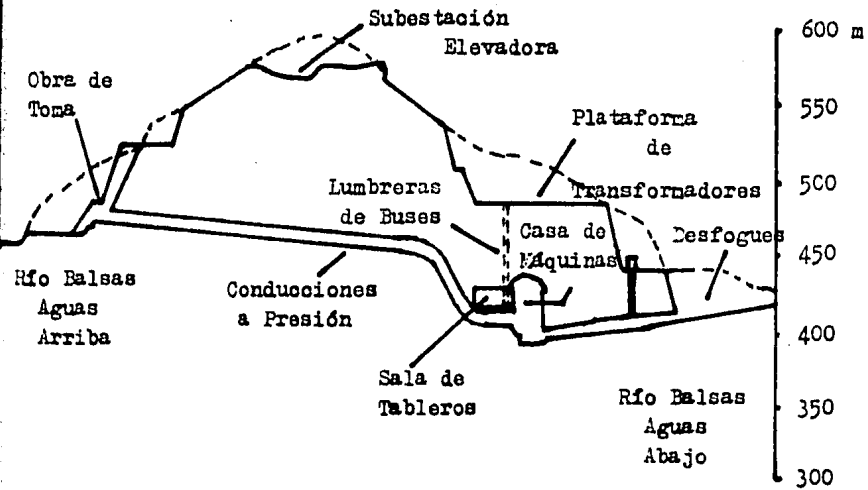


Fig. 5

CORTE LONGITUDINAL DE LA PLANTA HIDROELECTRICA

(UNIDAD 3) DEL P. H. " EL CARACOL "

II. PROPIEDADES

1.- DEFINICION DE CONCRETO LANZADO

El concreto lanzado se define como mortero o concreto ---- conducido a través de una manguera y proyectado neumáticamente, - es decir, por aire comprimido a la alta velocidad contra una su-- perficie determinada sin escurrirse.

En la Fig. 6 se observa la Obra de Toma que tiene los ta-- ludes recubiertos de concreto lanzado.

En el P.H. " El Caracol " , se emplea también gunita que no es más que cemento y agregado fino (arena) .

2.- VENTAJAS DEL USO DEL CONCRETO LANZADO

La utilización del concreto lanzado en el proyecto hidroeléc-- trico presenta una serie de ventajas que son las siguientes:

En las Tuberías a Presión era necesario la adhesión del --- concreto lanzado a la superficie de la roca y su propia resisten-- cia al esfuerzo cortante para evitar en gran medida la caída de - bloques sueltos de roca desde el techo del túnel.

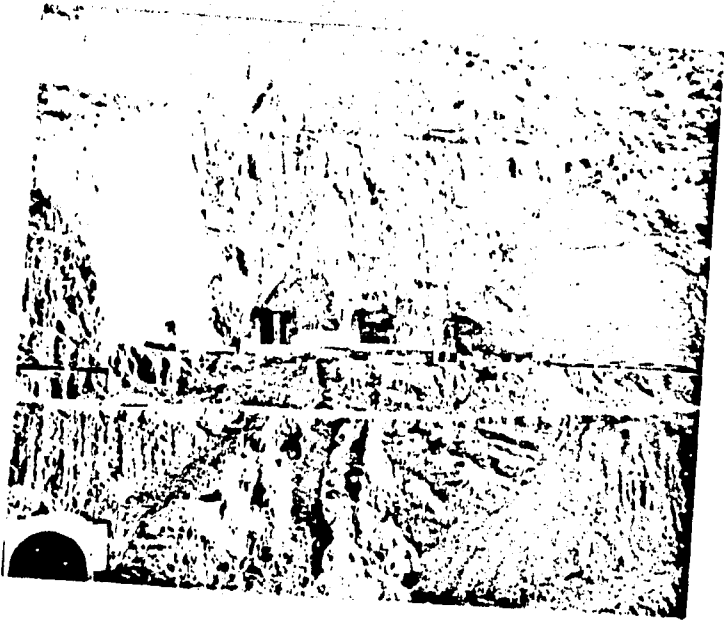


Fig. 6

OBRA DE TOMA
TALUDES RECUBIERTOS DE CONCRETO LANZADO

En la Obra de Toma (Fig. 6) y en Plataforma de Transformadores que estan cielo abierto; una ventaja importante que se --- observe, es que el concreto lanzado se introduce con fuerza en -- las juntas abiertas, en las fisuras y las irregularidades de la - superficie de la roca, cumpliendo de esta forma la misma función- de liga que la del mortero en un muro de mampostería.

Otra ventaja que se observó, es que el concreto lanzado --- impide la infiltración del agua a través de las juntas y de las - fisuras en la roca y por lo tanto evita la socavación o erosión - de los materiales de relleno de las juntas, así como el deterioro de la roca por el aire y el agua; es decir, tiene características impermeables aún en secciones delgadas y se pueden usar aditivos- para asegurar su impermeabilidad.

Normalmente el espesor de la capa de concreto lanzado en -- Plataforma de Transformadores y en Obra de Toma es de 10 cm este espesor se va verificando con escantillones que se van colocando- en cuadrícula a cada 2 m como se ve en la Fig. 7 .

Se observó que en algunas zonas el concreto lanzado fue más- económico que el concreto convencional, debido a que no necesita- cimbra para su colocación y requiere solamente de una pequeña -- planta portátil para mezclado y colocación en las áreas más --- inaccesibles, como es el caso de los taludes de Obra de Toma y - Plataforma de Transformadores.



Fig. 7

SUPERFICIE RUGOSA DEL CONCRETO LANZADO

SE COLOCAN ESCANTILLONES A CADA 2 m PARA VERIFICAR EL ESPESOR

En conclusión , las ventajas que ofrece el concreto lanzado -- en el P.H. "El Caracol " son las siguientes:

1.- Llenado seguro de todas las grietas y desigualdades, especialmente en la construcción de obras subterráneas como es Casa de Máquinas y Tuberías de Presión.

2.- Altas resistencias, especialmente elevada resistencia --- flexotortora, El f'c utilizado es 180 kg/cm² en todo el proyecto.

3.- Elección sencilla del espesor del concreto lanzado, en el proyecto se éste utilizando un espesor de 10 cm , se emplea este -- espesor para facilitar el precio unitario, ya que se ha analizado - de 5 cm , de 7.5 cm y de 10 cm , y se optó por seleccionar el de -- 10 cm , tomando en cuenta que es imposible tener un perfil uniforme.

4.- El concreto lanzado presenta excelente adherencia con la - superficie de la roca.

5.- Existe facilidad de aplicación sobre superficies en donde otros procedimientos fracazan o presentan muchos problemas.

6.- Tiene características impermeables aún en secciones delgadas.

7.- No requiere para su colocación equipo de compactación --- (vibradores).

8.- Nulo requerimiento de cimbra.

9.- No requiere de mucho trabajo en el tratamiento de liga --- entre lanzados.

3.- PRINCIPIOS PARA SU ELABORACION Y COLOCACION

En el proyecto hidroeléctrico el concreto lanzado sigue los mismos principios para su elaboración y colocación que el tipo convencional, solo que la diferencia se basa en la forma y en el lugar en donde esto se realiza, así como en el tamaño de los agregados. - Aquí se emplean elementos de tipo neumático en la mayor parte del proceso y solamente elementos de tipo humano en el final del mismo, logrando de esta manera una correcta dosificación de los materiales un mejor rendimiento, además como todo el proceso se efectúa en el mismo frente de trabajo, se tiene la facilidad de interrumpir y -- continuar con la aplicación en el momento que se requiera, sin tener que desperdiciar la mezcla o los materiales con que se está trabajando. El proporcionamiento se describe más adelante.

El proceso que se sigue es el siguiente:

Se acarrean los materiales al sitio de lanzado, la arena, la - grava y el cemento, se colocan de tal manera que no se contaminen - de materias extrañas, el agua ésta colocada en tanques que se en- -- cuentran a un nivel más alto para que tengan suficiente presión, -- se dosifican los materiales y se mezclan en la revolvedora que se - tiene para ello, la mezcla resultante se patea para quedar a un lado de la lanzadora Aliva, de ahí se patea a la entrada de la Lanza-adora Aliva, para ser conducida a través de mangueras a gran veloci- -- dad hacia la superficie por cubrir.

De acuerdo a la información geológica-estructural de la roca, el proyectista debe aplicar con propiedad los principios de la --- Mecánica de Rocas, para poder dimensionar y programar el concreto lanzado y seleccionar sus complementos tales como anclas, soportes adicionales o refuerzos.

En el proyecto se cuenta con materiales y equipo adecuado, los obreros, aunque no son calificados cuentan con suficiente experiencia para hacer un buen trabajo de concreto lanzado, además se tiene la supervisión del laboratorio de concreto que verifica que todo el trabajo se haga de acuerdo a las normas establecidas.

4.- FUNCION QUE DESEMPEÑA EL CONCRETO LANZADO EN EL PROYECTO HIDROELECTRICO " EL CARACOL "

Es más que nada para dar seguridad estructural a los taludes y evitar la erosión de los mismos en el caso de obras a cielo abierto y resistencia estructural para evitar posibles caidos de las -- bovedas de los túneles en el caso de obras subterráneas. En esta - zona la roca presenta demasiadas fallas y discontinuidades por lo - que es necesario tratarla para darle seguridad estructural, además - como son zonas de trabajo, es necesario tratarla para evitar acci-- dentes.

La forma de trabajar del concreto lanzado va estrechamente -- ligada al previo enclaje que casi en todas las zonas se lleva a --- cabo y sobre todo con la colocación de la malla que se efectúa

de acuerdo a las recomendaciones de la Mecánica de Roca.

