



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

CONTROL DE CALIDAD Y PROCESO
CONSTRUCTIVO EN LA EDIFICACION
DE LA CASA DE MAQUINAS DEL
P.H. AMPLIACION TEMASCAL

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

Que, para obtener el Título de:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

Gabriel Humberto Núñez Gómez



México, D.F.

1995



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.

A mis padres, con amor y gratitud

**Esperanza Gómez de Núñez
Gabriel Núñez Chávez**

Afectuosamente a mis hermanos

**Luis Gabriel
Gabriel Agustín
Paola Cecilia**

Con respeto y afecto

Ing. Fernando Rivas Olivera

**Con un profundo agradecimiento a todos los profesores,
familiares y amigos que con sus conocimientos y experiencias
ayudaron en mi formación profesional.**

CONTENIDO

	PAGINA
INTRODUCCIÓN	
1.-INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	1
1.1.- ANTECEDENTES.....	1
1.2.- GENERALIDADES.....	1
1.3.- LOCALIZACIÓN.....	2
1.4.- VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	2
1.5.- NIVELES DE OPERACIÓN.....	3
1.6.- DESFOGUE.....	3
1.7.- DATOS TÉCNICOS.....	4
1.8.- CONDICIONES AMBIENTALES.....	4
1.9.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS EXISTENTES.....	4
1.10.- ANTEPROYECTO DE AMPLIACIÓN SOBRE LA MARGEN DERECHA.....	7
1.11.- ASPECTOS HIDROLÓGICOS.....	8
1.12.- ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	9
2.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CASA DE MÁQUINAS.....	14
2.1.- ATAGUÍA DE PROTECCIÓN.....	14
2.2.- EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.....	18
2.2.1.- CONTROL Y USO DE EXPLOSIVOS EN VOLADURAS.....	20
2.2.2.- ESTABILIZACIÓN DE LAS EXCAVACIONES.....	21
2.3.- CIMENTACIÓN EN LA CASA DE MÁQUINAS.....	25
2.3.1.- TRATAMIENTO DE CONSOLIDACIÓN EN LA CIMENTACIÓN DE LA CASA DE MÁQUINAS.....	25
2.3.2.- LOSA DE CIMENTACIÓN EN LA CASA DE MÁQUINAS.....	28
2.4.- MUROS Y LOSAS.....	30
2.5.- CARCASA Y TUBERÍA DE CONDUCCIÓN.....	33
2.5.1.- COLOCACIÓN DEL MORTERO DE EMPAQUE EN EL BLINDAJE DE LOS TÚNELES.....	36
2.5.2.- INYECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN Y CONTACTO EN EL ENCOFRADO DE LAS UNIDADES 5 Y 6.....	37
2.6.- CANAL DE DESFOGUE.....	39
2.7.- PROGRAMA DE OBRA.....	39
RELACIÓN DE FIGURAS.....	44

	PAGINA
3.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	65
3.1.- DEFINICIÓN E IMPORTANCIA.....	65
3.2.- REQUISITOS DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	65
3.2.1.- ORGANIZACIÓN.....	67
3.2.2.- SERVICIOS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	69
3.2.3.- POLÍTICAS ESPECIFICADAS APLICABLES AL PROYECTO.....	73
3.3.- AUDITORÍAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	76
3.3.1.- OBJETIVOS FUNDAMENTALES DE UNA AUDITORÍA.....	77
3.3.2.- TIPOS DE AUDITORÍAS.....	77
3.4.- ANÁLISIS DE VENTAJAS DE CONTAR CON SISTEMAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	78
3.4.1.- CONCEPTO DE LA VIGA EQUILIBRIO.....	78
3.4.2.- SISTEMA PRODUCTIVO ASCENDENTE.....	79
3.4.3.- SISTEMA PRODUCTIVO DESCENDENTE.....	79
3.4.4.- SISTEMA PRODUCTIVO APARENTE.....	79
3.4.5.- SISTEMA PRODUCTIVO DE DESEQUILIBRIO.....	79
3.4.6.- COSTOS DE CALIDAD.....	80
3.4.7.- SISTEMA DE CALIDAD RECOMENDADO.....	81
ORGANIGRAMA.....	82
FIGURAS.....	83
4.- CONTROL DE CALIDAD EN OBRA.....	85
4.1.- CONCEPTOS GENERALES.....	85
4.2.- INSPECCIÓN Y PRUEBAS.....	86
4.3.- PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD.....	90
4.3.1.- RECEPCIÓN, INSPECCIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	90
4.3.2.- CONTROL DE CALIDAD EN EL CONCRETO.....	91
4.3.2.1.-CONTROL DE PRUEBAS EN EL CONCRETO.....	93
4.3.2.2.-ELABORACIÓN DEL CONCRETO.....	99
4.3.2.3.-PRE-COLOCACIÓ N DEL CONCRETO.....	100
4.3.2.4.-POST-COLOCACIÓ N DE CONCRETO.....	103
4.3.3.- CONTROL DE CALIDAD EN EL ACERO.....	104
4.3.4.- CONTROL DE CALIDAD EN LA CIMBRA.....	106
4.3.5.- PROCEDIMIENTO DE NO CONFORMIDADES.....	108
4.3.6.- PROCEDIMIENTO PARA EL PARO DE TRABAJO.....	111
ANEXOS.....	114
CONCLUSIONES.....	124
GLOSARIO.....	119
BIBLIOGRAFÍA.....	126

INTRODUCCIÓN

En la actualidad gran parte de las actividades que los humanos realizamos se les exige calidad.

La calidad podemos entenderla cuando un artículo, actividad o servicio cumple satisfactoriamente con los fines para los cuales fue creado.

Para que un producto o actividad tenga calidad es necesario llevar a cabo un conjunto de actividades que nos permitan conocer si estos cumplen con las exigencias especificadas; la excelencia en las construcciones, materiales, productos y procesos desde el diseño, fabricación y prueba hasta su aceptación final por el cliente o usuario es conocido hoy en día como control de calidad.

El aseguramiento de la calidad está enfocado a asegurar que el producto terminado que entregamos al cliente, cumple cabalmente con sus requisitos, esto quiere decir que dentro de los procesos de ingeniería y construcción se deben aplicar técnicas de control de calidad que nos ayuden a demostrar documentalmente al cliente, que se está cumpliendo con ellos.

Es de especial importancia llevar a cabo un estricto control de calidad durante la construcción de una obra para asegurar su funcionamiento adecuado.

En el presente trabajo se hablará del control de calidad llevado a cabo durante la construcción de la Casa de Máquinas del Proyecto Hidroeléctrico Ampliación Temascal.

Los objetivos de este trabajo son:

· Describir el proceso constructivo de la Casa de Máquinas del Proyecto Hidroeléctrico Ampliación Temascal.

· Definir el Sistema de Aseguramiento de Calidad implantado al Proyecto.

· Describir los procedimientos de Control de Calidad de la obra civil aplicados al Proyecto en la Casa de Máquinas.

Debido a que el Proyecto Hidroeléctrico es muy amplio ya que cuenta con una obra de toma, túnel de conducción, pozos de oscilación por unidad también cuenta con una casa de máquinas, playa de montaje, subestación y canal de desfogue, comunes para las dos unidades; para el propósito de éste trabajo únicamente se tratará del control de calidad y proceso constructivo de la obra civil, de la casa de máquinas, así mismo se definirá el Sistema de Aseguramiento de Calidad aplicado al proyecto.

TEMA 1: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO.

1.1 ANTECEDENTES

Entre los años de 1949 y 1954 la entonces Comisión del Papaloapan de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (S.R.H.), realizó la construcción de la presa "Presidente Alemán", Oaxaca, sobre el río Tonto, cuyo principal objetivo es el control de las avenidas e inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Papaloapan. De 1953 a 1959 la Comisión Federal de Electricidad realizó los estudios y obras necesarias de la Planta Hidroeléctrica Temascal, aprovechando el embalse de la presa "Presidente Alemán" para la generación de energía eléctrica.

Desde aquel tiempo la S.R.H., pensó en la construcción de la presa "Cerro de Oro" sobre el río Santo Domingo, pero fue hasta 1973 cuando se iniciaron los trabajos en dicha presa. Este vaso de almacenamiento se pretende comunicar con el embalse de la presa "Presidente Alemán", constituyendo un solo vaso cuya finalidad será el control de avenidas, riego e incremento en la generación de energía eléctrica.

1.2 GENERALIDADES.

El Proyecto de ampliación se ubica sobre la margen derecha de la cortina aprovechando parte de las estructuras que integran la toma baja, construida como parte de las obras de la presa "Presidente Alemán".

La casa de máquinas, exterior y ubicada en el tajo de salida de los túneles 1 y 2, contempla la instalación de dos grupos turbogeneradores de 100 MW cada uno, quedando muy próximo a la casa de máquinas actual y compartiendo el mismo canal de desfogue.

La obra de toma estará ubicada en un canal de llamada que se excavará sobre la ladera del tajo de entrada de la toma baja; cada una de las tomas se comunicará con uno de los túneles existentes (1 y 2) mediante una lumbrera vertical, que lo interceptará por la parte superior. Aguas arriba de ésta se construirá un tapón para aislar el tramo de túnel entre ésta sección y la bocatomía original.

El tramo de cada uno de los túneles, limitado por la intersección de la lumbrera vertical de la nueva toma y el tajo de salida actual, será utilizado como conducción. En los primeros 202.48 m. de este tramo los túneles conservarán su diámetro original de 8.25 m. en tanto que a partir de una sección ubicada 13.90 aguas arriba de la intersección de los túneles con sus respectivos pozos de

TEMA 1: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO.

1.1 ANTECEDENTES

Entre los años de 1949 y 1954 la entonces Comisión del Papaloapan de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (S.R.H.), realizó la construcción de la presa "Presidente Alemán", Oaxaca, sobre el río Tonto, cuyo principal objetivo es el control de las avenidas e inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Papaloapan. De 1953 a 1959 la Comisión Federal de Electricidad realizó los estudios y obras necesarias de la Planta Hidroeléctrica Temascal, aprovechando el embalse de la presa "Presidente Alemán" para la generación de energía eléctrica.

Desde aquel tiempo la S.R.H., pensó en la construcción de la presa "Cerro de Oro" sobre el río Santo Domingo, pero fue hasta 1973 cuando se iniciaron los trabajos en dicha presa. Este vaso de almacenamiento se pretende comunicar con el embalse de la presa "Presidente Alemán", constituyendo un solo vaso cuya finalidad será el control de avenidas, riego e incremento en la generación de energía eléctrica.

1.2 GENERALIDADES.

El Proyecto de ampliación se ubica sobre la margen derecha de la cortina aprovechando parte de las estructuras que integran la toma baja, construida como parte de las obras de la presa "Presidente Alemán".

La casa de máquinas, exterior y ubicada en el tajo de salida de los túneles 1 y 2, contempla la instalación de dos grupos turbogeneradores de 100 MW cada uno, quedando muy próximo a la casa de máquinas actual y compartiendo el mismo canal de desfogue.

La obra de toma estará ubicada en un canal de llamada que se excavará sobre la ladera del tajo de entrada de la toma baja; cada una de las tomas se comunicará con uno de los túneles existentes (1 y 2) mediante una lumbrera vertical, que lo interceptará por la parte superior. Aguas arriba de ésta se construirá un tapón para aislar el tramo de túnel entre ésta sección y la bocatomina original.

El tramo de cada uno de los túneles, limitado por la intersección de la lumbrera vertical de la nueva toma y el tajo de salida actual, será utilizado como conducción. En los primeros 202.48 m. de este tramo los túneles conservarán su diámetro original de 8.25 m. en tanto que a partir de una sección ubicada 13.90 aguas arriba de la intersección de los túneles con sus respectivos pozos de

FALTA PAGINA

No. 2 a la 4.

DIQUES.- Para lograr el cierre del vaso fue necesario construir diques denominados Principal, Pescaditos y Macín. El dique principal se localiza sobre la margen izquierda del río Tonto y queda separado de la cortina por el denominado "dique natural" que es un accidente topográfico.

El dique principal, al igual que la cortina, es de tipo mixto con altura máxima de 35 m y 2050 m de longitud.

El dique Pescaditos tiene una sección principal del tipo mixto de 15 m. de altura, con dos bermas de 5 y 6 m. de altura y 13.80 m. de ancho ubicadas a cada lado de la sección. Estas bermas se formaron también con tierra y roca.

El dique Macín es un bordo de tierra de 4 m. de altura y 124 m de longitud.

VERTEDOR DE EXCEDENCIAS.- Se localiza sobre la margen derecha de la cortina, a unos 6 Km. en la línea recta en dirección sureste de la misma. Es una estructura a cielo abierto de 198 m de longitud y 28 m. de altura máxima, provisto de dos tipos de cresta: la inferior controlada y la superior con descarga libre. El vertedor controlado se forma de once claros con 10.0 m. de longitud de cresta y 4.25 m. de altura; estos vanos son obturados por compuertas de sector que en su parte superior sellan sobre unas pantallas de concreto, las que a su vez forman el vertedor con descarga libre integrado también por once claros con cresta a la elevación 66.50 m. El vertedor controlado tiene dos diferentes elevaciones de cresta: los siete vanos centrales con elevación de 56.50 y los cuatro laterales con cresta a la elevación 59.25 m. La capacidad máxima de descarga es de 5500 m³/s.

La estructura vertedora posee un puente de maniobras en toda su longitud sobre el que se apoyan los equipos elevadores.

OBRA DE TOMA.- El proyecto original fue concebido con dos estructuras de toma: una alta y una baja.

TOMA ALTA: Localizada sobre la margen izquierda del dique principal se integra por una estructura de entrada con umbral a la elevación 43.00 m. Está provista de 6 vanos para compuertas deslizantes que se operan desde una plataforma unida a la corona del dique mediante un puente. Las compuertas de 3.50 x 2.53 m. dan acceso a 6 conductos de concreto de sección rectangular de 3.05 x 2.53 m. los que a su vez descargan a dos conductos de concreto con sección ovoide de 4.40 m. de altura máxima y que atraviesan la sección del dique. La capacidad máxima de descarga es de 100 m³/s. Esta estructura nunca ha operado y actualmente se encuentra desprovista de los equipos elevadores.

TOMA BAJA.- Se proyectó sobre la margen derecha de la cortina y se integró por cuatro túneles de 8.25 m de diámetro interior con revestimiento de concreto y tajos de entrada y salida excavados sobre la ladera.

El tajo de entrada es una excavación de 100 m de ancho y 40 m. de altura, con plantilla a la elevación 14.00 m. En la cara frontal del tajo se construyó un muro de concreto simple con corona a la elevación 27.20 m. que forma parte de la estructura de entrada a los túneles.

A la entrada de cada túnel se formó un recinto poligonal con 5 columnas verticales dispuestas en los vértices del polígono con forma hidrodinámica, provistas de muescas para agujas y rejillas. Las pilas rematan a la elevación 26.35 en donde se integran con la losa que constituye el techo de la bocatoma.