De aquí que el concreto lanzado cumple una importante función -
en el tratamiento de la roca dentro del proyecto

III.- MEZCLAS Y ADITIVOS

1.- TIPO DE MEZCLA EMPLEADA: PROCESO DE LA MEZCLA SECA

El tipo de mezcla en el tratamiento de la roca en el proyecto --- hidroeléctrico " Carlos Ramírez Ulloa " es el llamado " proceso de la mezcla seca " que consiste en lo siguiente:

Los materiales son mezclados en estado seco, aunque pueden estar algo húmedos debido más que nada a las lluvias que se presentan y que es posible tener a resguardo los bancos de material; son mezclados en una revolvedora de motor de gasolina de 2 sacos marca MIPSÁ, para -- que posteriormente la mezcla se introduzca en la lanzadora marca --- Aliva 250 donde son transportadas por un flujo de aire a presión a -- través de una manguera hasta la boquilla de salida en donde se dosifi- ca el agua, es decir el agua de hidratación se añade en la boquilla - mismo; inmediatamente antes de la expulsión, la cantidad de agua regu- la manualmente el lanzador, así como la dirección del chorro. (Fig. - 8).

Para poder hidratar perfectamente a la mezcla se le adiciona -- agua a presión, hasta que finalmente el concreto sale de la boquilla- a gran velocidad 100-120 m/seg y pueda adherirse a la superficie por- trater.

Con la utilización de esta mezcla el concreto lanzado presenta - algunas cualidades, como son: su baja relación agua-cemento, buena -- compactación en el lugar aplicado, alto contenido de cemento y un --- gran rendimiento.



Fig. 8

TRATAMIENTO DE LA ROCA

EN EL PROYECTO HIDROELECTRICO " EL CARACOL "
A BASE DE ANCLAJE Y CONCRETO LANZADO.
EL AGUA DE HIDRATACION SE AÑADE EN LA BOQUILLA
MISMA, INMEDIATAMENTE ANTES DE LA EXPULSION

La dosificación del agua depende del operador de la boquilla y ésta en función de la experiencia del mismo.

Esta operación se efectúa dentro de límites muy pequeños puesto que si se excede en la cantidad de agua, la mezcla rebotará excesivamente y en caso contrario, la mezcla será tan pobre que al no tener adherencia caerá de la superficie aplicada. Independientemente del lanzador, siempre hay personal técnico supervisando esta labor.

Las ventajas que se han observado al emplear este tipo de mezcla en el proyecto son:

Mayor resistencia y consistencia, gracias a su alta energía de compactación.

Uso de una mezcla seca, con la cual no se corre el riesgo de sufrir una prehidratación en los conductos (mangueras).

Procedimiento flexible ya que es independiente de otras actividades.

2.- COMPONENTES DE LA MEZCLA DE CONCRETO LANZADO.

Ha sido muy importante la selección de los materiales que se han utilizado, se lleva un control de calidad: granulométrica de los agregados, relación agua-cemento, grado de compactación y como en todas las mezclas de concreto, los elementos que la componen son los mismos cemento, arena, grava y agua.

Cemento.- Se ha utilizado el tipo Portland que cumple con la -- norma ASTM-C150 y es tipo II.

Aunque la entrega del cemento se hace en sacos se cuenta con el equipo necesario para su correcta dosificación.

Agregado Fino - Arena.- La arena utilizada ésta uniformemente -- graduada. Se ha estado verificando que cumpla con la especificación - ASTM-C33 .

El modulo de finura es de 2.7, con partículas suficientemente -- duras que no generan finos polvos para no reducir la adherencia del - concreto lanzado.

Cuando se usa gunita en vez del concreto lanzado, el rebote ha -- sido mayor, pero se ha obtenido una superficie más lisa y uniforme -- como es el caso de Casa de Máquinas.

El porcentaje de humedad que se ha estado teniendo es de 8%, -- ahora bien en temporadas de lluvias la arena alcanza un porcentaje -- mayor, que ha ocasionado taponamientos mucho muy frecuentes y que --- pasadas 1.5 hrs. el concreto empieza a deshidratarse, ocasionando que- se deseche por completo la mezcla.

Agregado Grueso - Grava .- Se ha estado verificando que cumpla - con la especificación ASTM-C33.

El agregado grueso se emplea cuando las superficies por tratar - no van a llevar ningún recubrimiento posterior, es decir, un recubri- miento de concreto hidráulico, como son todos los taludes de Platafor

..ma de Transformadores y Obra de Toma.

El tipo de grava usada es de la forma angulosa o sea producto -- de trituración, siendo de tamaño de 3/4 " a 3/8 " de pulgada.

En algunas ocasiones se usó grava mayor de 3/4 pulgadas y resultó que hubo atascamientos tanto en la lanzadora Aliva, como en las -- mangueras. También no se usan gravas de forma alargada ni redondas.

Se ha notado que con el tipo de grava empleada la resistencia, - la densidad y la adherencia aumentan. Su composición granulométrica - debe ser tal que, una vez mezclada con la Arena, el agregado combinado cumple con los límites granulométricos.

A fin de asegurar esto último la grava ha sido separada en dos - fracciones con las siguientes especificaciones granulométricas.

Grava 1-a	Malla Designada	% que pasa (en peso)
	1/2 (12.7 mm)	100
	3/8 (9.5 mm)	85-100
	No. 4 (4.8 mm)	0-10

Grava 1-b	Malla Designada	% que pasa (en peso)
	3/4 (19.1 mm)	100
	5/8 (15.9 mm)	80-100
	3/8 (9.5 mm)	0-100

AGUA

El agua que se usa fabricar el concreto lanzado este almacenada en -

... tanques que estan perfectamente tapados para evitar que se contamine, cumpliendo de esta manera con la limpieza requerida.

Respecto al proporcionamiento que se ha estado manejando tenemos las dos siguientes proporciones:

Una para concreto lanzado

Una para gunita

3.- PROPORCIONAMIENTO PARA CONCRETO LANZADO DE LA CIA. CYTECSA

Proporcionamiento:

50 Kg cemento : 6.5 latas de arena : 3 latas de grava

Volumen por saco de cemento:

Arena: (6.5 latas X 17 lts/lata X 1.643 kg/lts = 69.3 lts

Cemento: 50 kg/3.05 kg/lts = 16.4 lts

Grava 1 : (3 latas X 17 lts/lata X 1.463 kg/lata)

/2.65 kg/lts - 28.2 lts

Agua : $\frac{a}{c} = 0.41$; 50 kg X 0.41 = 20.5 lts

134.4 lts

+ 2.4 % aire 3.2 lts

Total; 137.6 lts

Material por saco

Cemento : 50 Kg

Arena : 162 "

Grava 1 : 75 "

Agua : 21 lts

Material por metro cúbico

Cemento	:	50 Kg/0.1376 M ³	=	364 Kg/M ³
Arena	:	182 Kg/0.1376 M ³	=	1323 Kg/M ³
Grava 4	:	75 Kg/0.1376 M ³	=	545 Kg/M ³
Agua	:	20.5 lts/0.1376 M ³	=	149 lts/M ³

PROPORCIONAMIENTO DE GUNITA PARA LA CYTECSA

Proporcionamiento:

50 Kg de cemento : 7 latas de arena

Volumen por saco de cemento:

Arena	:	(7 latas X 17 lts/lata X 1.643 Kg/lts)/2.65 Kg/lts	=	73.8 lts
Cemento	:	50 Kg/3.05 Kg/lts	=	16.4 lts
Agua	:	$\frac{a}{c} = 0.38$ $a = 50 \times 0.36$	=	19.0 lts
				<hr/>
				109.2 lts
			+ 2.6 % aire	2.8 lts
				<hr/>
			Total	112.0 lts

Material por saco de Cemento

Cemento	:	50 kg
Arena	:	196 Kg
Agua	:	19 lts

Material por metro cúbico

Cemento	:	50 kg/0.112 M ³	=	446 kg/M ³
Arena	:	196 Kg/0.112 M ³	=	1750 Kg/M ³
Agua	:	19 lts/0.112 M ³	=	370 lts/M ³

4.- EL ACERO DE REFUERZO

Ha sido importante el empleo de acero de refuerzo en zonas en donde la roca presenta fallas, donde existen discontinuidades, que pueden en posibles caídos, entonces para reforzar el concreto lanzado para darle resistencia a la roca contra los esfuerzos estructurales y evitar los posibles desprendimientos se emplea malla de alambón de $1/8$ con abertura de 15 cm (Fig. 9).

La colocación de la malla se hace de la siguiente manera:

Con una perforadora 88C 35 (Fig. 10) manual, se hacen barrenos de 80 cm de profundidad y separados a 1.2 m en promedio, para alojar ahí a las escuadras y cuñas que se utilizan para repegar la malla. -- Las escuadras se colocan encima de la malla, de tal manera que esta queda aprisionada y repegada a la roca.

Las escuadras son de varilla de $1/4$ de pulgada, de 40 cm del lado largo y 15 cm del lado corto; las cuñas son de varilla de $1 \ 1/4$ -- pulgadas de espesor.

Existe una cuadrilla especial para este trabajo.

La malla se ha empleado en toda la Obra de Toma, en el Dique 4 - de Casa de Máquinas, y en toda la Plataforma de Transformadores.

En el Vertedor no se colocó malla, debido a que se lanzó gunita, estos taludes recubiertos posteriormente por muros de concreto hidráulico (Fig. 11) .