La disposición de columnas y techo formaron espacios que serían cubiertos con 18 tableros de rejillas; sin embargo, debido a que durante la construcción de las obras se decidió llevar a cabo la construcción de la planta hidroeléctrica, únicamente se fabricaron las piezas necesarias para dos bocatomas. Algo similar ocurrió con las agujas de cierre que fueron empleadas durante la operación de los túneles como desvío.

TÚNELES.- Como se mencionó, estas estructuras tienen la sección circular de 8.25 m. de diámetro, revestidos en la mayor parte de su longitud con concreto simple. El trazo de los túneles tiene muy cerca de la entrada una curva horizontal de 150 m. de radio y 40° de deflexión.

Las características principales son:

Distancia entre ejes	25.00 m.	
Estación de entrada	túnel 1	0 + 144.47
	túnel 2	0 + 128.58
	túnel 3	0 + 110.38
	túnel 4	0 + 092.18
Estación de salida	túneles 1 y 2	0 + 540.00
	túneles 3 y 4	0 + 559.97

POZO DE OSCILACIÓN: A fin de contrarrestar el golpe de ariete se construyó en cada túnel un pozo de oscilación tipo Johnson, localizado en la estación 0 + 473.42 y unido a la clave de los túneles en la elevación 17.03 m. En donde los pozos quedaron alojados en la roca, se revistieron de concreto reforzado y en las partes que quedaron fuera del nivel del suelo se construyeron a base de placas de acero.

OBRAS DE TAJO DE SALIDA.- La parte del tajo de salida correspondiente a los túneles 3 y 4 fue utilizada para construir la casa de máquinas de la central, aprovechando el muro central de concreto construido por la Comisión del Papaloapan entre los túneles 2 y 3. Este muro fue el límite de las instalaciones construidas por C.F.E. en ese entonces.

La casa de máquinas tiene como dimensiones generales 36.00 m. de ancho, 67.00 m. de largo y 42.00 m. de altura. Se desplantó a la elevación -6.00 m. de acuerdo con los requerimientos de sumergencia y las dimensiones de los grupos turbo-generadores. La estructura se edificó a base de concreto reforzado desde el desplante y hasta el piso de generadores y de estructura metálica y tabique en la superestructura. El eje de las unidades se localiza en la estación 0 + 594.50, encontrándose el eje del distribuidor en la elevación 7.00 m.

1.10 ANTEPROYECTO DE AMPLIACIÓN SOBRE LA MARGEN DERECHA.

Se revisaron otras posibilidades para el proyecto buscando aprovechar las obras existentes construidas como parte del conjunto original de obras, como lo son la obra de toma alta y los túneles 1 y 2 de la toma baja.

La toma alta se ubica sobre la margen izquierda del dique principal. Fue construida con el propósito de abastecer a una zona de riego proyectada sobre la margen del río Tonto. Aunque la estructura podría ser utilizada para propósitos de generación, la construcción de la casa de máquinas y del canal de desfogue tendrían inconvenientes similares a los que presentaba el esquema de obras original.

En el caso del canal de desfogue se requería construir un canal muy largo (aproximadamente 4 Km.) para ligarlo con el cauce del río Tonto, lo que implicaría además de costo directo de la obra el pago de importantes afectaciones. De esta manera quedó como única posibilidad de aprovechamiento de las obras existentes las de utilizar los túneles 1 y 2 de la obra de toma baja con un esquema similar al de las obras de generación actual, presentando como problema principal a resolver la construcción de la obra de toma debido a la necesidad de obturar las bucatomas de los túneles 1 y 2 y a tener que llevar trabajos de construcción dentro del vaso. Además, la construcción y adaptación de otras estructuras deberá tomar en cuenta la existencia de las obras actuales, las que deberán mantenerse en operación.

La casa de máquinas de la ampliación será de tipo exterior, el eje de las unidades se localiza en el cadenamiento 0+580.72 de los túneles de desvío No. 1 y 2, de tal manera que el codo de conexión entre el final del túnel y el distribuidor se inicia en la estación 0+540, no siendo necesario demoler ninguna parte de las obras existentes.

Para definir el tipo y capacidad de las unidades se predimensionaron turbinas tipo Kaplan y Francis para capacidades de 120 MW las primeras y de 60 a 120 MW las segundas quedando definitivamente 2 unidades tipo Francis de 100 MW de capacidad cada una.

La casa de máquinas necesaria para alojar estos equipos tiene una longitud de 71.00 m de largo, 18.00 m de ancho y 46.35 m de altura.

Con esta opción se tiene la ventaja de seguirse a una profundidad de desplante semejante a la que tiene la central actual evitándose con esto realizar excavaciones más profundas.

1.11 ASPECTOS HIDROLÓGICOS.

HIDROLOGÍA

Área total de la cuenca (río Papaloapan).....	46 517	Km ²
Área de la cuenca hasta el sitio.....	18 035	Km ²
Escorrimento Medio Anual hasta el sitio.....	14 758	Km ²
Volumen Medio Mensual.....	1 230	hm ³
Gasto Medio.....	468	m ³ /s
Volumen Medio anual aprovechado.....	14 082	hm ³
Gasto Medio Aprovechado.....	453	m ³ /s
Porcentaje de Aprovechamiento.....	98	%

ESCURRIMIENTOS

La determinación de los escurrimientos considerados como entradas al vaso Temascal - Cerro de Oro, se basó por una parte en el informe de prefactibilidad, en el cual se consideraron los registros de las estaciones Cantón sobre el río Santo Domingo, de los años de 1950 a 1980 y los de la estación Temascal, sobre el río Tonto.

La casa de máquinas de la ampliación será de tipo exterior, el eje de las unidades se localiza en el cadenamiento 0+580.72 de los túneles de desvío No. 1 y 2, de tal manera que el codo de conexión entre el final del túnel y el distribuidor se inicia en la estación 0+540, no siendo necesario demoler ninguna parte de las obras existentes.

Para definir el tipo y capacidad de las unidades se predimensionaron turbinas tipo Kaplan y Francis para capacidades de 120 MW las primeras y de 60 a 120 MW las segundas quedando definitivamente 2 unidades tipo Francis de 100 MW de capacidad cada una.

La casa de máquinas necesaria para alojar estos equipos tiene una longitud de 71.00 m de largo, 18.00 m de ancho y 46.35 m de altura.

Con esta opción se tiene la ventaja de seguirse a una profundidad de desplante semejante a la que tiene la central actual evitándose con esto realizar excavaciones más profundas.

1.11 ASPECTOS HIDROLÓGICOS.

HIDROLOGÍA

Área total de la cuenca (río Papaloapan).....	46 517	Km2
Área de la cuenca hasta el sitio.....	18 035	Km2
Escurrimiento Medio Anual hasta el sitio.....	14 758	Km2
Volumen Medio Mensual.....	1 230	hm3
Gasto Medio.....	468	m3/s
Volumen Medio anual aprovechado.....	14 082	hm3
Gasto Medio Aprovechado.....	453	m3/s
Porcentaje de Aprovechamiento.....	98	%

ESCURRIMIENTOS

La determinación de los escurrimientos considerados como entradas al vaso Temascal - Cerro de Oro, se basó por una parte en el informe de prefactibilidad, en el cual se consideraron los registros de las estaciones Cantón sobre el río Santo Domingo, de los años de 1950 a 1980 y los de la estación Temascal, sobre el río Tonto.

Al integrar ambos registros se obtuvieron los resultados siguientes:

APORTACIONES AL VASO	VOLUMEN MEDIO ANUAL	%
Cerro de Oro	6 320	42.82
Temascal	8 438	57.18
Total	14 758	100.00

La aportación total considerada en el estudio de prefactibilidad, anteriormente mencionado, fue de 14 562 millones de m³:

8 266 millones de m³ del río Tonto.
6 296 millones de m³ del río Santo Domingo.

lo cual representa una diferencia total de apenas 1.32 %.

DEMANDAS DE AGUA AL VASO CONJUNTO.

Aunque el objetivo fundamental del embalse Temascal - Cerro de Oro es el control de avenidas, existen otros usos y compromisos del agua en la zona, como son el de abastecer de riego 64 250 ha. en el Papaloapan (lámina de riego de 1.55 m) y el de asegurar un caudal de 60 m³/s como mínimo, en el tramo del río Santo Domingo comprendido entre la presa y la confluencia con el río Tonto con el propósito de arrastrar los desechos de la zona industrial de Tuxtepec.

1.12 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Desde el año de 1974 se iniciaron una serie de estudios geológicos para demostrar la factibilidad técnica de la ampliación de la planta para un esquema de obras ubicadas en la margen izquierda de la presa, en el sitio donde se ubica el monumento. Por esta razón en ese año se realizaron 28 sondeos, así como 12 sondeos adicionales en el año de 1980 complementados con la geología de superficie de detalle. Fue en el año de 1987 cuando se propusieron realizar los estudios geológicos en la margen derecha para realizar la ampliación, aprovechando para ello los túneles 1 y 2 que sirvieron para desviar el río durante la construcción. Para este sitio se efectuaron levantamientos geológicos de la zona y se interpretó la información obtenida en los estudios anteriores, con lo cual, se formuló el informe en donde se dictaminó favorablemente sobre la factibilidad geológica del proyecto.

SISMICIDAD.

La obra, que se localiza en los límites de los estados de Oaxaca y Veracruz, se encuentra ubicada según la carta sísmica del estado de Veracruz en la zona de sismos frecuentes, que pertenece, según sus características geotécnicas, a la Provincia Sísmica No. 14, dentro del cinturón Circumpacífico.

En un radio de 100 Km, teniendo como centro el sitio del proyecto se han registrado desde principios del siglo, 44 eventos cuyas magnitudes (Richter) oscilan entre 3 y 7. En el cuadro 1.4 se presenta la relación de estos eventos.

Atendiendo a las características de ubicación de los epicentros respecto al sitio del proyecto, profundidad del foco y magnitud, se puede establecer lo siguiente:

Los epicentros No. 8 y 23, son los más cercanos registrados y sus magnitudes fueron de 4 a 4.6, habiéndose presentado en agosto de 1936 y diciembre de 1957, respectivamente.

Por la información disponible se puede concluir que la actividad sísmica se presenta en general a profundidades mayores de 50 Km, ya que de los 23 sismos en los que se cuenta con este dato sólo en los indicados con los números 35 y 43 sus focos se localizaron a 23 y 33 Km. de profundidad; siendo magnitudes en la escala de Richter de 3.7 y 4.2 respectivamente.

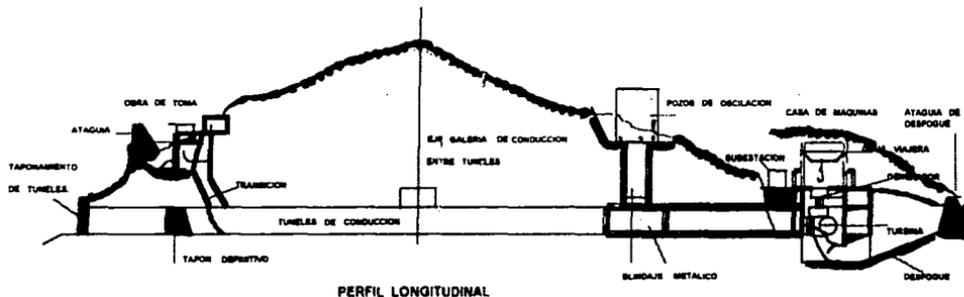
El sismo de mayor magnitud, registrado el 17 de abril de 1928, tuvo una magnitud de 7.7, profundidad focal de 100 Km. y distancia al sitio de 88 Km., habiéndose localizado el epicentro en las cercanías de la población de San Juan Bautista Coixtlahuaca, entre los cerros Campanario y Santa María.

PH. AMPLIACION TEMASCAL.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

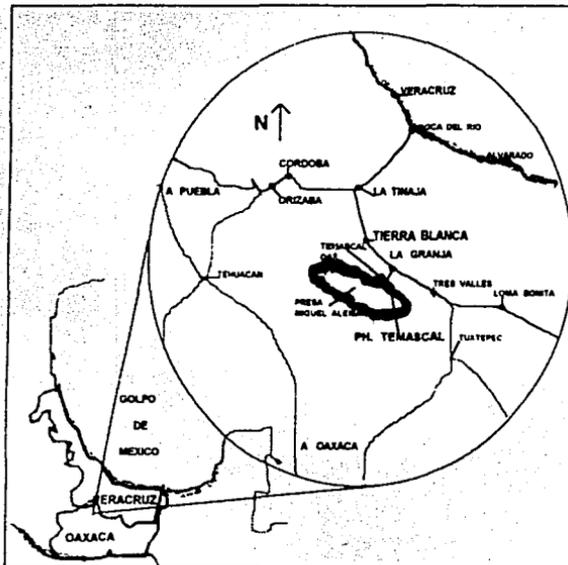
LA PLANTA HIDROELECTRICA TEMASCAL CONTARA CON DOS UNIDADES DE 100 MW POR UNIDAD, SE APROVECHA LA CONSTRUCCION DE DOS TUNELES DE DESVIO Y UNA CORTINA EXISTENTE. FUE NECESARIO CONSTRUIR UN ATAQUIA DE PROTECCION AGUAS ARRIBA Y OTRA AGUAS ABAJO, TAPONAR LOS TUNELES EN LA PARTE FRONTAL Y UNA PANTALLA IMPERMEABLE EN CADA ATAQUIA PARA EVITAR FILTRACIONES E INICIAR LA OBRA CIVIL.

EL PROYECTO CUENTA CON UNA OBRA DE TOMA, TUNEL DE CONDUCCION, POZOS DE OSCILACION POR UNIDAD, TAMBIEN CUENTA CON UNA CASA DE MAQUINAS, PLAYA DE MONTAJE, SUBESTACION Y CANAL DE DESFOQUE, COMUNES PARA LAS DOS UNIDADES.



PH. AMPLIACION TEMASCAL.

LOCALIZACION



LA PLANTA HIDROELECTRICA TEMASCAL SE LOCALIZA EN LA PRESA MIGUEL ALEMAN SOBRE LA MARGEN DEL RIO TONTO , EN LAS CERCANIAS DEL POBLADO TEMASCAL EN EL ESTADO DE OAXACA.

EL SITIO DISTA 135 KM DEL PUERTO DE VERACRUZ , EL ACCESO PRINCIPAL ES POR LA CARRETERA MEXICO - VERACRUZ VIA LA TINAJA , TIERRA BLANCA Y A 21 KM. DE EL POBLADO LA GRANJA VERACRUZ .