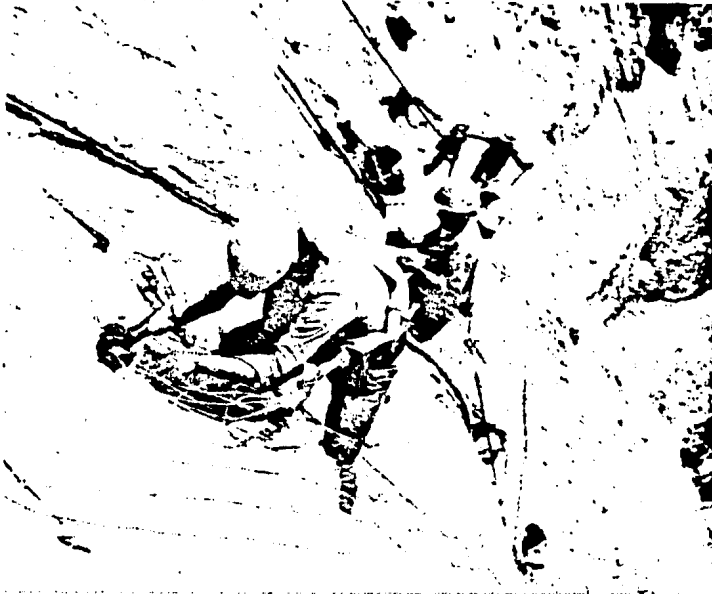


Fig. 9

ACERO DE REFURZO

COLOCACION DE MALLA EN PLATAFORMA DE TRANSFORMADORES

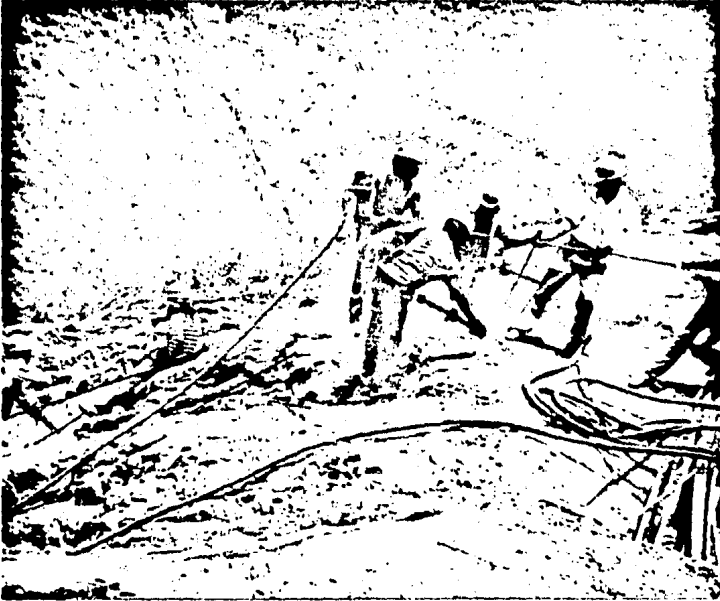


Fig. 10

PERFORADORA BBC - 35

EMPLEADA PARA EL AMACISE DE LA MALLA



Fig. 11

VERTEDOR

MARGEN IZQUIERDA RECUBIERTA DE GUNTA

5.- ADITIVOS

El aditivo empleado es del tipo QP500 acelerante de fraguado, -- pero se empleó más que nada para disminuir el rebote, se estuvo empleando durante casi 6 meses y el rebote era casi el mismo por lo que ya no se está empleando actualmente.

El aditivo QP 500 es polvo y su forma de aplicarlo era la siguiente:

Por cada M^3 de concreto se le ponía 10 kg de aditivo, se hacía la mezcla y se procedía a colocarla en la lanzadora; a pesar de tener a la gente protegida, el aditivo ocasionaba que aparecieran escoraciones en la piel por lo que optó por ya no seguir empleándolo. Claro -- que lo más importante por lo que se dejó de usarlo, es que casi no se disminuyó el rebote, a pesar de haberlo probado con varias mezclas, - y haberse hecho varias pruebas y como no urgían fraguados rápidos se optó por quitarlos definitivamente.

En lo que sirvió el aditivo fué que existiera mayor adherencia - entre capa y capa de concreto lanzado.

Esto hace que los aditivos no tengan una importancia relevante - dentro del concreto lanzado en el proyecto hidroeléctrico.

IV.- E Q U I P O

1.- LA LANZADORA ALIVA 250

El equipo empleado para lanzar concreto en el Caracol lo componen principalmente:

1.- La Lanzadora

2.- El compresor

1.- La lanzadora con que se cuenta es del tipo ALIVA modelo 250 --- eléctrica (Fig. 12) es una máquina diseñada especialmente para este trabajo y basa su capacidad de trabajo en el aire comprimido que le - proporciona el compresor.

La Aliva es una lanzadora para trabajar con mezcla seca, y es -- del tipo giratorio o rotatorio (Fig. 13) .

Esta máquina rompe con los diseños tradicionales y ofrece ciertas ventajas, aunque su costo de operación es ligeramente más elevado debido a la mayor cantidad de superficie de desgaste; tiene un -- barril que consta de 2 placas perfectamente planas y paralelas entre sí; al girar el tambor, cada cámara a su vez se carga de material que cae desde arriba; la cámara es sellada al pasar por un área aislada y se descarga al ponerse bajo la presión de aire que llega de arriba -- que fuerza al material hacia la salida, en donde otros suministros de aire soplan la mezcla dentro de la manguera.

aliva

**Service Manual
Instrucción de servicio
Aliva-250**

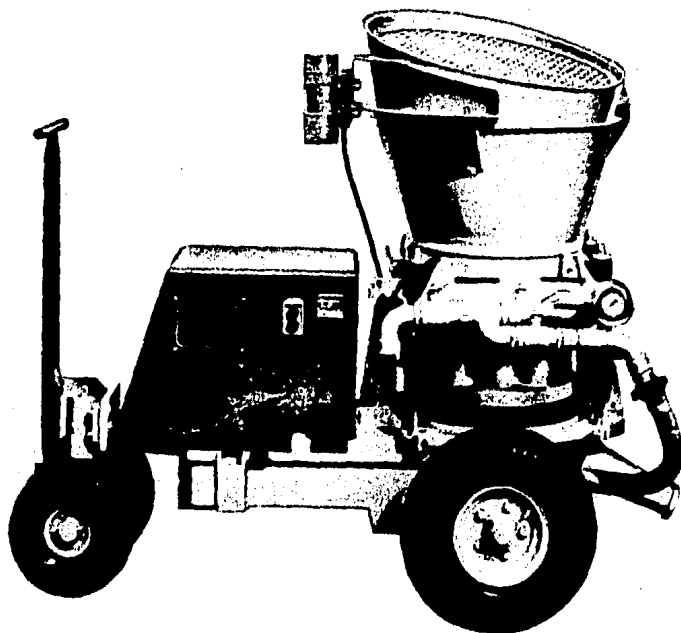
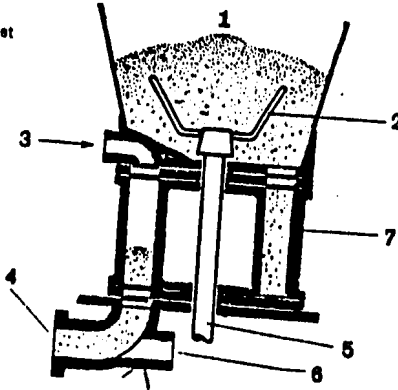


Fig. 12

LANZADORA ALIVA 250

- 1. Material feeding inlet
- 2. Agitator
- 3. Compressed air
- 4. Material exit
- 5. Drive shaft
- 6. Compressed air
- 7. Rotor



- 1. Entrada del material
- 2. Agitador
- 3. Aire comprimido
- 4. Salida del material
- 5. Eje de accionamiento
- 6. Aire comprimido
- 7. Rotor

Fig. 13

LANZADORA ALIVA 250 (CORTE)

Después se limpia la cámara pasando por una salida de escape --- y regresa al área de la máquina.

La Aliva 250 es más robusta y más portátil que los otros tipos.

El problema principal que existe en la Aliva 250 es mantener un sello adecuado entre el tambor rotatorio y las plataformas fijas, -- superior e inferior, esto se efectúa por medio del uso de placas de juntas gruesas de hule dentro con respaldo de acero, que se desgastan conforme avanza el trabajo y tienen que reponerse a menudo.

La mayor ventaja que se observa a esta máquina, es que necesita un mínimo de atención mientras trabaja y puede ajustarse con una alimentación regular y además se dejó que funcione sin atención.

La Aliva 250 puede trabajar con agregados gruesos sin temor a -- que sufra algún daño por acuñamiento de ellos.

Para el buen funcionamiento de ella se tiene las siguientes precauciones: Tener válvulas limpias y bien engrasadas, un correcto nivel del motor, las paredes de los cilindros perfectamente limpias; - las salidas deben estar pulidas, es imprescindible la ausencia de muescas en las placas del tambor y es deseable que no exista en las juntas, los crificios de escape deben mantenerse limpios y libres de -- acumulaciones durante el funcionamiento.

La Aliva 250 pesa alrededor de 600 kg por lo que la hace ser manejable para llevarla de un lado para otro sin dañarla.

Se cuenta con tres Alivas 250, suficientes para cubrir las necesidades de concreto lanzado en el P.H. Caracol.

2.- EL COMPRESOR.

El compresor es una máquina de vital importancia ya que es quien proporciona el aire comprimido que requiere la lanzadora; es decir -- sin el compresor no habría lanzado, de ahí su importancia (Fig. 14)

Los compresores con que se cuentan en el proyecto son marca --- Ingersell - Rand, Atlas Copco, Joy y Garden Denver y son de 250 pcm - hasta 800 pcm pies cúbicos por minuto. Estos compresores basan su -- principio de trabajo en la compresión de gases o mezclas gaseosas a - presión superior a la atmosférica o sea aumentan la presión a un volu - men de aire.

La capacidad de un compresor se determina por el desplazamiento - del pistón en cm^3/min , sin embargo la capacidad real de un compresor - será menor al desplazamiento del pistón debido a fugas en las conexio - nes u por las pérdidas ocasionadas por fricción.

El compresor debe dar un suministro adecuado de aire comprimido - y en nuestro caso la presión suministrada es de 8 kg/cm^2 , suficien - tes para llevar a cabo un lanzado correcto esto es, que se este sumi - nistrando un volumen suficiente de aire a la presión correcta, la -- presión dada no tiene fluctuaciones.

La presión normal de funcionamiento a la salida de la lanzadora - es aproximadamente de 40 a un 45% menor a la presión de entrada.

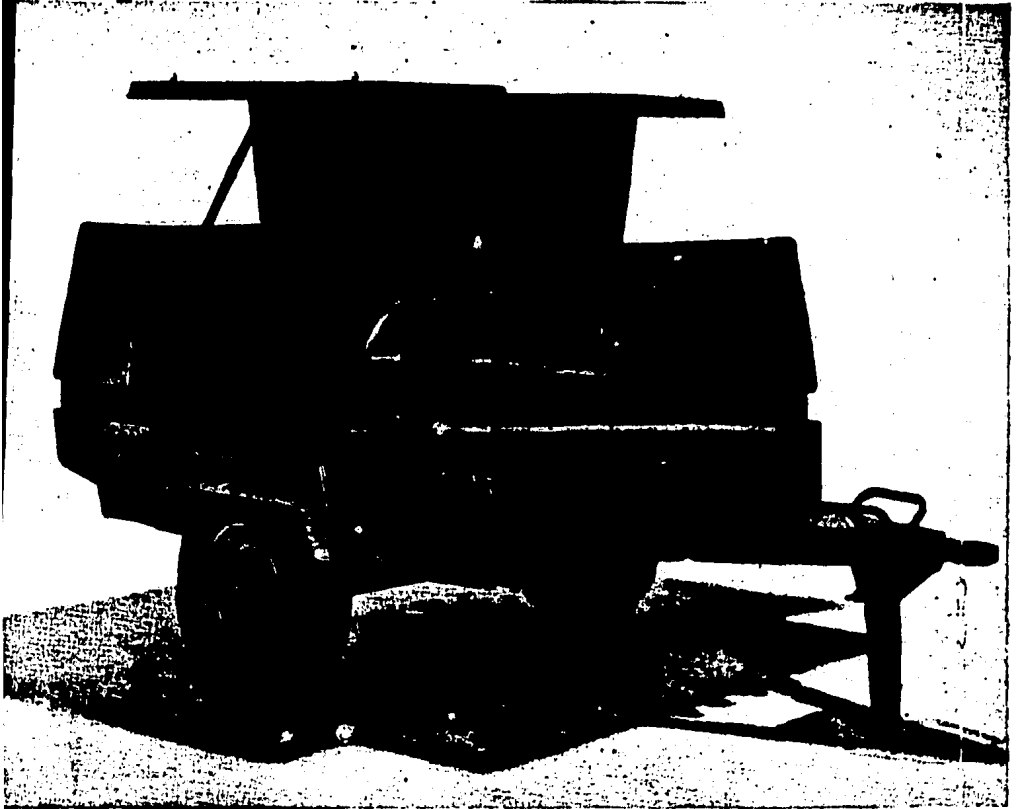


Fig. 14

COMPRESOR ATLAS COPCO

La presión de funcionamiento ésta relacionada con la longitud -- de la manguera y con la altura de la boquilla arriba de la Aliva, --- después de los primeros 30 mts de longitud la presión aumenta 0.3 -- kg/cm² por cada 15 mts .

También forma parte del equipo de concreto lanzado el llamado -- equipo secundario.

3.- LA BOQUILLA

Respecto a las boquillas usadas, el diseño lo hace la propia -- compañía que lanza el concreto y las manda fabricar en un trailer -- especial; claro que el diseño se basa en el de la marca sueca Aliva, - las boquillas son de acero colado.

Respecto a la forma de trabajar de la boquilla, ésta es de vital importancia ya que en este punto se lleva a cabo el proceso de hidratación, es decir aquí se juntan la mezcla seca que viene a través de las mangueras, con el agua para que forme inmediatamente después el - concreto que sale proyectado hacia la superficie a tratar.

Llevar un dispositivo que suministra agua en forma variable, el dispositivo es un anillo perforado también de acero y regula el lanzamiento en turno.

La punta de la boquilla es removible e intercambiable y ésta hecha de hule, ya que así se obtiene mayor limpieza y duración.

El hule de la boquilla no es más que manguera de 2 pulgadas de diámetro, el hule lleva una capa de malla, y se conoce como manguera para concreto lanzado

El agua se añade al concreto en forma radial.

4.- LA REVOLVEDORA

Se esta usando una revolvedora de gasolina de 2 sacos marca --- MIPSÁ se emplea para el mezclado del concreto que inmediatamente se pasa por la Aliva para ser lanzado.

La revolvedora ésta al cuidado de una persona por lo que casi no se tiene problema con ella, (Fig. 15) .

5.- MANGUERAS

Todas las mangueras usadas son de alta presión marca Goodall de 2 pulgadas de diámetro, vienen en tramos de 15 mts .

Se dispone de suficientes mangueras para producir una alimentación confiable a la boquilla. Para la conducción del aire se emplean mangueras de 3 pulgadas de diámetro.

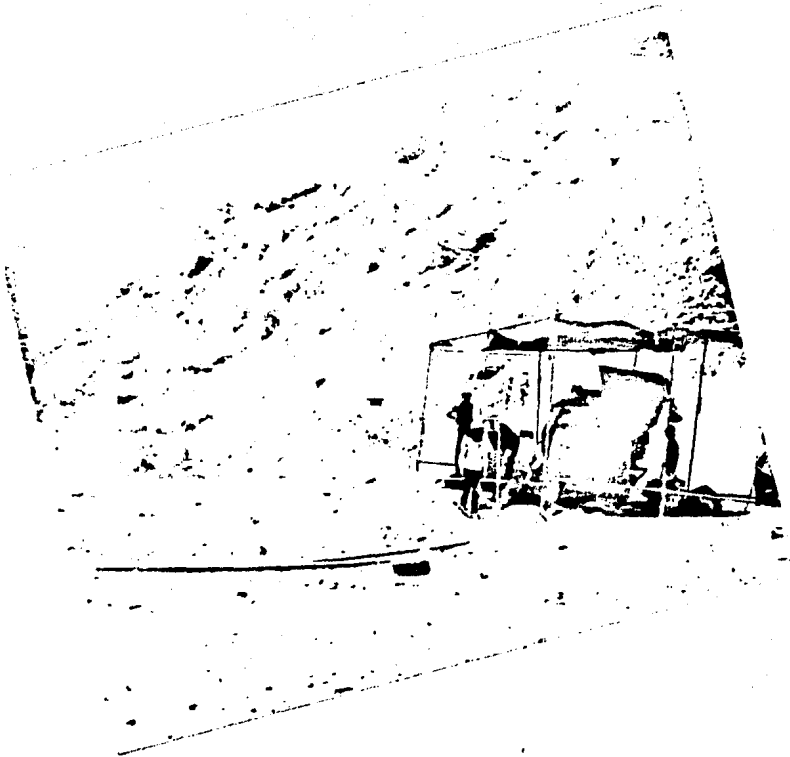


Fig. 15

FRENTE DE TRABAJO

REVOLVEDORA HIPSA Y TALUDES TRATADOS CON CONCRETO LANZADO

SUMINISTROS DE AGUA

El agua llega a una válvula instalada en la boquilla a través -- de una línea flexible de manguera de alta presión de 1 pulgada de -- diámetro, el suministro se lleva acabo usando un tanque fijo para que viaje por gravedad por lo que el tanque se instala en partes altas, - cuando no se logra esto se instala un tanque de aire para mandar el - agua a presión.

Aquí en el Caracol no se ha usado equipo pesado de concreto lanzado como es el Trixor, el Robot, el Robot-Triker ni mucho menos el - Blastmixer.

V.- C O S T O S

En el capítulo presente, se analizará y se obtendrá el precio unitario de la gunita de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y 5 cm de espesor con o sin malla a cualquier altura.

Primeramente se obtendrá el factor de salario real, para posteriormente obtener el salario de los trabajadores que integran la cuadrilla de lanzado; luego se hará un análisis del costo directo hora máquina de la revoladora, de la Aliva y del compresor.

En seguida se analizará el costo directo de la gunita para luego sumarle los indirectos y así obtener el precio unitario.

Este análisis está actualizado a Septiembre de 1984.

ANALISIS BASE
FACTOR DE SALARIO REAL

DIAS PAGADOS AL AÑO

Días calendario	365.25
Aguinaldo	15.00
Vacaciones 25% X 6 días	1.50
	<hr/>
	381.75

Días no laborados al año

Domingos	52.00
Vacaciones	6.00
Días festivos	7.17
Días de costumbre	8.00
Condiciones de clima	10.00
Enfermedad	3.00
	<hr/>
	86.17

Días trabajados al año $365.25 - 86.17 =$ 279.08

Días por prestaciones de ley

Seguro Social	$381.75 \times 0.196875 =$	75.16
Guarderías	$365.25 \times 0.01 =$	3.65
I.S.R.	$381.75 \times 0.01 =$	3.82
		<hr/>
		82.63

Total de días pagados al año $381.75 + 82.63 =$ 464.38

Factor de Salario Real = $\frac{464.38}{279.08} = 1.6640$

ANALISIS BASE
LISTA DE SALARIOS

CATEGORIA	SALARIO BASE	FACTOR	SALARIO REAL
Cabo de cuadrilla	\$ 876.00	1.6640	\$ 1,457.66
Lanzador	856.00	1.6640	1,424.38
O. de Aliva	803.00	1.6640	1,336.19
O. de mezcladora	750.00	1.6640	1,248.00
Compresorista	750.00	1.6640	1,248.00
Ayte. lanzador	750.00	1.6640	1,248.00
Peón	600.00	1.6640	998.40
Chófer	896.00	1.6640	1,490.94