CUADRO 1

13

NUMERO	FECHA AÑOMES/DIA	LATITUD		LONGITUD W	PROFUNDIDAD KM.	MAGNITUD RICHTER	DISTANCIA KM.
		N	W				
1	110203	18,20	96,20	80,00	7,25	22,71	
2	221204	17,72	96,00	0,00	4,00	72,37	
3	280417	17,75	97 10	100,00	7,70	88,37	
4	320310	18,03	96,47	0,00	5,50	24,43	
5	320310	18 50	97,00	150,00	5,50	65,61	
6	321118	18,43	96,97	0,00	5,50	58,70	
7	350403	18,68	96,65	0 00	5,00	53,20	
8	360804	18,20	96,37	0,00	4,00	7,43	
9	400401	18,87	96,13	0,00	5,00	54,20	
10	401025	17,72	96 00	0,00	5,00	72,37	
11	440807	18,20	95,60	0 00	4,80	83,41	
12	460630	18,20	95,60	70,00	5,00	83,41	
13	480418	18,03	96 47	0 00	4,00	24 43	
14	480611	17,75	97,10	100,00	6,50	88,84	
15	480813	18 03	96,47	0 00	4,00	24,43	
16	490317	18,03	95,97	0 00	4,50	51,64	
17	491019	18,43	96 02	0 00	4,00	45 40	
18	540407	18,03	96,47	0 00	4,00	24 43	
19	540701	10,03	95,97	0 00	4 00	51,64	
20	560213	18,20	95,60	100,00	4,50	83,41	
21	560929	17,72	96,00	0 00	4,00	72,37	
22	570323	17,72	96 00	0 00	4 00	72 37	
23	571206	18,20	96 37	80 00	4 60	7 43	
24	571224	18 68	96,60	0 00	4 60	51 19	
25	590524	17 75	97,10	100,00	8 80	88 84	
26	590525	17,75	97,10	100 00	4 00	88 84	
27	600112	18 78	96,33	0 00	4 00	58 24	
28	620803	17,75	97,10	100,00	4,80	88,84	
29	621023	18,03	95,97	0 00	4,98	51,64	
30	630364	18,10	96,10	111,00	4,30	36,21	
31	650203	17 75	97,10	100 00	4 00	88 84	
32	650425	18,43	96,02	0 00	4 00	45 40	
33	680410	17 75	97 10	100 00	4 70	88 84	
34	661128	18,40	95 80	87 00	4 40	64 98	
35	670201	18,56	95 83	23 00	3 70	67 12	
36	680410	17 43	96 42	0 00	3 40	66 87	
37	700505	17,90	95 70	94 00	4 60	82 56	
38	730131	18,19	97,05	50,00	4,70	64 73	
39	730826	18,27	96,80	64 00	6 80	18 86	
40	750701	17,86	95,75	151,00	4 00	79 80	
41	771228	18,27	97,10	67 00	4 70	66 80	
42	790721	17,80	97 04	69 00	4 80	95 98	
43	810521	17,81	95,81	33 00	4 20	93 73	
44	810704	17 81	96,64	73 00	4 80	53 21	

SISMOS REGISTRADOS DENTRO DE UN RADIO DE 100 KM
 AL REDEDOR DE LA ZONA DEL PROYECTO

TEMA 2: PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CASA DE MÁQUINAS DEL P.H AMPLIACIÓN TEMASCAL.

2.1 ATAGUÍA DE PROTECCIÓN EN CASA DE MAQUINAS.

La función de la ataguía en el desfogue fue la de proteger el recinto en donde se realizaron las excavaciones para alojar la estructura de la nueva casa de máquinas, de las fluctuaciones normales del agua en el desfogue durante la etapa de construcción.

La ataguía se logró vertiendo materiales limosos a fondo perdido, los cuales formaron el núcleo central del ataguía, protegido con respaldos de grava-arena bien graduada, a su vez protegidos con rezaga seleccionada, y con tamaño máximo de partículas de 10".

Esta ataguía de protección en la zona de desfogue de la nueva casa de máquinas consiste en una estructura de materiales térreos que se localiza al final del actual muro divisorio de los desfogues. Su desplante es variable siguiendo la configuración del cauce actual en el desfogue. La corona de esta estructura tiene la elevación 18.00 con taludes terminados de 1.5:1 (h:v) en ambos paramentos. La figura 2.1.1 muestra un corte por la sección máxima de la ataguía, en el que se distinguen los distintos materiales que la constituyen destacándose:

- Núcleo o corazón impermeable a base de materiales limo-arcilloso con no menos del 15% del material que pasa la malla 200.
- Transiciones formadas por material grava-arena, con fragmentos de roca menor de 30 cm.
- Respaldos constituidos por material pétreo con fragmentos de roca sana con tamaño mayor de 30 cm.

ETAPAS CONSTRUCTIVAS

El procedimiento constructivo de dicho muro consistió básicamente en realizar una limpieza con draga del fondo donde descansará el núcleo; colocación a fondo perdido de los materiales hasta nivel de espejo de agua, arrojando primeramente el material de rezaga y transiciones de los respaldos y después el del núcleo, a fin de que los respaldos confinen al material fino y por último, después de haber alcanzado el nivel del espejo del agua se compactaron los materiales bandeándolos con el tractor.

Terminada la atagüa se verificó la estanqueidad haciendo una prueba de bombeo y se detectaron gastos mayores de 100 lt./s. razón por la cual se determinó construir una pantalla plástica de 80 cm. de espesor, a lo largo de la atagüa prolongándola mediante inyección hasta 2 m. de profundidad en roca.

Las dimensiones aproximadas de la atagüa son: 11 m. en la corona, 39 m. en la base, taludes exteriores 1.5:1 (H:V), 13 m. de altura y 55 m. de longitud media entre el muro de concreto y el talud izquierdo de la roca.

Se distinguen dos condiciones en la construcción del atagüa:

- Tendido del material a fondo perdido desde la elevación de desplante (-5.00 m. aproximadamente y hasta la elevación 11.00 m).
- Tendido del material arriba de la elevación 11.00 m. en condiciones controladas.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 1: Respaldos Abajo de la Elev. +11.00 m.

La primera etapa de construcción se inició con la excavación de la plataforma de lanzamiento de los respaldos que se localiza sobre la margen izquierda del cauce correspondiente a la salida de los túneles 1 y 2. La elevación de dicha plataforma se formó mediante la excavación en la ladera de esa margen a partir del camino de acceso provisional a casa de máquinas. (Figura 2.1.2)

A continuación se procedió a formar ambos respaldos cuyas coronas tienen anchos de 4.0 m., desarrollados hasta la elev. 11.00 m., se colocaron los materiales pétreos con fragmentos de roca mayores que 30 cm. a fondo perdido, procurando que sus taludes guardaran una relación 1.5:1 (h:v)

Una vez que los respaldos se formaron hasta alcanzar la ubicación del muro divisorio del desfogue, se procedió a efectuar la limpieza de la zona entre esos respaldos retirando los fragmentos de roca que existían en el cauce. Posteriormente, se realizó la colocación de tres tubos de acero de 20" de diámetro arriba de los respaldos con una pendiente de del 1% para formar el "by pass" para garantizar que los terraplenes arriba de la elevación +11.00 m. se colocaran en "seco". Estos tubos están provistos en sus extremos hacia aguas arriba de válvulas impidiendo que, en caso de que el agua en el desfogue subiera arriba del nivel normal de operación se inundara el área en donde se efectúan las excavaciones de la nueva casa de máquinas.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 2: Transiciones Abajo de la Elev. +11.00 m

Posteriormente a la colocación de los respaldos a fondo perdido, se construyeron las transiciones sobre los taludes interiores del recinto recién formado. (Figura 2.1.3) Estas están constituidas por materiales permeables a base de gravas y arenas, colocadas desde las coronas de los respaldos.

Se procuró que también los taludes de esas transiciones tuvieran una inclinación 1.5:1 (h:v). El ancho así formado de los terraplenes se incrementó de 4.00 a 6.00 m.

El desarrollo de las transiciones fue desde la plataforma en la margen izquierda hasta alcanzar la ubicación del muro divisorio de desfuegos.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 3: Núcleo Abajo de la Elev. + 11.00m.

Después de haber formado las transiciones, se procedió a la colocación a fondo perdido el material arcilloso dentro del recinto entre ambos terraplenes para formar el cuerpo de núcleo de la ataguía (Figura 2.1.4), hasta alcanzar la elevación +11.00 m rellenando por completo todo ese recinto. El ancho de la corona del terraplén así formado es de 32.00 m.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 4: Terraplenes arriba de la elev. - 11.00 m. y hasta la Elev.+18.00 m.

Se procedió en seguida con el tendido en capas de los materiales del núcleo impermeable (I), de las transiciones (II) y del respaldo (III). (Figura 2.1.5) alternando su colocación como se describe a continuación.

Primeramente se tendieron tres capas de material limo-arcilloso cada una de 20 cm. de espesor, compactadas al 95% de su peso volumétrico seco máximo. Esta operación se repitió hasta que el espesor del material impermeable colocado y compactado fuera de 60 cm. aproximadamente. Luego se enrasó la corona del terraplén en formación, colocando capas de 60 cm de espesor de material grava-arena a ambos lados del núcleo impermeable ya compactado, efectuándose por último la colocación del respaldo pétreo en el parámetro aguas abajo del terraplén también en capas de 60 cm. Se inició entonces un nuevo ciclo de construcción elevando la corona otros 60 cm. mediante el tendido y compactado de tres nuevas capas de 20 cm. de espesor de los materiales del núcleo con el subsecuente enrase de las transiciones y del respaldo respectivamente.

El fin del proceso constructivo se dio cuando la elevación uniforme de la corona alcanzó el nivel +18.00 m igualando la altura del muro divisorio de desfogues.

CANTIDADES PRINCIPALES DE OBRA.		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales colocados		
I	m3	1150
II	m3	5400
III	m3	1500
materiales a fondo perdido		
I	m3	2200
II	m3	600
III	m3	5000

TRATAMIENTO DE INYECCIÓN EN EL CORAZÓN IMPERMEABLE Y PANTALLA EN LA ATAGUÍA.

Para garantizar la estanqueidad de la atagüa en el desfogue fue necesario realizar un tratamiento de consolidación e impermeabilización en el núcleo.

El método de Manguitos consiste en la colocación de un tubo para inyección dentro del terreno a tratar, permitiendo penetrar fluidos o mezclas controladas en repetidas ocasiones, hasta lograr el fin deseado; esto, sin la necesidad de estar efectuando repetidas perforaciones.

El eje de la pantalla impermeable se proyectó de tal manera que comprende dos tramos de tratamiento. (Figura 2.1.6)

El primer tramo está ubicado sobre el eje de la atagüa de protección para la excavación del recinto de la casa de máquinas, donde se ubican 23 barrenos con separación de 3.00 m. cada uno respecto al otro (que comprenden las tres etapas de inyección programadas).

El segundo tramo, se localiza a un costado del muro divisorio del desfogue en la atagüa, consta de 20 barrenos con separación de 3.00 m. entre ellos y comprenden también las tres etapas de inyección programadas.

El tubo de inyección se introdujo en el barreno hasta un metro abajo del contacto con la roca, posteriormente se inyectó a gravedad la mezcla de vaina en el espacio a anular que formaba el tubo de inyección y el adente-roca o núcleo.

La mezcla de vaina se forma con una relación agua-cemento de 3:1 adicionándole el 20 % de bentonita en peso respecto al cemento. La resistencia de esta mezcla es menor a 8 kg/cm² a los 28 días.

Para la inyección en la zona del núcleo a través del tubo se utilizó un obturador doble neumático centrándolo en la sección de manguito para que por esa zona fluya la mezcla al subsuelo, la inyección es por progresiones ascendentes a cada sección de manguitos. (Figura 2.1.7)

La mezcla de inyección se realizó con una relación agua-cemento de 1.25:1.00 adicionando bentonita hidratada al 3% con respecto al peso del cemento.

El inicio de la inyección en cada progresión arranca con la rotura del manguito y la vaina. Este proceso requiere de presiones instantáneas de alrededor de 30 a 40 Kg/cm². Presiones que se disipan al realizarse la rotura.

La inyección en cada barreno se realizó en dos fases, la primer fase se lleva al término de inyectar 350 lts. por progresión o al momento de haber alcanzado una presión de sello de 5 kg/cm².

Las progresiones que no lograron alcanzar la presión indicada fueron tratadas con una segunda fase; para realizar esta segunda fase fue necesario que ya se encontraran inyectados los barrenos contiguos a tres metros de distancia por lo menos en su primer fase.

La segunda fase se llevó a efecto con la inyección de 210 lts. por progresión o al momento de haber tenido la presión de sello de 5 Kg/cm².

2.2.-EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.

El piso del canal en la zona donde se excavó la casa de máquinas correspondía a la elevación +7.00 y el fondo de las excavaciones llegó hasta el nivel -6.35, por lo que las paredes verticales que se excavaron son de 13.35 m de altura. En las paredes aguas arriba fue necesario el uso de anclaje sistemático que en conjunto representa una longitud de anclaje acumulada de aproximadamente 420 m. Se colocaron 70 anclas de 1 1/2" de diámetro en perforaciones de 2 1/4" de 6 m. de longitud.

En las paredes laterales es desfavorable la estabilidad y fue necesario colocar anclas de fricción también de 1 1/2" de diámetro y 4 m. de longitud en roca. Se instalaron 216 anclas en las cuatro paredes, que representa una longitud total de 865 m. aproximadamente.

La excavación en la zona de casa de máquinas y canal de desfogue en la rampa de salida se consideró hacerlo con explosivos y equipo hidráulico (Figura 2.2.1 y figura 2.2.2) realizándose con extrema precaución debido a la cercanía con la casa de máquinas actualmente en operación. Para disminuir los efectos causados por las voladuras como son: fracturas en la superficie de excavación y daños a los equipos electromecánicos en operación así como efectos causados por las voladuras; se puede dividir el banco, disminuir la carga por tiempo, cerrar el patrón de barrenación y contra el lanzamiento de roca se pueden colocar mallas sobre el área de banco

El ataque se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- Para formarse una idea de las dimensiones de la casa de máquinas fue necesario trazar en el campo de la distribución de los ejes y la envolvente delimitada por la línea "A" de la excavación.
- Identificada el área por excavar se dió prioridad a la zona con mayor grado de dificultad para su ejecución, en este caso "El recinto". Para iniciar el ataque, fue necesario la construcción de accesos logrados de tal forma que el área por excavar no fuera interferida con éstos.
- La excavación inició con el retiro de material suelto y lodo hasta encontrar roca en la zona de "recinto".
- Habiendo encontrado la superficie maciza, se inició con la regularización del área, a una sola elevación para de ahí iniciar con los banqueos teniendo alturas determinadas por el equipo a usar en la excavación tomando en cuenta además, los tratamientos por medio de anclaje que se llevaron a cabo en esa zona; así como el concreto lanzado.
- Teniendo definida la altura de los banqueos y la distribución de los barrenos para el anclaje, se determinaron las actividades del tratamiento a seguir; consistiendo éste en barrenación, habilitado de acero, así como la colocación e inyección de anclas según el diámetro indicado.
- Este proceso descrito en los pasos anteriores se repitió hasta llegar a la elevación más baja marcada por la excavación. (Figura 2.2.3)

Concepto	Nivel m	Excavación m	Volumen m ³
Excavación de la plataforma	+14.00	+11.00	6,200
Excavación de la plataforma	+11.00	+8.00	2,970
Excavación de la plataforma	+8.00	+5.00	9,450
Excavación de la plataforma	+5.00	+3.00	6,060
Excavación de la plataforma	+3.00	-6.50	20,092
Excavación de la plataforma	-6.50	-8.00	1,920
Excavación de la plataforma	+23.00	+20.00	3,906
Excavación de la plataforma	+20.00	+17.00	1,880
Excavación de la plataforma	+17.00	+14.00	7,735
		+12.50	
		+8.50	
Total			60,213

Terminada la excavación de casa de máquinas hasta el "recinto" y parte del desfogue, se inició la excavación de las plataformas que dieron alojamiento a las zapatas de cimentación de edificio de montaje y las plataformas de acceso y maniobras.