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

Máquina: Lanzadora ALIVA

Modelo: 250

Datos Generales:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------|
| 1.- Fecha de adquisición | : Junio de 1984 |
| 2.- Precio de adquisición | : \$ 7'000,000. |
| 3.- Equipo adicional | : Incluido |
| 4.- Llantas | : \$ 20,000. |
| 5.- Valor inicial (V_g) | : \$ 6'800,000. |
| 6.- Valor rescate (V_r) | : 10% \$ 700,000. |
| 7.- Vida económica (V_e) | : 10,000 hrs |
| 8.- Tasa de inversion anual (I) | : 60% |
| 9.- Horas efectivas por año (H_g) | : 2,000 hrs |
| 10.- Prima de Seguro anual (S) | : 2% |
| 11.- Factor de almacenaje (K_g) | : 2% |
| 12.- Factor de mantenimiento (Q) | : 75% |
| 13.- Motor neumatico de 7.5 H.P. | |
| 14.- Factor de operación | : 80% |
| 15.- Potencia de operación | : 5.64 H.P. |

I.- Cargos Fijos:

a) Depreciación:	$D = (V_a - V_r) / V_e$	=
	$(6\ 800\ 000 - 700\ 000) / 10\ 000$	= \$ 610.00
b) Inversión:	$I = (V_a + V_r) I / 2 H_a$	=
	$(6\ 800\ 000 + 700\ 000) 0.6 / 4000$	= 1,125.00
c) Seguros:	$S = (V_a + V_r) S / 2 H_a$	=
	$(7\ 500\ 000) 0.02 / 4\ 000$	= 37.50
d) Almacenaje:	$A = K_a \times D = 0.02 \times 610$	12.20
e) Mantenimiento:	$T = Q \times D = 0.75 \times 610$	457.50

SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA

\$2,242.20

II.- Cargos por Consumo:

a)	Combustible		
b)	Otras fuentes de energía: 0.746 HP X \$ 8/hr	= \$	6.00
c)	Lubricantes L = a X PL		
	capacidad carter C = 3 lts cambios aceite t =		
	100 hr		
	a = c/t + 0.0030 X HP. op. = 0.03 lts/hr		
	L = 0.03 lts/hr X \$ 230/lts	= \$	6.90
d)	Llantas: L1 = $\frac{\text{Valor Llantas}}{\text{Vida eco. en hr}}$	= $\frac{20\ 000}{4\ 000}$	= \$ 5.00

SUMA CARGOS POR CONSUMO POR HORA	\$	17.90
----------------------------------	----	-------

III.- Cargos por operación:

Operador lanzadora	\$ 1,336.19		
Salario / turno prom. So	- 1,336.19		
Horas / turno prom. H = 8 hr X 0.8	= 6.4 hr		
Operación O - So/h	= 1,336.19/6.4	= \$	208.77

SUMA CARGOS OPERACION POR HORA	\$	208.77
--------------------------------	----	--------

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA	\$	2,468.87
----------------------------	----	----------

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

Máquina : Compresor Atlas Copro

Capacidad : 600 pcm

Datos Generales:

1.- Fecha de adquisición	:	Septiembre de 1984
2.- Precio de adquisición	:	\$ 9 850 000
3.- Llantas	:	\$ 32 000
4.- Valor Inicial (V_a)	:	\$ 9 818 000
5.- Valor rescate (V_r) 10%	:	\$ 985 000
6.- Vida Económica (V_e)	:	10 000 hrs
7.- Tasa de Inversión anual (I)	:	60 %
8.- Horas efectivas por año (H_a)	:	2,000 hr/año
9.- Prima anual de seguros (S)	:	2 %
10.- Factor de almacenaje (K)	:	2 %
11.- Factor de mantenimiento (Q)	:	75 %
12.- Motor diesel de	:	250 HP
13.- Factor de operación	:	75 %
14.- Potencia de operación	:	187.5 HP

I.- Cargos Fijos

- a) Depreciación: $D = (V_a - V_r) / V =$
 $(9\ 818\ 000 - 985\ 000) / 10\ 000 = \$\ 883.30$
- b) Inversión: $I = (V_a + V_r) I / 2 H_a =$
 $(9\ 818\ 000 + 985\ 000) 0.6 / 4\ 000 = \$\ 1,620.45$
- c) Seguros: $S = (V_a + V_r) S / 2 H_a =$
 $(10\ 803\ 000) 0.02 / 4\ 000 = \$\ 54.01$
- d) Almacenaje: $A = K_a \times D = 0.02 \times 833.3 = \$\ 17.66$
- e) Mantenimiento: $T = Q \times D = 0.75 \times 833.3 = \$\ 662.25$

SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA \$ 3,237.67

II.- CARGOS POR CONSUMO

a) Combustible: $E = C \times P_c$

Diesel: $E = 0.1514 \times 187.5 \text{ HP} \times \$ 26/\text{hr} = \$ 738.07$

Gasolina: $E = 0.2271 \times \text{HP} \times \$ /\text{hr} =$

b) Lubricantes: $L = a \times PL$

capacidad carter $c = 20 \text{ lts cambios aceite}$

$t = 100 \text{ hrs}$

$a = c/t + 0.0035 \times 187.5 \text{ HP Op.} = 0.85 \text{ lts/hr}$

$L = 0.85 \text{ lts/hr} \times 259.65/\text{lts} = \$ 220.70$

c) Llantas: $L1 = \frac{\text{Valor llantas}}{\text{Vida eco. en hr}} = \frac{32\ 000}{4\ 000} = \$ 8.88$

SUMA CARGOS POR CONSUMO POR HORA \$ 967.65

III.- CARGOS POR OPERACION

Operador : compresorista \$ 1 248

salario/turno prom. So. \$ 1 248

horas/turno promedio H = 8 hr X 0.8 = 6.4 hr

operación: $O = \frac{So}{H} = \frac{1\ 248}{6.4} =$ \$ 195.00

SUMA CARGOS OPERACION POR HORA \$ 195.00

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 4,400.32

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

Máquina: Revolvedora MIPS A 2 Sacos

Capacidad: 310 lbs

Datos Generales:

1.- Fecha de Adquisición:	Mayo de 1984
2.- Precio de adquisición:	\$ 2 164 000
3.- Llantas:	\$ 18 000
4.- Valor inicial (V_a):	\$ 2 146 000
5.- Valor rescate (V_r) 10% :	\$ 214 000
6.- Vida económica (V_e):	6 000 hrs
7.- Tasa de inversión anual (I):	60 %
8.- Horas efectivas por año (H_a):	2 000 hr/año
9.- Prima anual de seguros (S):	2 %
10.- Factor de almacenaje (K):	2 %
11.- Factor de mantenimiento (Q):	75 %
12.- Motor de gasolina de	30 HP
13.- Factor de operación :	70 %
14.- Potencia de operación:	21 HP

I.- CARGOS FIJOS

A) Depreciación:	$D = (V_a - V_r) / V_a =$ $(2\ 146\ 000 - 214\ 000) / 6\ 000 =$	\$	321.90
B) Inversión:	$I = (V_a + V_r) I / 2 H_a =$ $(2\ 146\ 000 + 214\ 000) 0.6 / 4\ 000 =$	\$	354.09
C) Seguros:	$S = (V_a + V_r) S / 2 H_a =$ $(2\ 360\ 600) 0.02 / 4\ 000 =$	\$	11.80
D) Almacén:	$A = K_a \times D = 0.02 \times 321.9 =$	\$	6.43
E) Mantenimiento:	$T = Q \times D = 0.75 \times 321.9 =$	\$	241.42

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 935.64

II.- CARGOS POR CONSUMO

a) Combustible: $E = c \times P_c$

$$\text{Gasolina: } E = 0.2271 \times 21 \text{ HP} \times \$ 40/\text{hr} = \$ 190.76$$

b) Lubricantes: $L = e \times P_L$

capacidad del carter $c = 3$ lts cambio aceite

$$t = 100 \text{ hr}$$

$$e = c/t + 0.0030 \times 21 \text{ HP cp.} = 0.09 \text{ lts/hr}$$

$$L = 0.09 \text{ lts/hr} \times \$ 230 \text{ lts} = \$ 20.70$$

c) Llantas : $Ll = \frac{\text{Valor llantas}}{\text{Vida econ. hr}} = \frac{18000}{3270} = \$ 5.62$

SUMA CARGOS POR CONSUMO POR HORA 217.08

III.- CARGOS POR OPERACION

operador mezcladora \$ 1248

salario turno promedio So. = 1248

horas/turno prom. H = 8 hr x 0.8 = 6.4

operación: $C = C_0 / H = 1248/6.4 =$ \$ 195.00

SUMA CARGOS OPERACION POR HORA \$ 915.00

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 1 347.72

REVESTIMIENTO DE GUNITA DE $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ Y 5 cm DE ESPESOR CON -
O SIN MALLA A CUALQUIER ALTURA

1.- EQUIPO

MAQUINA	CHMO
Revoladora	1 347.72
Compresor	4 400.32
Lanzadora	2 482.65
Andamio	304.20
Cami3n Redilas	<u>1 657.15</u>
Total	10 102.04

Rendimiento = $0.95 \text{ M}^3/\text{hr}$

Costo = $\frac{10 \ 102.04}{0.95} =$ $\$ \ 10 \ 633.72/\text{M}^3$

2.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
Arene	M^3	1.3	857	1 114.10
Cemento	Ton	0.446	8400	3 746.40
Agua	M^3	0.2	60	12.00
Total				$\$ \ 4 \ 872.50$

3.- MAND DE OBRA

CATEGORIA	CANTIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
Cabo de cuadrilla	1	1 457.66	1 457.66
Lanzador	1	1 424.38	1 424.38
O. de Aliva	1	1 336.19	1 336.19
O. de mezcladora	1	1 248.00	1 248.00
Compressorista	1	1 248.00	1 248.00
Ayte. Lanzador	1	1 248.00	1 248.00
Paón	3	998.40	2 995.20
Chófer	1	1 490.94	<u>1 490.94</u>
		Total	12 448.37

$$\text{Costo} = \frac{\$ 12 448.37 / \text{tno}}{8 \text{ hr/tno} \times 0.95 \text{ M}^3/\text{hr}} = \$ 1 637.94 / \text{M}^3$$

4.- HERRAMIENTA MENOR

$$3 \% \text{ Costo de Mano de Obra} \\ \text{Costo} = 0.03 \times 1 637.94 = \$ 49.13 / \text{M}^3$$

5.- ACCESORIOS

a) Manguera de lanzada:

$$\frac{\$ 65 000 / \text{pza} \times 6 \text{ pza}}{500 \text{ M}^3} = \$ 780.00 / \text{M}^3$$

b) Mangueras de size 2 Ø (2 tramos)
 $\frac{\$ 82\ 000}{500\ \text{hr} \times 0.95\ \text{M}^3/\ \text{hr}} \times 2\ \text{tramo} = \$ 311.60 / \text{M}^3$

c) Discos de desgaste
 $\frac{\$ 65\ 000}{500\ \text{M}^3} \times \text{pza} = \$ 130.00 / \text{M}^3$

Total \$ 1 314.50 / M³

6.- DESPERDICIO POR REBOTE (25 %)
 cemento \$ 8 400 / ton x 0.446 ton/M³ x 0.25 \$ 936.60 / M³
 arena \$ 857 / M³ x 1.3 M³ x 0.25 = \$ 278.52 / M³
 agua \$ 60 / M³ x 0.2 M³ x 0.25 = \$ 3.00 / M³
 Total \$ 1 218.12 / M³

RESUMEN

1.- EQUIPO	\$ 10 633.72 / M ³
2.- MATERIALES	4 872.50 / M ³
3.- MANO DE OBRA	1 637.94 / M ³
4.- HERRAMIENTA MENOR	49.13 / M ³
5.- ACCESORIOS	1 314.50 / M ³
6.- DESPERDICIO POR REBOTE	1 218.12 / M ³

COSTO DIRECTO \$ 19 725.91 / M³

37.5 % UTILIDADES + INDIRECTOS \$ 7 397.16

PRECIO UNITARIO \$ 27 123.07 / M³

VI.- EL LANZADO DEL CONCRETO

1.- EL PERSONAL

Aquí en el proyecto la cuadrilla de concreto lanzado esta integrada de la siguiente forma:

1 Sobrestantes

1 Lanzador

1 Ayte. del lanzador

1 Operador de la Aliva

1 Operador de la Revolvedora

3 Peónes que ayudan a espalar el material, mover las menzueras etc.

Cada uno de ellos tiene una función que desarrollar y que ésta vigilede por el sobrestante quien es quien coordina todos los movi--mientos para que el trabajo resulte lo mejor posible.

Debido a que la calidad del concreto lanzado depende basicamen--te de los operadores de la Lanzadora Aliva y principalmente del lan--zador, estos cuando son nuevos se sujeten a un corto aprendizaje, --donde se les da instrucciones de la forma de operar las máquinas, --así como la forma de lanzar el lanzador.

2.- EQUIPO DE SEGURIDAD

Desgraciadamente en este rubro existen ciertas anomalías, ya que no se dispone del equipo ideal para lanzado, pero no es que no se quiera tenerlo, sino que el trabajador no lo quiere usar por resultarle incómodo, debido al calor, a las alturas que se trabaja, -- etc.

En una ocasión se le proporcionaron gafas de seguridad y las usaron uno o dos días, para que después las dejaran al olvido.

Lo que es suficiente para ellos es un pañuelo o palisate que se colocan en la boca y la nariz para protegerse del polvo que es -- origen, como se muestra en la fig. 16 .

3.- ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS

Los materiales empleados se encuentran almacenados en lugares perfectamente limpios, libres de cualquier contaminación, los bancos de arena y grava son grandes montañas por lo que no se pueden proteger contra las lluvias.

La ventaja que se observa es que llueve cada tres o cuatro -- días, el 95 % de las lluvias es de noche y a la mañana siguiente -- hace un calor tremendo que casi alcanza secar los agregados.



Fig. 16

CONCRETO LANZADO

EN LA ELEV. 990 DE PLATAFORMA DE TRANSFORMADORES

4.- DOSIFICACION Y MEZCLADO

Los agregados se tienen agrupados en tres fracciones para ser mezclados: de 19 a 9.5 mm (3/4 a 3/8); de 9.5 mm (3/8) a malla - No. 4 y arena.

La dosificación de agregados y cemento se hace por peso en una revolvedora adecuada.

La dosificación de los agregados que se use en el proyecto es:

El 40 % de los agregados es grueso

El 60 % es fino

La relación agua-cemento es la siguiente:

Para la gunita 0.38

Para el concreto lanzado 0.41

Estas relaciones son más bajas que la mayoría de los valores - para las mezclas convencionales de concreto.

Debido a diferentes problemas, la mezcla no se lanzaba después de 1.5 horas después de hecha la mezcla por recomendaciones del laboratorio de concreto, esto ocasionaba que se desechara por completo - la mezcla preparada y por consiguiente pérdidas económicas para la - compañía.

5.- TRANSPORTACION Y CONDUCCION

En este rubro no hay nada que mencionar salvo que los agregados y el cemento se transportan en un camión volteo.

6.- PREPARACION DE LA SUPERFICIE

Como la adhesión es un requisito importante, la superficie -- donde se va a aplicar el lanzado se limpia inmediatamente antes del lanzado, se limpia para quitar el rebote, el polvo u otros materiales que pueden perjudicar que el trabajo no sea el deseado. También se humedece la superficie antes de lanzar.

La limpia se realiza con la misma boquilla del lanzado, así -- como para humedecer la superficie, esto es por las mangueras solo se lanza aire cuando se trata de limpiar y agua cuando de humedecer se trata, (Fig. 17) .

7.- EL LANZADO DEL CONCRETO

Una vez humedecida la superficie de la roca a tratar se procede con el lanzado, primero que nada se cheque que haya constancia en el suministro de aire, en el suministro de agua y del flujo de materiales hacia la Lanzadora Aliva y a través de la boquilla de expulsión, no podría lograrse un buen concreto lanzado cuando el chorro -- varía en composición o tiene intermitencias.

La presión de aire que se emplee y debe usarse siempre es de -- 7 kg/cm^2 .

La presión de agua que se use es de 1 kg/cm^2 .

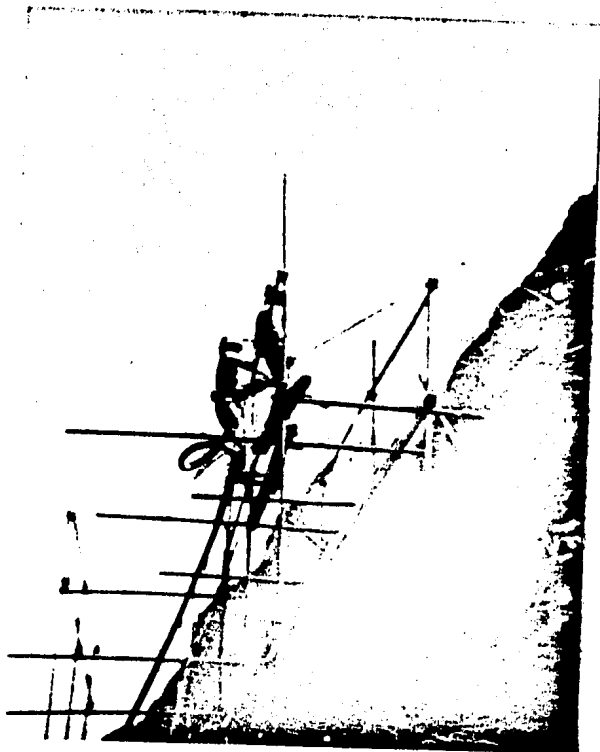


Fig. 17

HUMEDECIMIENTO DE LA SUPERFICIE

**SE REALIZA CON LA MISMA BOQUILLA DE LANZADO INMEDIATAMENTE
ANTES DE LA APLICACION DEL CONCRETO.**

El lanzador siempre esta ubicado en una posición desde la que puede lanzar en dirección normal (90°) a la superficie de la roca y a una distancia de él de 1 a 1.2 mts , para garantizar una buena compactación y calidad del concreto, con un mínimo de rebote, --- (Fig. 18 y 19) .

Como el lanzador regula el flujo de agua, está moviendo rítmicamente a la boquilla en una serie de vueltas de lado a lado y de arriba hacia abajo.

Hay ocasiones que se pueden usar andamios, pero otras veces lo único que se pone es un tablón apoyado en los extremos en anclas que se colocan previamente; el lanzador se sujeta de la cintura con una cuerda que va amarrada de algo colocado en la parte superior del -- talud, tal como ocurrió en Obra de Toma y Plataforma de Transformadores.

8.- EL REBOTE

En obra de Toma se obtuvieron rebotes del 13 %

En tuberías de Presión se tuvieron rebotes del 18 %

En Plataformas de Transformadores se tuvieron rebotes del 12.6%

En Casa de Máquinas se tuvieron rebotes del 15.7 %

Estos porcentajes se obtuvieron con la prueba del rebote que -

consiste en lo siguiente:

Se lanza un metro cúbico de concreto, se selecciona y se pesa el material rebotado, con el gravaje obtenido se hace una diferencia entre el material rebotado y el metro cúbico lanzado y se obtiene el porcentaje de rebote habido.