Esta excavación inició con el desmonte y despalme de la superficie; desde las elevaciones superiores hacia los inferiores, la misma forma se adaptó para el ataque en roca.

Durante el proceso de excavación fue necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos importantes:

- **Bombeo:** Desde el inicio y durante todo el desarrollo de la excavación se habilitó un cárcamo de bombeo provisional, ubicado de tal forma que no interfiriera con las vialidades y ocupara el espacio mínimo necesario.
- **Plataformas para almacenar materiales producto de las excavaciones.** Se seleccionarán áreas específicas para depositar el material producto de las excavaciones, tanto para los materiales que pudieran utilizarse como la rezaga.

CONTROL Y USO DE EXPLOSIVOS EN VOLADURAS.

Todas las voladuras ejecutadas fueron de tipo controlado con o sin precorte, empleando un alto explosivo (Geles) y un agente explosivo (AN/FO) con relación aproximada del 20% y 80% respectivamente, ajustándose estos valores de acuerdo a las observaciones de las tronadas, con los registros obtenidos en el sismógrafo y dependiendo de las condiciones con que se realizaba la voladura.

Se llevaron a cabo los registros con el sismógrafo en aquellas detonaciones que contemplaran cualquiera de las siguientes condiciones: de 2.6 a 5.6 Kg. de explosivos por tiempo o a una distancia mínima que pudiera afectar alguna estructura existente, de tal manera que se garantizó que ninguna detonación sobrepasara los siguientes valores de velocidad por partícula.

a) Para un concreto "tierno" de 3 a 8 horas de colado	1.20	cm/seg
b) Casas de los residentes	1.27	cm/seg
c) Instalaciones y equipos existentes en Casa de Máquinas	2.80	cm/seg

La perforación de los barrenos debe limpiarse mediante sopleteo con aire a presión antes de efectuar la carga con los explosivos, en caso de caídos fue necesario reperfilar nuevamente.

La carga de los barrenos se realizó una hora después de su perforación, o antes si se garantizaba que no existiera una elevada temperatura de la roca debido a la fricción generada al barrenar, se observó también que los retardos no sobrepasaron de un segundo la duración total en cada explosión, evitando así daños por la frecuencia ocasionada.

Fue necesario comprobar que ninguna carga por tiempo, fuera mayor a la especificada en la tabla de cargas de diseño generales, establecidas de acuerdo a la zona de la voladura con respecto a la zona de afectación.

2.2.2 ESTABILIZACIÓN DE LAS EXCAVACIONES.

Para evitar deslizamientos y/o caídos se estabilizaron las excavaciones por medio de soportes y tratamientos:

soporte:

El soporte consiste en anclas de fricción.

tratamiento:

A fin de evitar la erosión, la interperización de la roca y problemas de estabilidad en rocas de alto fracturamiento, se aplicó un tratamiento de concreto lanzado con malla de alambre.

inyecciones:

Este tratamiento a base de mezclas de cemento, tiene las siguientes finalidades:

- 1) rellenar los espacios entre la roca y los concretos mejorando el contacto entre ambos por medio de inyecciones de contacto y empaque.
- 2) consolidar e impermeabilizar la roca por medio de inyecciones de consolidación.

drenaje

Tiene por objeto eliminar las presiones del agua en el macizo rocoso, así como la presión hidrostática sobre las estructuras.

ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON ANCLAJE SISTEMÁTICO O PUNTUAL.

CONCRETO LANZADO.

A) Limpieza y amacize: El tratamiento de estabilización se inició con la limpieza del material suelto y con el retiro de la vegetación, incluyendo el área del remate inferior y el hombro del talud, simultáneamente con el amacize propio del talud.

Debido a la inestabilidad de los bloques de roca expuestos durante la excavación en ciertas zonas del recinto de casa de máquinas fue necesario la colocación de una capa de concreto lanzado con malla electrosoldada para la protección inmediata del talud, bajo esta situación es necesario dejar bien indicada la posición correcta del ancla y la dirección e inclinación con que debe de quedar colocada.

B) Colocación de la malla: Se colocó malla electrosoldada sobre una capa de concreto lanzado de 3 a 5 cm. de espesor. Después del fraguado inicial (1 1/2 horas) se fijó la malla electrosoldada mediante pernos y ángulos fijadores que tienen un espaciamiento no mayor a 1.00 m. permitiendo así adecuar la malla a la configuración de la roca y traslapándola en un sólo cundro, donde fuera necesario para formar uniones respectivas. Posteriormente se lanzó una segunda capa hasta lograr alcanzar el espesor total de 10 cm. Finalmente se hicieron barrenos de 3" de diámetro con un mínimo de 1.00 m. de profundidad, para la instalación de drenes formados con tubo de PVC ranurado y colocados a cada 3.00 m.

c) Fabricación del concreto lanzado: Se diseñó un proporcionamiento para obtener un concreto lanzado $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, la granulometría de la mezcla de materiales de agua-arena debe estar contenida dentro de los límites marcados en el cuadro 2.2.1 para su aceptación.

MALLA	LIMITE ESPECIFICADO (%)
3/4"	100
3/8"	65 - 95
No.4	50 - 70
No.8	35 - 55
No.16	20 - 40
No.30	10 - 25
No.50	5 - 15
No.100	2 - 10

Se fabricó el concreto tomando en cuenta las correcciones necesarias por humedad de un material a otro, de tal manera que se obtenga un concreto con revenimiento de $10 \pm 2 \text{ cm}$.

La dosificación para un metro cúbico utilizando agregados del banco de playa Jicama fue:

cemento	380	kg.
grava de 5/8"	712	kg.
arena	1062	kg.
agua	180	lt.

D) Colocación del concreto lanzado: El transporte de las mezclas para el concreto lanzado se realizó con ollas revolventoras, llevándola directamente al equipo de lanzado, sitio en donde se adiciona el aditivo acelerante de fraguado en un rango de 1 al 3 % con respecto al peso del cemento garantizando su correcta incorporación a la mezcla con el giro de las aspas de la lanzadora.

El proceso del concreto lanzado se inició desde la parte baja de la superficie por tratar, continuando hacia las superiores evitándose integrar acumulaciones de material de rebote. La distancia entre el frente y la boquilla fue de 0.60 y 1.20 m., el lanzamiento estará orientado siempre en dirección perpendicular a la superficie en tratamiento y haciendo elipses traslapadas de aproximadamente 50 cm. en el eje horizontal y 20 cm. en el eje vertical.

Durante el proceso de lanzado, debía ajustarse la humedad óptima necesaria en la mezcla y conservar la presión del aire a la salida de la boquilla entre 3 y 4 kg/cm² y la del agua en una presión mayor a 5 kg/cm².

Se desechó todo material de rebote, y todo el concreto lanzado que no se encontrará adherido con firmeza se desprendía intencionalmente. A fin de prevenir la pérdida de humedad del concreto, fue necesario mantener la humedad en la superficie de roca que fuera a ser cubierta.

E) Curado del concreto lanzado: Posterior a la colocación del concreto lanzado, se procedió al curado correspondiente por un período de 7 días en caso de utilizar riegos de agua y mantenerlo húmedo constantemente, también se emplearon membranas de curado a razón de 2.4 m²/litro, dichas membranas sólo se colocaron sobre la capa final del concreto lanzado. (ACI-308)

PERFORACIÓN

En aquellos sitios donde se solicitaron anclas de fricción definidas por el estudio de mecánica de rocas, se perforaron barrenos de 3" de diámetro utilizando equipos de rotación, hasta la profundidad definida en el proyecto y con inclinación y dirección marcada en el mismo, verificando que no existieran caídos al sacar la herramienta de perforación.

HABILITADO DE ANCLAS.

Las anclas de fricción establecidas en el proyecto están formadas de varilla corrugada con $f_y = 4200$ kg/cm² y diámetro de 1 1/2". Cada varilla de las anclas se habilitó con tres centradores a cada 3 m. formados con varilla de 3/8" (Figura 2.2.4) soldados a distancias equivalentes garantizando su correcta colocación concéntrica dentro del barreno.

PREPARATIVOS Y COLOCACIÓN.

Antes de introducir el ancla dentro del barreno se fijó a la propia varilla y en toda su longitud, una manguera o tubo flexible de P.V.C. de 1/2" de diámetro, para la inyección del mortero dentro del barreno o para ser testigo de relleno según sea el caso.

Al terminar la instalación del conjunto de ancla y mangueras, se colocó un tapón en la boca del barreno, formado a base de mortero y un aditivo acelerante de fraguado, calentado perfectamente para sellar la entrada del barreno y proceder con la inyección.

A las seis horas de edad, se procedía a la inyección del mortero de relleno.

INYECCIÓN DEL MORTERO.

Para concluir el proceso de anclaje, se procedió a preparar el mortero de relleno utilizando la siguiente dosificación:

Cemento	50.0 kg.
Arena sílica	55.0 kg.
Agua	35.0 kg.

Una vez hecha la mezcla de los elementos se mantenía en agitación dentro de un mezclador de bajas revoluciones, para conservarlos en suspensión durante el tiempo que durara el proceso de inyección del anclaje correspondiente. El tiempo máximo que puede mantenerse la mezcla sin colocarla dentro del barreno, es de 1 1/2 horas a una temperatura máxima de 30° C.

El mortero se suministró al barreno mediante una bomba de gusano y con la mínima presión para desplazar únicamente el mortero hacia la coquedad garantizando así la colocación dentro del barreno y rellenándose totalmente la coquedad.

Se mantiene la inyección del mortero hasta que derrame por la manguera testigo, la cual debe taponarse en ese momento.

2.3 CIMENTACIÓN EN LA CASA DE MAQUINAS.

2.3.1 TRATAMIENTO DE CONSOLIDACIÓN EN LA CIMENTACIÓN DE CASA DE MAQUINAS.

El tratamiento de las inyecciones de consolidación tiene como objetivo el rellenar los huecos, grietas y fisuras para consolidar la roca en los desplantes que conforman las plataformas (a los niveles +3.00, -6.50, -8.00 y -11.60). El tratamiento de consolidación se realizó con barrenos verticales y horizontales de 2 1/4" de diámetro y 5.00 y 3.00 m de profundidad según se muestra en las figuras 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.3. El tratamiento se realizó posterior al colado de la losa de fondo, donde previamente se dejaron guías de PVC de 3" de diámetro. Se utilizaron mezclas estables y la inyección se efectuó desde superficie aplicando 3 kg/cm² de inyección de consolidación. En total se perforaron 191 barrenos verticales y 140 horizontales que representan 1547 m. de barrenación y consumo de aproximadamente 310 m³ de mezclas.

PERFORACIÓN

Las perforaciones e inyecciones de los barrenos se realizaron en dos etapas convencionales y una tercera opcional, las cuales se ejecutaron de la siguiente manera:

-Perforación de los barrenos de primera etapa distribuidos en una cuadrícula de 12.00 m por lado e inyectados antes de perforar las etapas subsecuentes.

-Perforación e inyección de los barrenos de segunda etapa, ubicados de manera intercalada entre los de la primera etapa y con la misma secuencia y orden de ejecución y abarcar totalmente el área del tratamiento, también se concluyeron todos los barrenos antes de continuar con la siguiente etapa.

Los barrenos para la tercera etapa, están distribuidos y posicionados de manera intermedia entre los correspondientes a la primera y segunda etapa abarcando el área que faltaba por tratar con este tipo de inyecciones.

El diámetro de la perforación fue de 2 1/4", cuya longitud de perforación de cada barreno es de 5.00 m variando a 15.00 m en los barrenos inmediatos al eje de cada unidad (2 barrenos).

INYECCIÓN.

La primera etapa de inyección se inició por aquellos que se ubican perimetralmente al área de tratamiento y formar así una frontera que impidiera grandes recorridos de las mezclas inyectadas.

La inyección de cada barreno se ejecutó en un tramo de 5 m de longitud. Una vez iniciada la inyección no puede detenerse por ningún motivo, ya que debe ser un proceso continuo de principio a fin.

Desde el inicio de la inyección y hasta el final, se llevó un registro continuo de la evolución y respuesta de los parámetros observados para cada tramo inyectado, tales como: presión de inyección medida en el brocal del barreno, el volumen de lechada, mortero y el tiempo de tratamiento.

La presión de inyección fue medida en el brocal del barreno, la cual se aplicó en incrementos hasta llegar a los 3 kg/cm² que es la de rechazo; se dejó que el terreno "tome" la mezcla necesaria y mantenga la presión de rechazo por diez minutos y si el gasto era nulo se daba por sellado el tramo.

El volumen máximo de inyección está regido por ciclos compuestos de la siguiente manera:

Mezcla	Cantidad
Lechada tipo A	4 bachas
Lechada tipo C	4 bachas
Mortero tipo II	52 bachas

Reposo de 12 hrs. y reinicio del ciclo de la inyección.

Se tomó como volumen máximo por tramo, la ejecución de tres ciclos consecutivos de inyección con las mezclas tipo A, C y mortero II.

Cuando resurgía la lechada a la superficie (no por el brocal) durante el proceso de inyección, se calafateaba de inmediato la zona de afectación hasta su taponamiento. En caso de no lograr lo anterior, se dejaba en reposo durante 12 horas y posteriormente se continuaba con la inyección del mismo tramo, prosiguiendo el mismo ciclo de inyección.

FABRICACIÓN DE MEZCLAS.

	MEZCLA A	MEZCLA C	TIPO II
Agua.	75.0 lt.	39.0 lt.	62.0 lt.
Cemento.	50.0 kg.	50.0 kg.	50.0 kg.
Lodo bentonítico.	17.0 lt.	3.0 lt.	----
Volumen	109.0 lt.	58.0 lt.	----
Silicato de sodio.	----	----	1.65 lt.
Arena.	----	----	104.0 kg.

En su fabricación se utilizó un mezclador de altas revoluciones o turbomezclador, para mantener la agitación de mezclado durante un tiempo de 2 a 3 minutos después de haber agregado el último componente.

El orden a seguir para la preparación de una lechada es adicionar agua, cemento, lodo bentonítico y el aditivo. Para el caso del mortero, la arena es el último componente en agregarse.

Después del tiempo de agitación, la mezcla debe mantenerse en movimiento constante en un agitador de bajas revoluciones por el lapso que dure su empleo. El tiempo de vida útil de la mezcla es de 1.5 hr. como máximo, dependiendo de las características que guarde la mezcla, estando a una temperatura ambiente de 30 ° C aproximadamente, después de este tiempo se desecha la mezcla.

2.3.2 LOSA DE CIMENTACIÓN EN LA CASA DE MAQUINAS.

La losa de cimentación de la casa de máquinas aloja a las unidades 5 y 6. Y se resolvió por medio de concreto armado desplantada en un manto rocoso. La transmisión de todas las cargas muertas, vivas, de equipo, hidrostáticas y sismo se transmiten a la losa de cimentación por medio de muro y pilas.

Se efectuó la construcción de la losa de cimentación mediante cinco colados masivos según la secuencia siguiente:

No. de colado	volumen
1101	706 m3
1102	555 m3
1103	585 m3
1104	340 m3
1105	030 m3

El número de colado es la clave de identificación de cada colado, consta de cuatro dígitos y el primer dígito se refiere a la etapa al que pertenece el colado; el segundo se refiere a la estructura que se trata: cimentación=1, Muro=2, y losa=3. El último dígito se refiere al número consecutivo de colado según el tipo de estructura que se trate.

Trabajos preliminares:

Haber concluido la colocación del acero de refuerzo de la zona por colar.

Haber terminado la colocación de la cimbra y banda P.V.C. en juntas de construcción.

Verificación topográfica de la estructura por colar revisándose que los ejes, dimensiones y niveles estén de acuerdo a los planos de diseño.

Se realizó también la instalación de las tuberías de 5" y 6" de diámetro para el bombeo del concreto, las líneas se localizaron en la parte longitudinal del área por colar. Se instaló un sistema de intercomunicación entre la bomba y el sitio de colocación.

Colocación del concreto: La colocación de concreto se efectuó mediante el sistema de bombeo, para lo cual, se emplearon dos bombas estacionarias. Estas bombas son de capacidad nominal de 40 m³/hora. Las bombas se utilizaron simultáneamente.

El colado se atacó en el sentido más largo de la estructura efectuando el llenado a todo lo ancho de la misma, para lo cual, se colocaron de 5 embudos hechos de lámina y tubo de P.V.C. de 8". Hasta ellos se hizo llegar el concreto mediante las "trompas" flexibles colocadas al final de cada tubería. Conforme se iba realizando el llenado y enrasado de la losa se "recortaba" la tubería para darle continuidad al concreto.

El vibrado del concreto se realizará utilizando 6 vibradores neumáticos-y 4 eléctricos de 3" y 2" de diámetro.

MAQUINARIA Y EQUIPO.

- 2 Bombas de concreto
- 1 Grúa torre (respaldo para la colocación de concreto.
- 6 Vibradores
- 1 Camioneta Pick Up
- 1 Compresor

MANO DE OBRA

Bombas de concreto de 1 Jefe de área
2 Operadores de bombas
4 ayudantes

Sitio de colocación de 1 Jefe de área
1 Sobrestante
2 Cabos de oficios
4 Albañiles
6 Vibradoristas
1 Carpintero
8 Ayudantes
1 Mecánico
1 Electricista

1 Compresorista
1 Operador Grúa

2.4 MUROS Y LOSAS.

PRIMERA ETAPA:

La construcción de los muros que constituyen la primera etapa de la estructuración de la casa de máquinas se efectuaron según el seccionamiento y la secuencia que se indica en la lista y según se ilustra en la figura 2.4.1.

RELACIÓN DE COLADOS DE MUROS DE LA PRIMERA ETAPA EN CASA DE MAQUINAS

No. DE COLADO	VOLUMEN (M3)	No. DE COLADO	VOLUMEN (M3)
1201	50.00	1211	30.00
1202	50.00	1212	38.00
1202A	25.00	1213	44.00
1203	140.00	1214	105.00
1204	70.00	1217	456.00
1205	65.00	1218	46.00
1206	180.00	1219	82.00
1207	195.00	1220	46.00
1208	110.00	1221	463.00
1208A	25.00	1225	430.00
1209	190.00	1226	41.00
1210	205.00	1227	195.00
		1228	198.00

RELACIÓN DE COLADOS DE LOSAS ENTREPISO NIVEL +3.50

No. DE COLADO	VOLUMEN (M3)
1301	650.00
1302	405.00
1303	350.00
1304	350.00
1305	650.00
1306	405.00
1307	350.00
1308	350.00

COLOCACIÓN DE CIMBRA A UNA CARA EN MUROS DE CASA DE MAQUINAS.

Cimbra: Armazón de madera o metal que delimite la forma y dimensión de una estructura de concreto.

Trabajos preliminares:

Colocación del anclaje en los parámetros verticales de roca a base de varilla corrugada.

Escarificado del área de contacto de concreto nuevo con el viejo cuando sea el caso.

Colocación de acero de refuerzo del muro por cimbrarse de acuerdo a planos autorizados.

Cimbrado:

Se efectuó el cimbrado empleando tableros con bastidor de barrote de 2" x 4" con refuerzos a cada 40 cm. forrados con duela de 1" x 6".

La cimbra se troquela utilizando polines de madera en sentido transversal a la posición de los tableros y se sujetan mediante "She Bolts" atornillados a espárragos metálicos que se soldan a las varillas corrugadas previamente ancladas a la roca.

La separación horizontal y vertical de los espárragos fue a cada 30 cm. en el primer tercio de la altura total del elemento a fin de garantizar que la rigidez y resistencia de la cimbra fuera adecuada.

En la parte superior de la cimbra se coloca un andamio a todo lo largo, para efectuar la colocación y el vibrado del concreto.

Una vez colocada la cimbra se alinea y el perímetro se calufatea con papel.

COLOCACIÓN DE CIMBRA A DOS CARAS EN MUROS DE CASA DE MAQUINAS.

Se realizó el cimbrado empleando tableros con bastidor de barrote de 2" x 4" con refuerzos a cada 40 cm. forrados con duela de 1" x 6".

La cimbra se troquela utilizando canales "Mon.Ten" de 6" o polines de madera en sentido transversal a la posición de los tableros, y se sujeta mediante "She Bolts" atornillados a espárragos metálicos los cuales son soldados en los extremos de una varilla corrugada de 1/2" de diámetro, según lo indica la figura 2.4.2.

La separación horizontal y vertical de los espárragos fue a cada 30 cm. en el primer tercio de la altura total del elemento a fin de garantizar que la rigidez y resistencia de la cimbra fuera adecuada

En la parte superior de la cimbra se coloca un andamio a todo lo largo, para efectuar la colocación y el vibrado del concreto.

MAQUINARIA Y EQUIPO:

- 1 soldadura rectificadora
- 1 equipo de oxicoque
- 1 camioneta de estacas

MANO DE OBRA:

- 1 Cabo de oficios
- 1 Soldador
- 2 Carpinteros
- 3 Ayudantes generales.

Para el cimbrado de muros, pilas, columnas y otras estructuras también se empleó otro sistema a base de tres elementos: Panel, tirante y cuña. El panel, indeformable, reemplaza al cimbrado de madera. El tirante, prefabricado, es la base del sistema y permite transformar la técnica de cimbrado en un trabajo de ensamble; la cuña fija al tirante una vez estando en su posición definitiva.

El cerrojo de unión sirve para unir las esquinas y fijar panel con panel.

La alineación y apuntalamiento se requiere en una sola cara del cimbrado y se logra con unos polines horizontales y verticales sujetos con abrazaderas utilizando cuñas de madera de la misma dimensión de la abrazadera.

SEGUNDA ETAPA

La construcción de muros, losas y concretos masivos de la segunda etapa en la casa de máquinas se desarrolló de acuerdo al programa que se muestra al final de este tema y según se ilustra en la figura 2.4.3.

2.5 CARCASA Y TUBERÍA DE CONDUCCIÓN.

MONTAJE DEL ENCOFRADO.

El encofrado que conecta con el tubo de aspiración está conformado por siete secciones de dimensiones variables atendido a la configuración del desarrollo del tubo de aspiración. La sección inferior fue armada en ocho partes, las piezas laterales (curvadas) están rigidizadas con perfiles para evitar que se deformen. El montaje se inició con la sección inferior media prosiguiendo con las secciones de alrededor y posteriormente con las laterales (curvadas).

Para el montaje del encofrado, codo y cono de aspiración se utilizó una grúa torre localizada en la parte sur del recinto de casa de máquinas.

Se continuó con el montaje de las dos piezas laterales de la sección. Ejecutado lo anterior, se continuó con el montaje de las piezas siguientes hasta cerrar la sección. Posteriormente inició la aplicación de la soldadura en las juntas de unión de cada pieza.

La sección quedó rigidizada utilizando perfiles estructurales y tubos para evitar deformaciones durante su conformación y colocación de concreto.

MONTAJE DEL CODO DE ASPIRACIÓN.

El codo de aspiración se compone por cuatro anillos (virolas), anillo 1, 2, 3 y 4 fabricados con placa de acero. El codo de aspiración se instaló en la continuidad del encofrado previamente instalado y de acuerdo con los planos de diseño.

Los anillos 1 y 2 formaron la sección superior y fueron unidos en el taller de fabricación, de la misma forma fueron suministrados los anillos 3 y 4 denominados de sección inferior. Se prosiguió el ensamble de la sección inferior utilizando candados, grapas de unión o tornillos.

Una vez conformada, alineada y con los herrajes necesarios se aplicó la soldadura. Se continuó entonces con el conformado de la sección superior. Ejecutado lo anterior, se procedió con el montaje del codo en su posición de diseño.

MONTAJE DEL CONO DE ASPIRACIÓN.

El cono de aspiración se compone de cuatro secciones verticales, fabricado con placa de acero de 13 mm. de espesor.

El cono se instaló en la continuidad del codo, previamente instalado y de acuerdo con los planos de diseño.

El cono se compone de cuatro secciones. Una vez que la sección se encuentre conformada y con los herrajes necesarios se podrá aplicar la soldadura vertical entre las piezas.

De acuerdo con ésta secuencia de ensamble el cono quedará seccionado verticalmente en dos partes.

Se inició con el montaje de la primera mitad del cono previamente soldadas. Se continuó con el montaje de la segunda mitad del cono la cual se unió con la sección anterior por medio de grapas de unión y tornillos. En la parte inferior se utilizaron herrajes (grapas, candados y cuñas) para conformarlo con el codo de aspiración previamente instalado y preparado. Una vez conformadas las dos secciones del cono y la parte inferior de unión con el codo se aplicó la soldadura vertical entre las dos mitades.

La colocación de concreto que confina a las secciones del encofrado, codo y cono de aspiración se coló una vez que las secciones estuvieran instaladas, inspeccionadas y liberadas por control de calidad.

Se tuvo especial cuidado durante la colocación del concreto para evitar sobre presiones o maniobras que pudieran afectar el conformado del encofrado.

Los herrajes que fueron utilizados para fijación y conformado se retiraron una vez que el concreto obtuvo su resistencia de proyecto.

MONTAJE DEL ANTEDISTRIBUIDOR Y CÁMARA ESPIRAL.

Previo al montaje del antedistribuidor se construyeron con 8 soportes metálicos soldados a placas previamente embebidas en concreto para el antedistribuidor.

Una vez instalado el antedistribuidor en su posición de diseño se verificó su elevación y posicionamiento.

El ensamble de la carcasa se hará en dos etapas:

Un prearmado en la plataforma de habilitado.

Después de bajar las virolas prearmadas al pozo de la turbina, se hará el ensamble completo, aplicando la soldadura faltante.

MONTAJE DE VIROLAS PREARMADAS EN POZO DE LA TURBINA.

Se procederá al trazo sobre la brida superior e inferior del antedistribuidor de ángulos de 25° 50' partiendo del centro de línea de la unidad aguas arriba, en el sentido de las manecillas del reloj, lo anterior servirá de referencia para recibir las virolas en la líneas marcadas.

Se continuará con el montaje de la sección superior de la virola previa preparación de la sección inferior con herrajes para recibirla.

TUBERÍA DE CONDUCCIÓN.

Como ya se ha mencionado los tramos de los túneles 1 y 2 comprendidos de la obra de toma y la sección donde se construyó el pozo de oscilación son utilizados como conducción, conservando el diámetro de 8.25 m. interiores; el tramo restante de los túneles entre pozo y el portal de salida se modificó en su diámetro al instalarse una camisa de acero con diámetro interior de 7.80 m.

Tomando en cuenta que el portal de salida de los túneles está formado mediante un muro cabeceo de concreto armado, habiéndose construido el tramo final a cada uno de ellos a cielo abierto mediante un túnel de acero cubierto posteriormente con concreto reforzado, de tal manera que el codo de conexión hacia la casa de máquinas se desarrolle a partir del caldecamiento 0+540.00 al 0+553.32. El tramo final de la tubería se reduce a un diámetro de 6.16 m. con el objeto de conectarse al distribuidor de las unidades.

Lanzado de canutos al portal de los túneles.

Para colocar los canutos en el portal de los túneles se utilizó una grúa con capacidad de 45 ton. Se realizaron maniobras de izaje, desplazamiento y descenso de los canutos con la grúa hasta colocar el canuto sobre los rieles.

Introducción de los canutos 12 al 46.

La introducción de los canutos numerados del 12 al 46 al túnel se llevó a cabo utilizando una pista formada por dos rieles, separados 2.50 m. uno respecto al otro

Para proporcionar la fuerza que permita el deslizamiento de los canutos sobre los rieles fue utilizado un malacate de 5 toneladas de capacidad y dentro de los túneles se colocó un atraque de concreto para fijar una "pateca".

Introducción de los canutos 01 al 11.

El canuto No. 1 se introdujo por partes, es decir, sólo las placas ya roladas con orificios de inyección, el conformado se efectuó en el interior del túnel, además de lo anterior fue necesario aplicar la soldadura longitudinal por la parte interior del tubo, el caso especial de este canuto se debió a que es una reducción de 8.25 m a 7.8 m de diámetro por lo cual, no podía desplazarse en el interior del túnel una vez que halla sido conformado. Para el lanzado de estas placas se utilizó una grúa de 18 toneladas.

Para introducir al túnel los canutos numerados del 2 al 11 se utilizó una grúa de 45 toneladas. Se bajaron al interior de los túneles a través de las lumbreras de pozos de oscilación

Montaje de los canutos 47 al 62

Para el montaje de los canutos del 47 al 62 se utilizaron mochetas de concreto con placas embebidas en la parte superior, sobre los que fue anclada la tubería utilizando cuñas.