El rebote se origina debido a la velocidad que alcance el material al ser lanzado y el fuerte impacto que se origina al chocar éste con la superficie a tratar, luego una parte de la mezcla se desprende o brinca de la superficie donde ha sido colocada; a este material que se desperdicia se conoce con el nombre de rebote, el cual está formado por partículas de arena, recubiertas por una pequeña capa de cemento y grava en el caso del concreto lanzado con agregado grueso.

El rebote incrementa el costo directo del concreto lanzado más que nada por el consumo de material que se rechaza y se desperdicia, además ha aumentado el tiempo del lanzado más que nada por la limpieza que se tiene que hacer antes del lanzado.

Al iniciar el lanzado, el primer flujo que se origina una cantidad alta de rebote, pero forma una primera capa que sirve como colchón amortiguador, luego el flujo siguiente choca en este colchón reduciendo considerablemente el rebote.

El espesor en la primera capa varia de 3 a 15 mm .

El rebote forma un porcentaje de acuerdo al material colocado.

Existe más rebote si se aumenta la velocidad del lanzado y si se disminuye el diámetro de la boquilla de salida.

Se notó que cuando se lanzaba gunita existía más rebote, o sea que entre más arena exista en la mezcla, el rebote aumentará en inversa a la relación agua-cemento, ocasionando que la mezcla tienda a hacerse menos plástica y pegajosa, haciendo que se desprenda de la superficie.

Definitivamente se puede reducir el rebote si se agrega aditivo acelerante a la mezcla, pero aquí en el Caracol no fué así, por haberse empleado un aditivo acelerante equivocado.

Se ha cuidado el rebote chequeando la forma de las partículas -- que son de forma angulosa, se chequea que el material éste bien graduado.

El ángulo de aplicación es de 90° , y la distancia de aplicación es de 1 a 1.2 mts, (Fig. 18 y 19) .

El rebote también va ligado muy estrechamente con el tipo de mezcla utilizada. Para esto se tiene que hacer varias pruebas al inicio del trabajo en determinada obra, variando con esto las dosificaciones de los egragados.

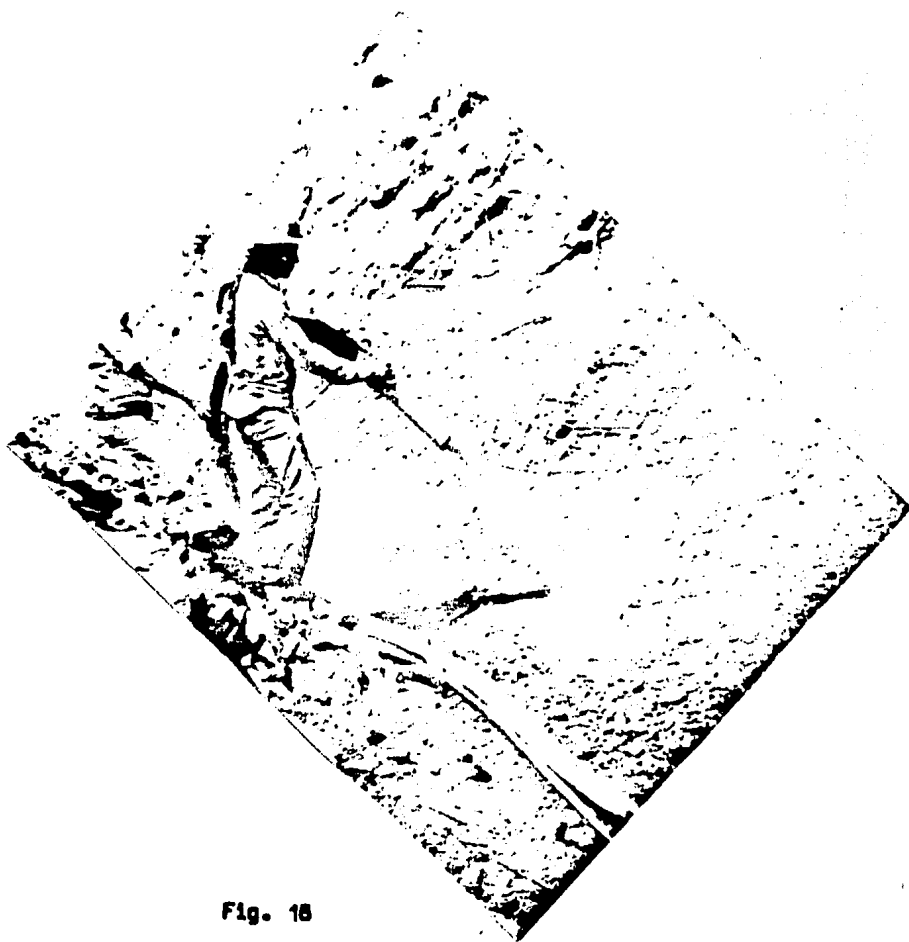


Fig. 16

POSICION NORMAL (90°) DE LA BOQUILLA CON RESPECTO A
LA SUPERFICIE A TRATAR

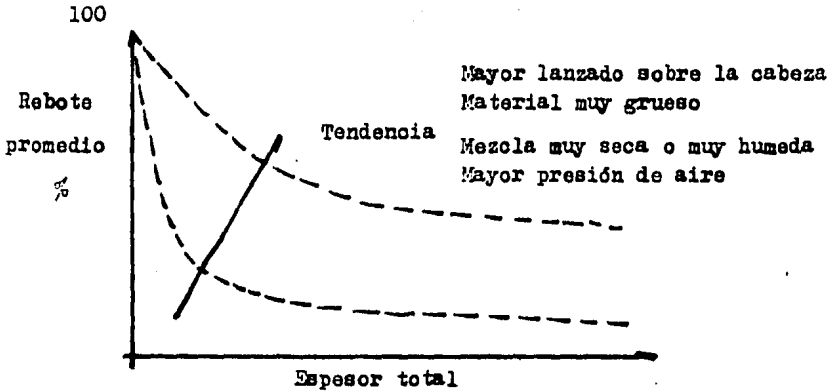
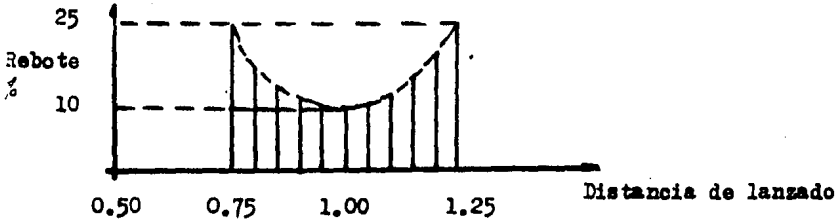


Fig. 19 a TENDENCIA GENERAL DE LAS CURVAS DE REBOTE

Fig. 19 b INFLUENCIA EN LA DISTANCIA DE LANZADO



P1

Fig. 19 - C

INFLUENCIA EN EL ANGULO DE LANZADO

9.- CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad lo realiza el laboratorio de concreto -- dependiente de Comisión Federal de Electricidad que cuenta con personal suficiente y medios para controlar la calidad del concreto lanzado y sus componentes.

CEMENTO

Ellos reciben una muestra del cemento usado y lo envían al -- Departamento de Estudios Experimentales donde comprueban su calidad, y que cumple con las especificaciones, hasta ahorita no ha habido -- ningún rechazo.

AGREGADOS

Obtienen muestras con las frecuencias y finalidades indicadas -- a continuación:

Composición granulométrica (una vez por día)

Contenido de materia orgánica (una vez por día)

Pérdida por lavado en malla No. 200 (una vez por día)

Densidad y absorción (una vez por día)

Sonidad (una vez por día) esta prueba se refiere a que no -- sean reactivos con los álcalis del cemento (Na_2O , K_2O)

Contenido de humedad (una vez por día)

Además ellos obtienen diariamente una muestra del concreto ---
cunado menos, para comprobar el contenido unitario de cemento y la -
granulométrica del gaseado total.

CONCRETO LANZADO

Para comprobar la calidad del concreto lanzado, se fabrican --
tableros de prueba lanzado concretos sobre artesas de 80 cm por lado
con paredes inclinadas hacia afuera para facilitar la expulsión del-
rebote.

Se fabrica una artesa por cada día de trabajo. Las artesas se-
recogen por el personal del laboratorio de concreto, para obtener --
por barrenación seis núcleos de por lo menos 76 mm (3 ") de diáme-
tro de cada artesa fabricada.

Los núcleos de cada artesa se ensayan a compresión a los 8 hr-
otras a los 3 días de edad, en la condición natural de humedad del -
concreto.

A los núcleos restantes se les determina su densidad y se ensa-
yan a compresión de 28 días de edad en condición saturada y superfi-
cialmente seca.

Los resultados de resistencia en promedio se observan en la --
siguiente página.

	máxima	256	kg/cm ²	No. de ensayos	126
A 3 días	mínima	50	"	"	126
	promedio	140	kg/cm ²	"	126
	máxima	325	kg/cm ²	No. de ensayos	214
A 28 días	mínima	108	"	"	214
	promedio	166	kg/cm ²	"	214

Estos resultados se determinaron a partir de corazones extraídos de concreto lanzado en artesas, según el número de ensayos.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA LA
COMPAÑIA CYTECSA (promedio)

		No. de ensayos
Cemento C - 2 puzolanico	Densidad	3.00
		91
Agregados	Densidad de la grava seca	2.26
		36
	Densidad de la arena seca	2.24
		36
	Densidad grava + arena	2.25
		calculado
	Peso volumétrico humedo grava + arena	1925 kg/m ³
	300	
humedad grava + arena	7.9	
	306	
Absorción grava + arena	6.17	
	36	

PRUEBA DE LA ADHERENCIA

En los túneles de acceso a Casa de Máquinas y Tuberías de --- Presión que también se lanzó concreto; y donde la adherencia es muy importante, se efectuó la prueba de la adherencia, que es más bien una demostración que una prueba, ya que el objetivo que sigue es jalar una losa de concreto lanzado de 10 días de edad, de la pared y arrancar con ella un pedazo de pared, entonces esto demuestra que la adherencia del concreto es mayor que la resistencia de la base.