La figura 2.5.1 muestra la localización de canutos de la tubería de conducción.

2.5.1 COLOCACIÓN DEL MORTERO DE EMPAQUE EN EL BLINDAJE DE LOS TÚNELES.

Dosificación.

El proporcionamiento base para la elaboración de un metro cúbico de mortero, con resistencia $F'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ especificada en los planos de referencia y la menor contracción volumétrica es la siguiente:

material	cantidad	unidad
cemento tipo II	425.0	Kg.
agua	260.0	l ts.
arena	1443.0	Kg.
activo fluidificante	8.5	l ts.

Proceso de colocación.

Fue necesario la fabricación de los bloques de mortero con sección semicircular para conformar (con mampostería), un tapón anular que permita el confinamiento de los extremos de la tubería que se vaya colocando dentro del túnel. (Figura 2.5.2.)

Para la elaboración del mortero, se incorporaron todos los materiales empleando una revoladora portátil con capacidad de un saco de cemento, mezclándose un tiempo aproximado de tres minutos, tiempo suficiente para lograr la uniformidad de la mezcla.

Se desecharon todas las mezclas que sobrepasaran de 45 minutos antes de su colocación a partir de que el agua hiciera contacto con el cemento, asimismo las que llegaban a tener una temperatura máxima de 35°C al momento de elaborarse.

Una vez uniformizada la mezcla, se verificó poco a poco la bomba de suministro para que mantuviera una presión constante y enviara así desde la planta de elaboración hasta el sitio de inyección en el interior del túnel a través de tuberías, en donde con otro agitador se remezcló antes de inyectarse en el espacio anular de los canutos.

En el tramo de blindaje a inyectar, constituido por dos canutos, inició su colocación a través de los barrenos preparados previamente, comenzando por los situados en el piso, continuando la secuencia por los barrenos laterales de manera alternada para conservar en lo posible el mismo nivel de mortero en ambos lados, esta secuencia continuó por los superiores según la evolución del proceso del relleno del canuto, hasta concluir la colocación del mortero. La presión máxima fue restringida a 1.5 kg/cm²

2.5.2 INYECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN Y CONTACTO EN EL ENCOFRADO DE LAS UNIDADES 5 Y 6.

Definiciones.

Etapas: conjunto de barrenos contenido en una sección o áreas en los cuales se ejecutan todas las operaciones de inyección de mezclas siguiendo un orden preestablecido.

Presión de inyección: es la presión aplicada de manera ascendente y medida en la boca de la perforación, que evoluciona durante el proceso de inyección. antes de alcanzar la presión de rechazo.

Presión de rechazo: es el valor máximo de la presión especificada para la aplicación de la inyección de mezclas, midiéndose en todos los casos en la boca de la perforación.

Procedimiento

La mezcla que se empleó fue mezcla "A" y su dosificación es la mostrada de la siguiente manera: agua 75 lts., cemento 50 kg. Esta dosificación podía variar en función de los requerimientos de campo y justificado por el laboratorio de sitio.

Inyección.

Se realizó un mapeo físico del área y se elaboró una retícula para la ubicación de los barrenos de inyección. Los barrenos que se realizaron en la placa para efectuar la inyección fueron de 3/4" de diámetro los cuales se llevaron a cabo con taladro.

Antes de aplicar la inyección de la mezcla tipo "A", se realizó una limpieza con agua a presión, para retirar y lavar todo el material suelto que existía entre la placa del encofrado y el concreto.

El equipo que se utilizó en la inyección fue el siguiente:

- 1 bomba de presión manual.
- 1 recipiente presurizado
- 1 boquillas de 1/2" de diámetro.
- 1 agitador manual
- 1 lote de mangueras de alta presión.

La figura 2.5.3 muestra esquemáticamente la posición del equipo durante la ejecución de esta actividad.

La inyección se realizó con una presión de 1.0 Kg/cm². la cual fue controlada en el sitio por medio de un manómetro instalado en la boquilla de inyección.

Conforme se iba realizando la inyección y al observar que la lechada comenzaba a vertirse por el barreno de verificación, se procedía a taponear este barreno y la presión se registraba hasta llegar a 1.5 Kg/cm² y así garantizar la inyección completa en el área de trabajo.

Se tomó especial cuidado en no dejar que la presión sobrepasará la especificada para evitar la deformación de la placa metálica del encofrado durante la aplicación de la inyección además de haber verificado que las armaduras para el refuerzo interior estuvieran completas y trabajando adecuadamente.

Al finalizar la inyección, todos los barrenos se taparon utilizando placa del mismo tipo.

2.6 CANAL DE DESFOGUE.

El desfogue actual del Proyecto Hidroeléctrico Ampliación Temascal inicia con un ancho de plantilla de 54.00m. y después de recorrer aproximadamente una longitud de 70 m., converge con el tajo para las obras de la ampliación y forma un sólo canal que inicia a la elevación +5.00 y mantiene una pendiente general de 0.0005. Sus dimensiones hasta la confluencia con el río Tonto son 260 m. de longitud y 25 m. de ancho. Este canal ha funcionado para un rango de gastos entre 95 y 380 m³/s correspondientes a la operación de una y cuatro unidades de la central actual, respectivamente.

Por su parte, la ampliación de la planta adicionará una descarga de 263 m³/s por unidad, es decir, que el gasto máximo para el que deberá diseñarse el tramo del canal de desfogue es común para ambas centrales y es de 906 m³/s. Por lo anterior, si se conserva el ancho que tiene actualmente el canal de desfogue la superficie del agua se eleva considerablemente, por lo que será necesario incrementarlo a un ancho de 55.00 m.

La plantilla del canal de desfogue en casa de máquinas es a base de concreto reforzado. Para asegurar la estabilidad es necesario hacer uso de 48 anclas de fricción, el espesor de plantilla será de 60 cm. Al inicio de la plantilla que se ubica en la estación 0+602.12, se tendrá un dentellón de concreto reforzado en forma trapezoidal con altura aproximada de 2.00 m. esto con la finalidad de tener un elemento más rígido y evitar con esto alguna posible dislocación entre el piso del desfogue en la casa de máquinas y la plantilla.

La losa en planta tiene dimensiones de 46.00 m. x 12.00 m.

2.7 PROGRAMA DE OBRA.

PROGRAMA DE COLADOS DE LA SEGUNDA ETAPA.

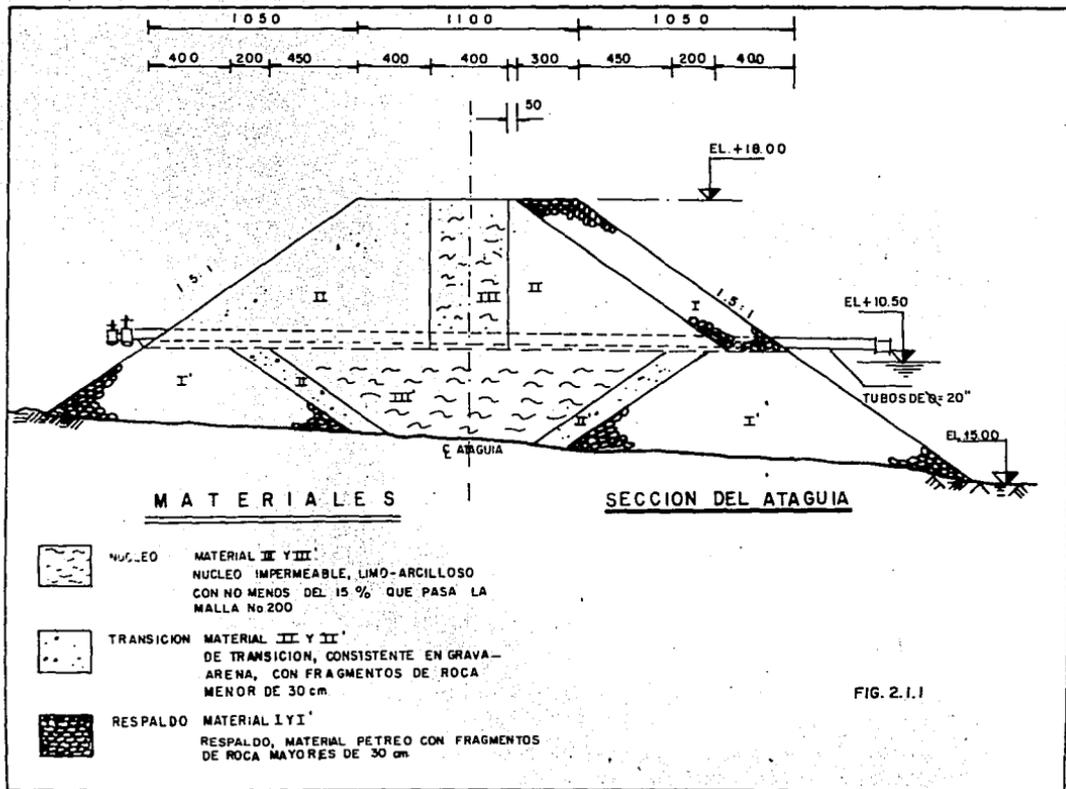
DESCRIPCION	FECHA			1994				
	INICIO	FIN	DIAS	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
ESTRUCTURA DE CONCRETO EJE "A"								
2102 Losa de piso nivel +3.50	28-Apr	20-May	20					
2103 Losa de piso central nivel +3.50	28-Apr	21-May	21					
2110 - 2213 Muro sobre el nivel + 3.50	23-May	21-Jun	26					
2216 Muro nivel + 14.90	22-Jun	21-Jul	26					
2211 - 2214 Muro sobre el nivel +14.90	23-Jun	22-Jul	26					
2217 Muro nivel +14.90	23-Jul	22-Aug	26					
ESTRUCTURA DE CONCRETO EJE 1								
2103 Losa de piso central	9-Jun	28-Jun	17					
2205 Muro sobre el nivel +3.50	9-Jun	28-Jun	17					
2206 Muro sobre el nivel +3.50	9-Jun	29-Jun	18					
MUROS DEL EJE "T"								
2226 Muro eje "T"	13-Jul	7-Aug	20					
2230 Muro eje "T"	5-Aug	27-Aug	20					
2225 Muro eje "T"	2-Jul	21-Jul	17					
2229 Muro eje "T"	22-Jul	10-Aug	17					
MUROS EJE "C"								
2201 Muros del eje "C"	14-Jul	10-Aug	24					
2207 Muros del eje "C"	11-Aug	24-Aug	12					
2202 Muros del eje "C"	2-Jul	29-Aug	24					
2208 Muros del eje "C"	30-Jul	12-Aug	12					
MUROS EJE D								
2213 Muro eje "D" sobre el nivel + 3.50	4-Jun	8-Jul	30					
2214 Muro eje "D" sobre el nivel + 3.50	9-Jul	8-Aug	26					
2215 Muro eje "D" sobre el nivel + 3.50	2-Jul	26-Jul	21					
2216 Muro eje "D" sobre el nivel + 3.50	27-Jul	19-Aug	21					
LOSAS (3 50) CODO DE ASPIRACION								
2101 Masivo codo de Aspiración	26-May	8-Jun	12					
2103 Masivo codo de Aspiración	2-Jul	15-Jul	12					
PLAZA DE MONTAJE								
Cimentación eje "8" al +14.90	28-May	1-Jun	5					
Trabe de liga "8-9" al + 14.90	5-May	1-Jul	26					
Zapata eje "9"	28-Mar	20-Apr	21					
Columna eje "9"	19-May	17-Jun	28					

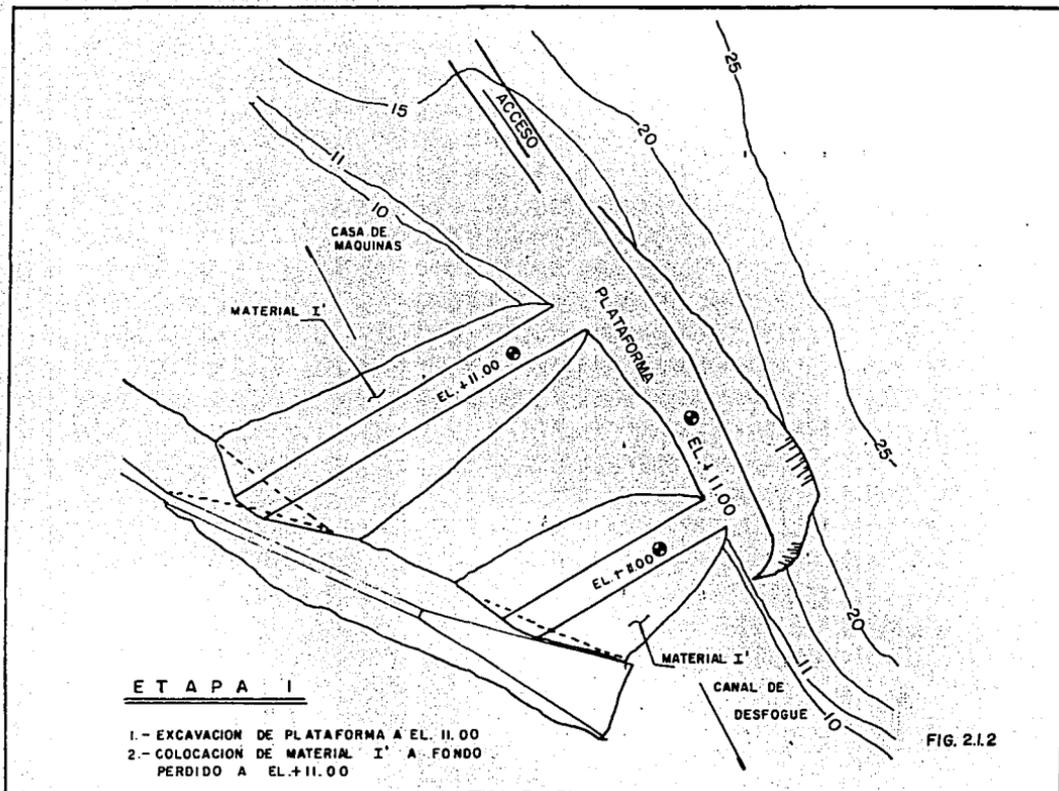
PROGRAMA CASA DE MAQUINAS

FIN	DIAS	1993												1994												1995												1996											
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
15-Jul-93	72	█																																															
6-Sep-93	45	█																																															
8-Sep-93	20	█																																															
9-Oct-93	22	█																																															
24-Sep-93	4	█																																															
21-Nov-94	74	█																																															
20-Jan-94	102	█																																															
14-Mar-94	50													█																																			
16-Apr-94	28													█																																			
2-Jun-94	69													█																																			
20-Apr-94	34													█																																			
13-Jun-94	36													█																																			
2-Sep-94	62													█																																			
13-Jul-94	72													█																																			
1-Sep-94	43													█																																			
4-Oct-94	65													█																																			
30-Aug-94	61													█																																			
15-Jul-94	33													█																																			
21-Sep-94	18													█																																			
7-Jul-94	22													█																																			
9-Jun-94	59													█																																			
27-Jul-94	17													█																																			
7-Nov-94	40													█																																			
23-Jul-94	35													█																																			
9-Aug-94	30													█																																			
15-Jul-94	33													█																																			
23-Nov-94	42													█																																			
24-Oct-94	177													█																																			
17-Aug-94	36													█																																			
17-Oct-94	52													█																																			
22-Dec-94	13													█																																			
28-Jan-95	32													█																																			

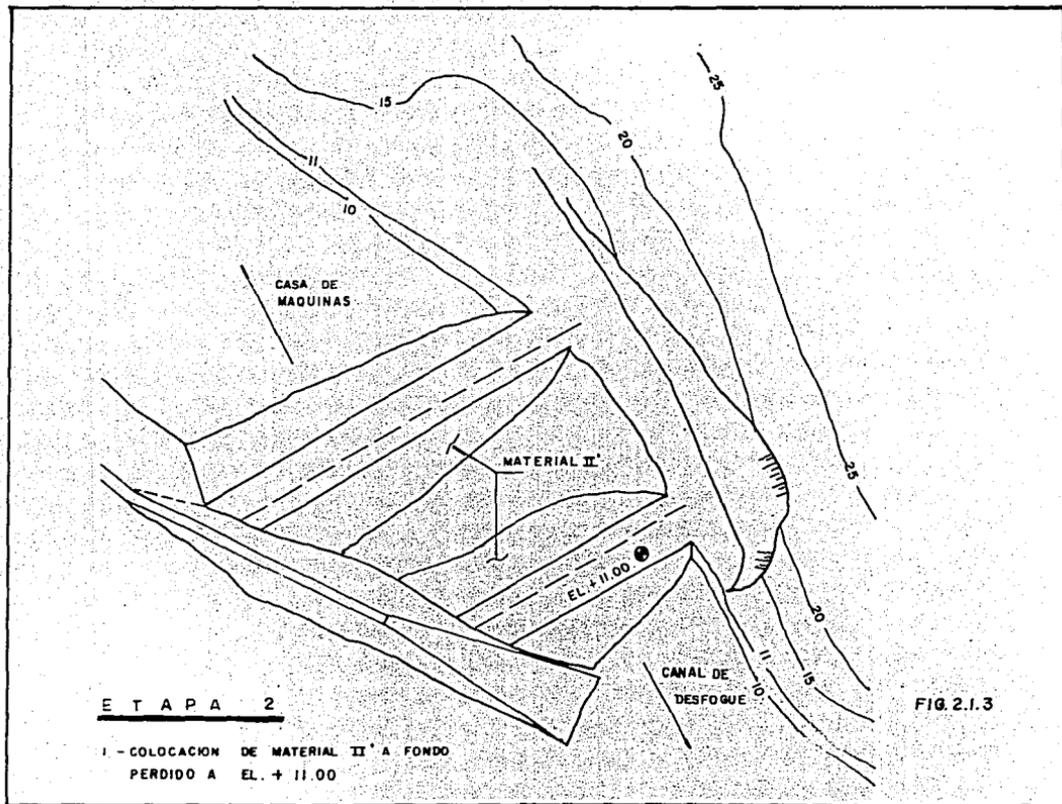
RELACIÓN DE FIGURAS

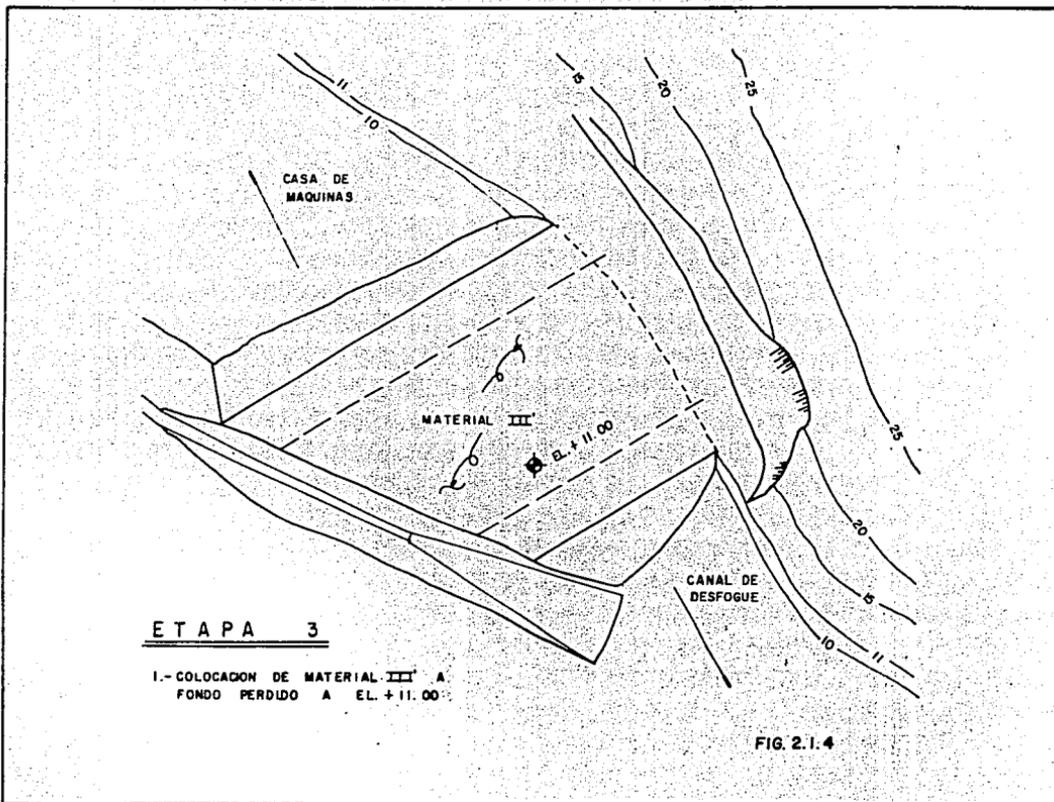
2.1.1	SECCIÓN MÁXIMA DE LA ATAGUÍA
2.1.2	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (1) DEL MURO ATAGUÍA
2.1.3	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (2) DEL MURO ATAGUÍA
2.1.4	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (3) DEL MURO ATAGUÍA
2.1.5	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (4) DEL MURO ATAGUÍA
2.1.6	UBICACIÓN EN PLANTA DE LA PANTALLA IMPERMEABLE EN CASA DE MAQUINAS
2.1.7	BARRENOS DE INYECCIÓN EN PANTALLA IMPERMEABLE EN CASA DE MAQUINAS
2.2.1	EXCAVACIÓN CON EQUIPO NEUMÁTICO Y EXPLOSIVOS
2.2.2	EXCAVACIÓN CON EQUIPO HIDRÁULICO
2.2.3	PLANTA GENERAL DE TRAZO EXCAVACIÓN CASA DE MAQUINAS
2.2.4	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON ANCLAJE
2.3.1	DISTRIBUCIÓN DE BARRENOS PARA EL TAPETE DE CONSOLIDACIÓN EN CASA DE MAQUINAS
2.3.2	CORTE LONGITUDINAL DE CASA DE MAQUINAS
2.3.3	CORTE TRANSVERSAL DE CASA DE MAQUINAS
2.4.1	SECUENCIA DE COLADOS DE MUROS HASTA EL NIVEL +3.50 (MODELO TRIDIMENSIONAL)
2.4.2	ESQUEMA DE CIMBRADO A DOS CARAS EN MUROS DE CASA DE MAQUINAS
2.4.3	ESTRUCTURACIÓN DEL NIVEL +3.50 AL +14.90
2.5.1	LOCALIZACIÓN DE CANUTOS DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
2.5.2	VISTA DEL CALAFATEO DE LOS ANILLOS METÁLICOS PARA EL CONFINAMIENTO Y SECUENCIA DE INYECCIÓN DE MORTERO
2.5.3	ARREGLO DE INSTALACIÓN PARA LA INYECCIÓN EN EL ENCOFRADO DE LAS UNIDADES 5 Y 6.

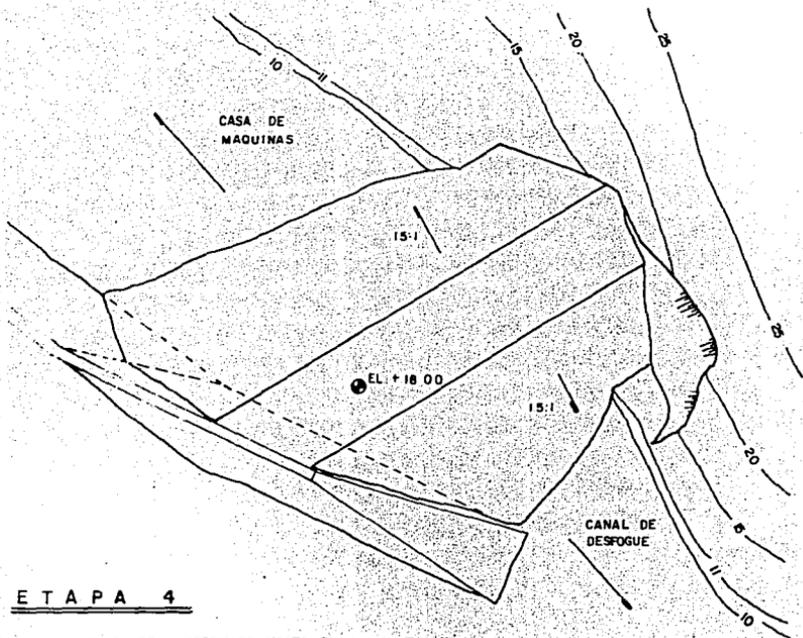




9/1



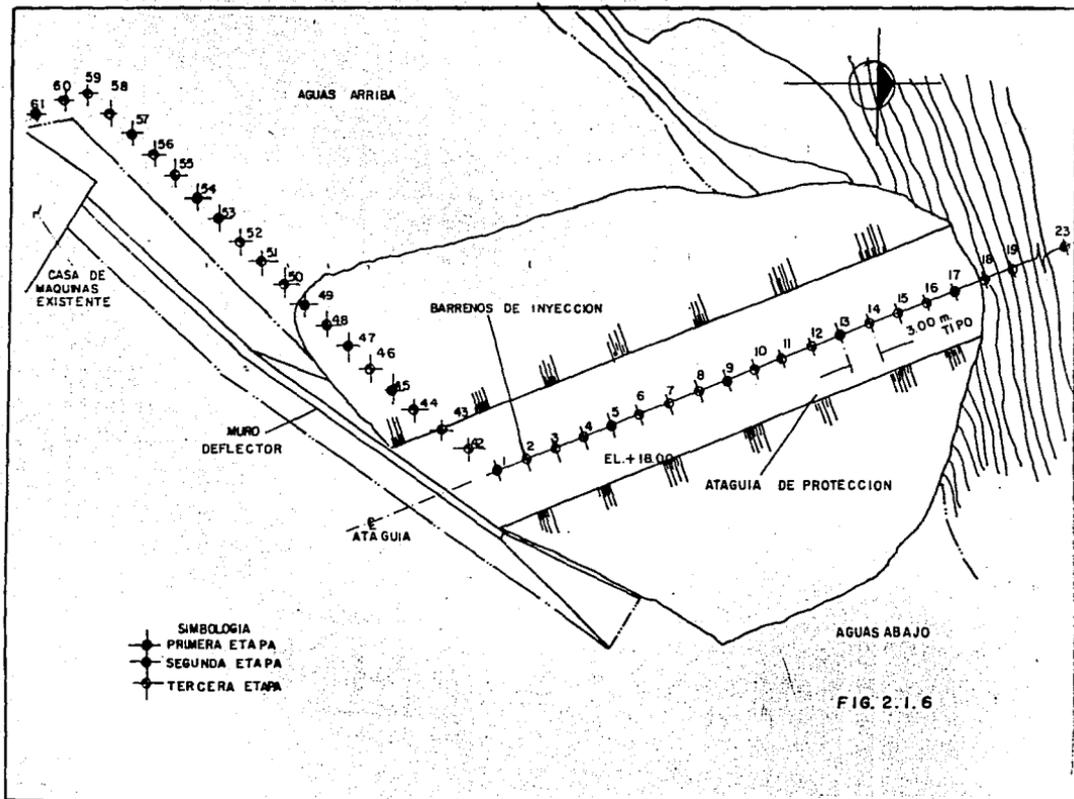




ETAPA 4

I - COLOCACION DE MATERIALES HASTA EL. +18.00 I Y II
 COLOCADOS EN CAPAS DE 60 cm, MATERIAL III COMPACTADO
 AL 95% DE SU PESO VOLUMETRICO SECO

FIG. 2.1.5



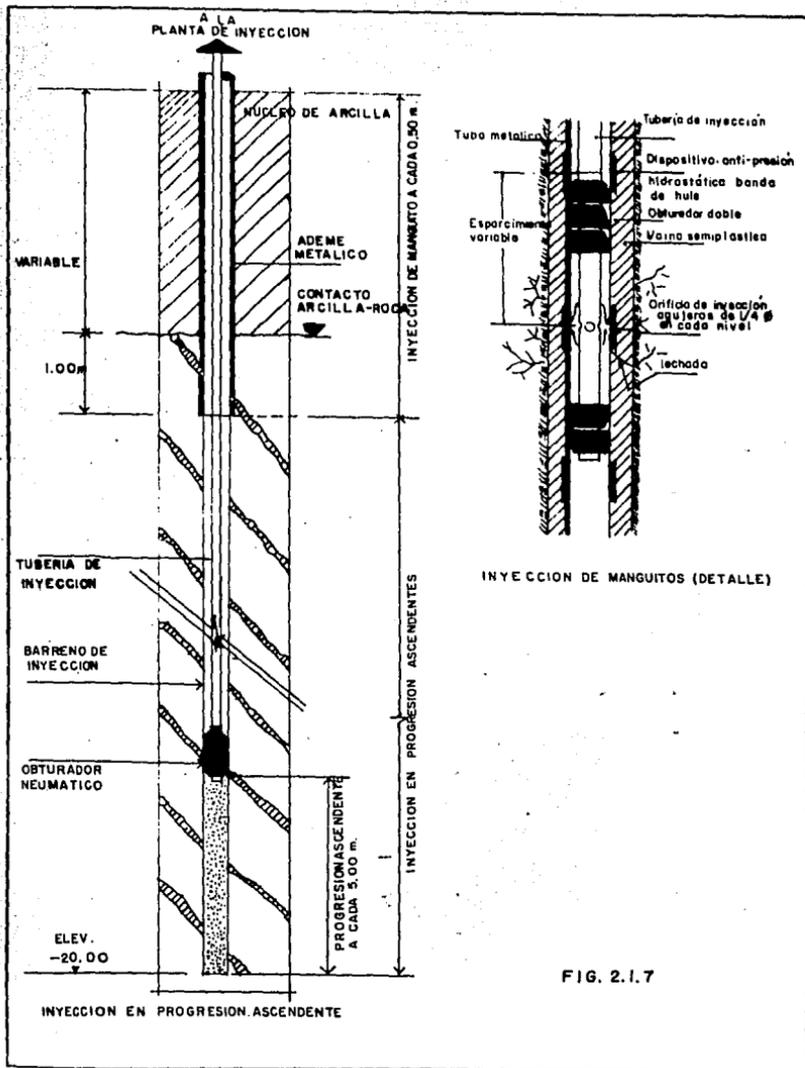


FIG. 2.1.7

EXCAVACION CON EQUIPO NEUMATICO Y EXPLOSIVOS
ALTURA MAXIMA BANCO 2.00 M.
LIMITADA EN CARGA POR TIEMPO.