La prueba resultó positiva, o sea que cumplió con el objetivo.

PRUEBA DE LA ABSORCION

Se llevó acabo con 36 ensayos y el resultado no excedió del - 10 % o sea el agua absorbida por las muestras de concreto lanzado, - por inmersión simple dio en promedio 8 % . Se dice inmersión.

CONCLUSIONES

El concreto lanzado ha venido a revolucionar las técnicas de excavación y soporte de obras subterráneas, así como el tratamiento de la roca, es por eso que juega un papel importante dentro del proyecto hidroeléctrico " El Caracol " ya que se ha empleado como herramienta vital en el tratamiento de la roca.

Debido principalmente a la flexibilidad y facilidad para mover el equipo y a la fácil colocación del concreto lanzado, este se ha colocado aún en zonas muy inaccesibles que con el concreto convencional no se podría llevar acabo.

Con la experiencia adquirida en este proyecto, el empleo del concreto lanzado es ampliamente recomendado para las grandes obras que el país necesita, por lo que es un deseo que el presente trabajo sirva como referencia para las futuras obras que se avocinan.

El concreto lanzado también puede usarse en la restauración de estructuras de concreto dañadas, como refuerzo de estructuras de concreto, como el material estructural y como recubrimiento de acero estructural para proporcionarle resistencia al fuego y proteger su capacidad de resistencia, entre otros muchos usos que se le pueden dar.

B I B L I O G R A F I A

T. F. RYAN

CONCRETO LANZADO

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO A. C.

PRIMERA EDICION

MEXICO, 1976

LUIS VIEITEZ UTESA

CONCRETO LANZADO APUNTES

NOVIEMBRE DE 1975

GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO HIDROELECTRICO " EL CARACOL "
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

En el Anexo I se muestra la gráfica de la granulometría --
requerida para la combinación de agregados arena y grava I, en --
la fabricación del concreto lanzado.

En el Anexo II se muestra una forma del " INFORME DEL --
INSPECTOR DE CONCRETO " donde se ven todos los datos de los --
elementos usados para la mezcla de concreto lanzado utilizada -
esa fecha.

En el Anexo III de la página 85 se tiene el Oficio No. --
R - 8 - C ., que se refiere a las recomendaciones a seguir en el --
tratamiento de la roca en la Obra de Toma. Este oficio lo hace la
residencia de Mécanica de Rocas.

En el Anexo IV de la página 86 se tiene una ORDEN DE COLADO
esta se tiene que pedir a supervisión una vez que se hayan cumpli
do con los requisitos mencionados; cumpliendo con estos, supervi
ción de la autorización de iniciar el lanzado.

P. H. ING CARLOS RAMÍREZ
LABORATORIO DE CONCRETOS

... FUERZA PARA LA
... AGREGADOS ARENA-
... EN LA FABRICACION DEL-
... AZADO

Fig. 18

ANEXO I

Fecha _____

f'c = _____ Kg/cm²

Arena _____ %

Grava _____ %

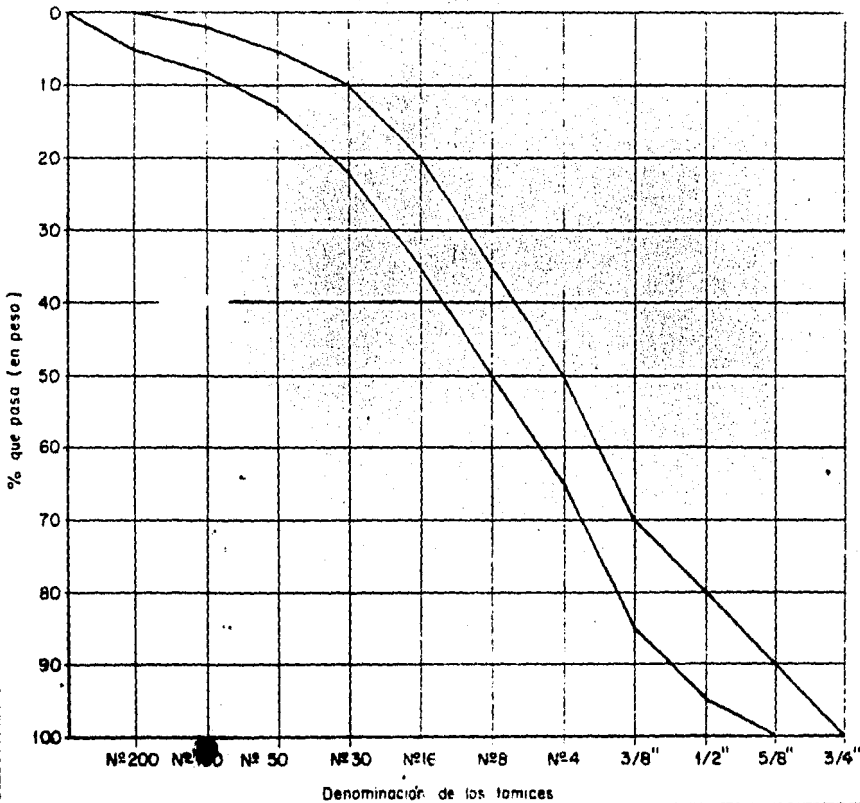
Cto/M3 _____ Kg

Marca Cto y Tipo _____

Aditivo/M3 _____ Kg ó Lts

Marca aditivo _____

Malla designada	% que pasa (en peso)
3/4"	100
5/8"	90 - 100
1/2"	80 - 95
3/8"	70 - 85
Nº 4	50 - 65
Nº 5	35 - 50
Nº 16	20 - 35
Nº 30	10 - 22
Nº 50	5 - 13
Nº 100	2 - 8
Nº 200	0 - 5





- 85 -
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
COORDINADORA GENERAL CONSULTIVO TECNICO
DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

Oficio No. R-8-C.
 6 de Marzo de 1932.

ING. FERNANDO AGUILAR SOLANO
RESIDENCIA DE CASA DE MAQUINAS
P R E S E N T E

ANEXO III

Asunto: Anclaje Talud
 Obra de Tomo-
 Elev. 526.

A continuación se presentan las recomendaciones para el soporte del Talud ubicado a la Elev. 526.0 en la Obra de Tomo. Debido a que en la plataforma a esta elevación quedarán estructuras civiles definitivas es recomendable que dicho talud se proteja adecuadamente ya que el macizo de roca aquí se encuentra atravesado por diversas fracturas que limitan en forma potencialmente inestables.

RECOMENDACIONES.

Se recomiendan anclas de fricción constituidas por varilla corrugada de ϕ 1" (P.e. 4200 Kg/cm²), 6.0 m de longitud y gancho en el extremo exterior de 30 cm, las anclas deberán de ser instaladas con cortero de cabante de f'c=150 Kg/cm². La distribución será en trespelillo en patrón de 2.50 m X 2.50 m y con una inclinación con respecto a la horizontal de 15°. Este anclaje deberá cubrir el área comprendida entre el hueco superior del talud y la elevación 531 y de la lustrera No. 1 a la No. 3.

Colocar malla de acero de 20 X 20 cm en la superficie limitada entre las elevaciones antes indicadas y por último colocar gunita de 5 cm de espesor en todo el talud desde la elev. 526.0 hasta el hueco del mismo anclizando y limpiando energicamente la superficie antes de colocar la gunita.

Atte.

Ing. Sergio R. Herrera C.
 Residente de Mec. de Rocas

C.c.p. Ing. José C. Cruz Velázquez.- Superintendente General.-Pte.
 C.c.p. D.E.E. México D.F.
 C.c.p. Archivo
 'Arv.



- 86 -
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

COORDINADORA EJECUTIVA DE CONSTRUCCION PACIFICO-SUR

P.M. ING. CARLOS RAMIREZ ULLOA

34.351 AD

ORDEN DE COLADO

ANEXO IV

CONCRETO HIDRAULICO _____ UNIDAD * _____ CONCRETO LANZADO _____
 FECHA 5-Dic-'83 HORA 9:35 COLADO _____ PLANTA CYTECSA
 ESTRUCTURA MURO AGUAS ARRIBA
 AREA CASA DE VAO VOL. ESTIMADO 7 m³ CIA. CYTECSA
 f'c 180 Kgr/cm² REVENIMIENTO _____ cm. T.M.A. _____
 DE EST. 01/04/10 A EST. 01/14/10 DE ELEV. 41RS A ELEV. 41S.60

OBRA CIVIL


Se autoriza la ejecución del colado, dado que los elementos de la estructura enlistados están correctos.

LABORATORIO


En virtud de que los requisitos abajo mencionados son adecuados para la iniciación del colado, se autoriza su ejecución.

- 1.- Líneas y niveles.
- 2.- Formas y cimbras en general.
- 3.- Acero de refuerzo y su colocación.


 TOPOGRAFIA Cto.


 ENCARGADO Cto.


 TOPOGRAFIA C.F.E.


 RESIDENTE C.F.E.

- 1.- Picado y limpieza de la superficie por colar
- 2.- Acero de refuerzo limpio.
- 3.- Recubrimiento, en caso de cimbra y se-
lefeos.
- 4.- Cemento, agua y agregados suficientes y lim-
pios.
- 5.- Planta deshidratada en buenas condiciones de
servicio.
- 6.- Unidades de transporte suficientes y en con-
diciones de servicio.
- 7.- Personal suficiente.
- 8.- Equipo adecuado y suficiente para la colo-
cación de concreto.
- 9.- Aditivos y membranas de curado necesarias.
- 10.- Iluminación suficiente
- 11.- Tiempo propicio.


 POR LABORATORIO DE CONCRETO.

C. n. p. - Residencia.
 C. c. p. - Cto. constructores.
 C. e. p. - Expediente.