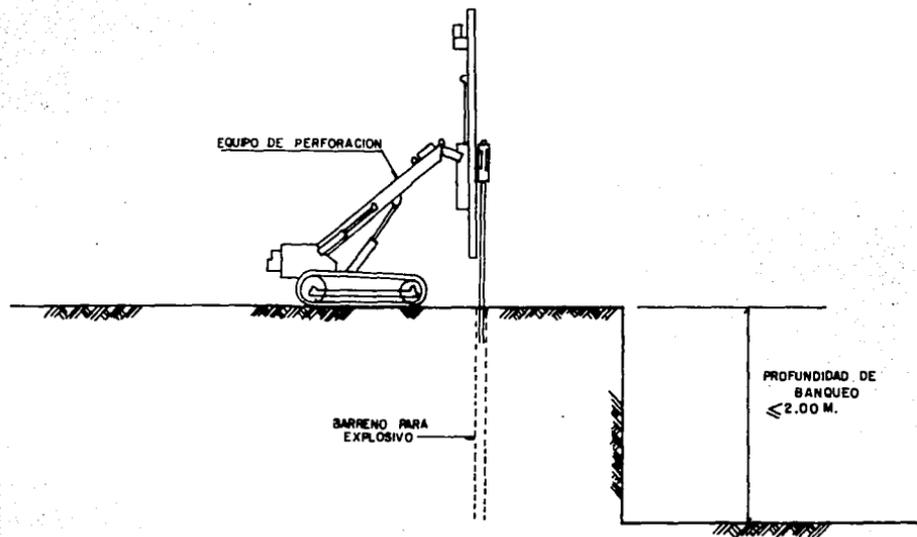


FIG. 2.2.1

EXCAVACION CON EQUIPO HIDRAULICO

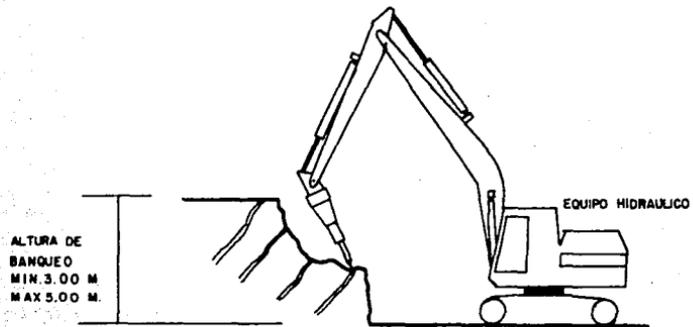


FIG. 2.2.2

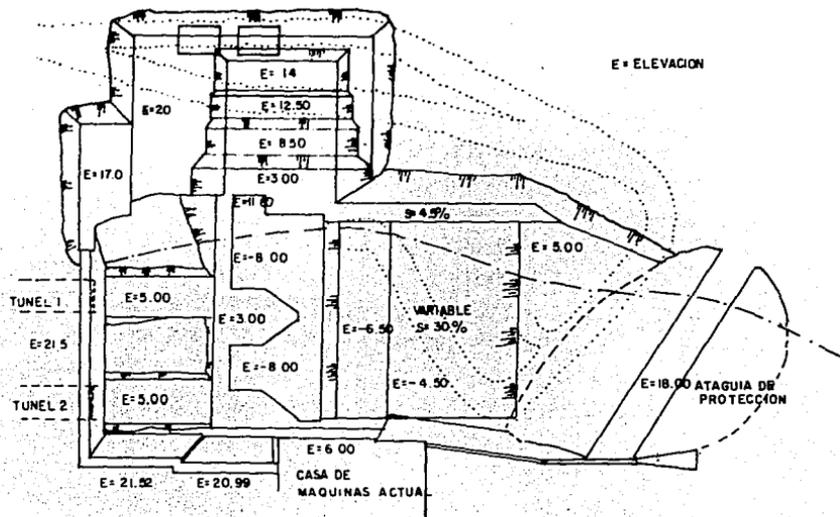


FIG. 2.2.3

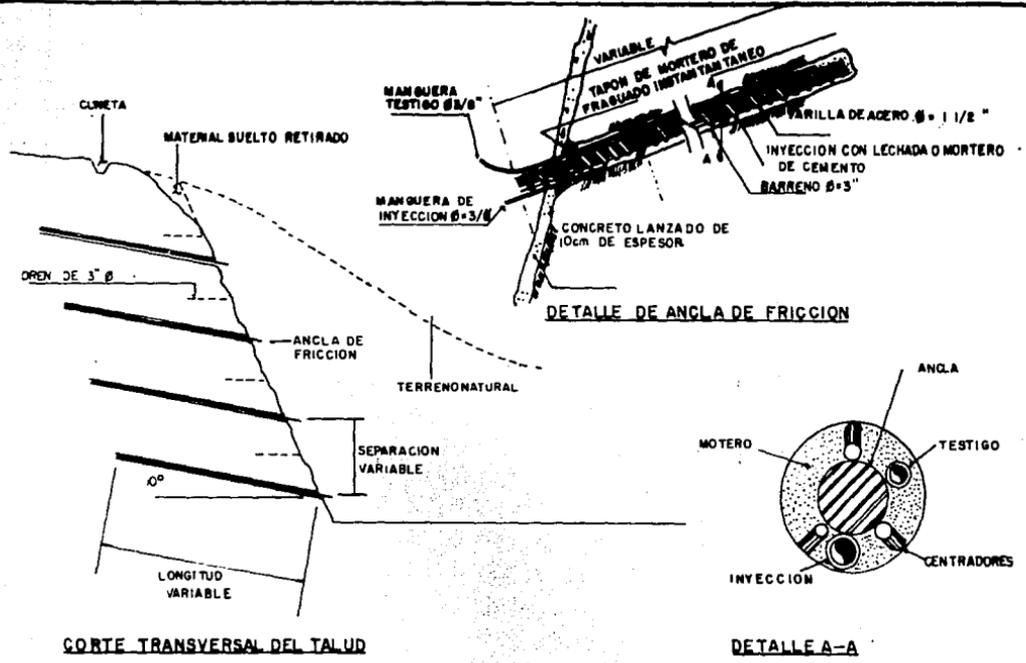


FIG. 2.2.4

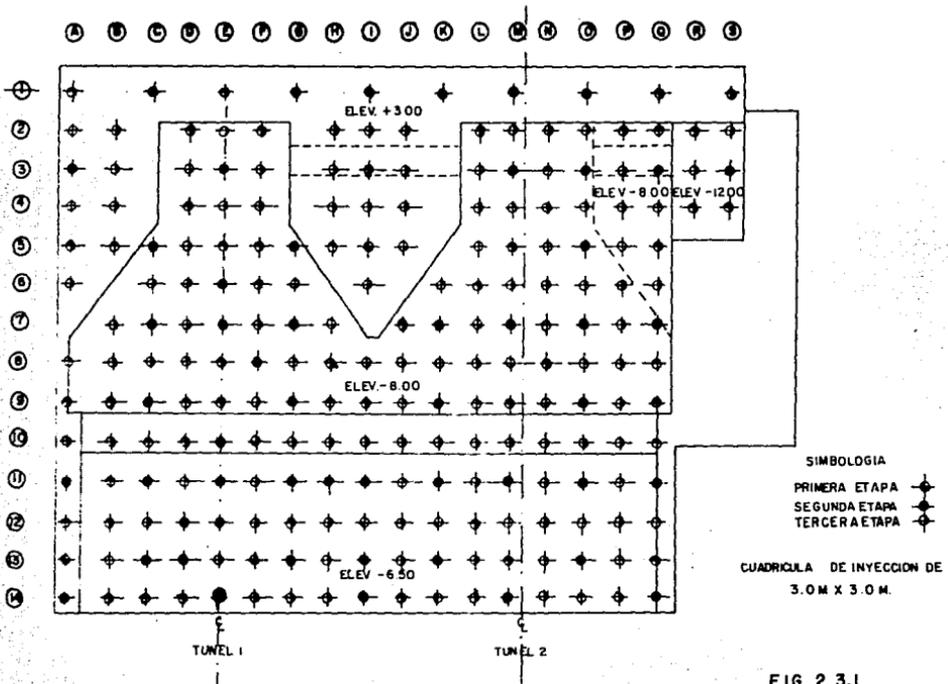


FIG. 2.3.1

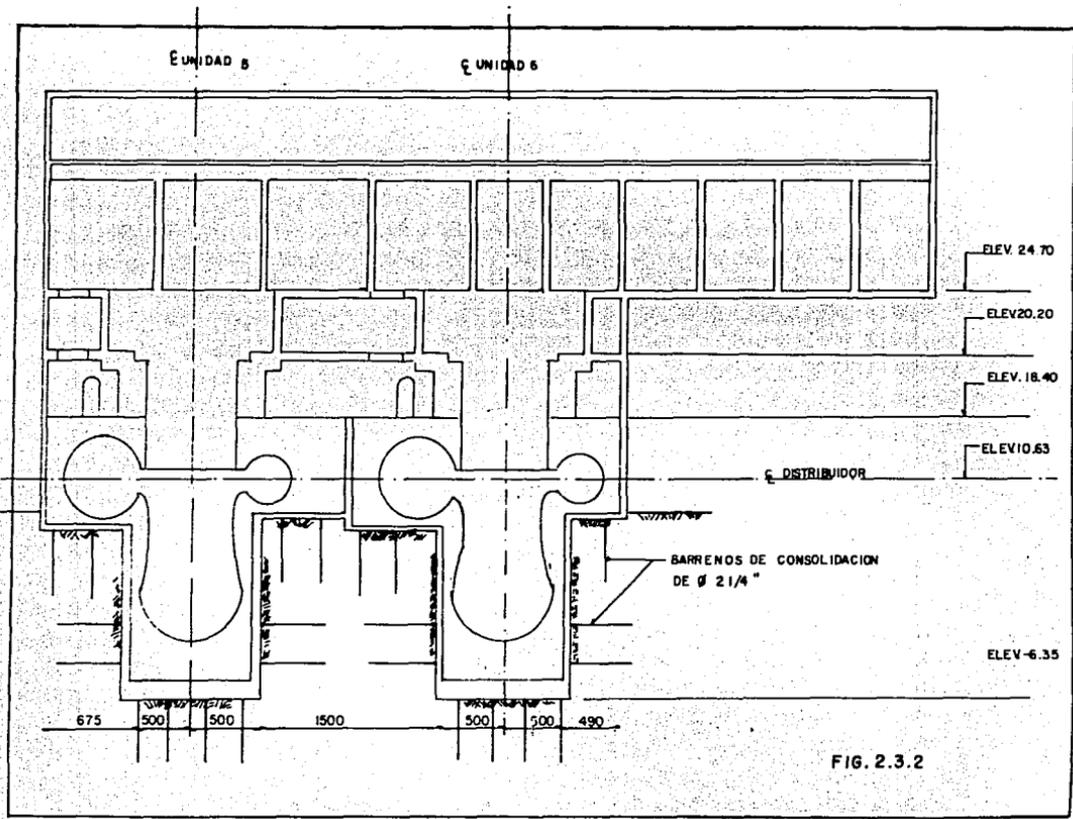


FIG. 2.3.2

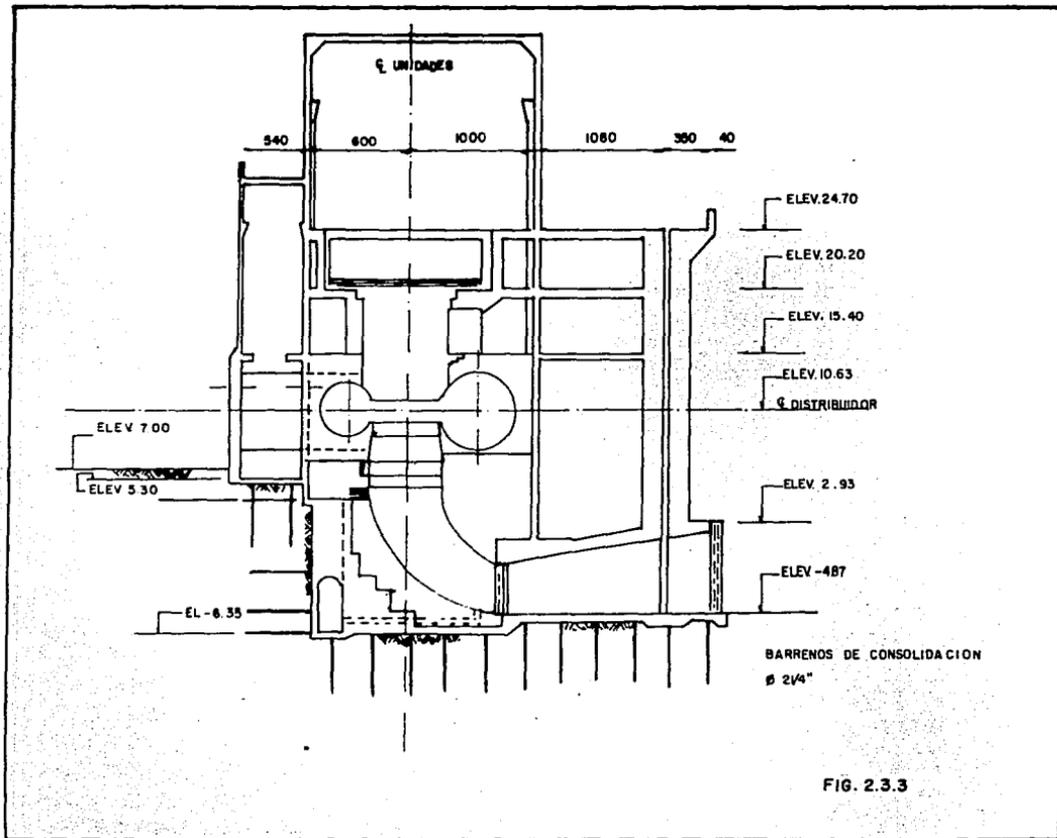


FIG. 2.3.3

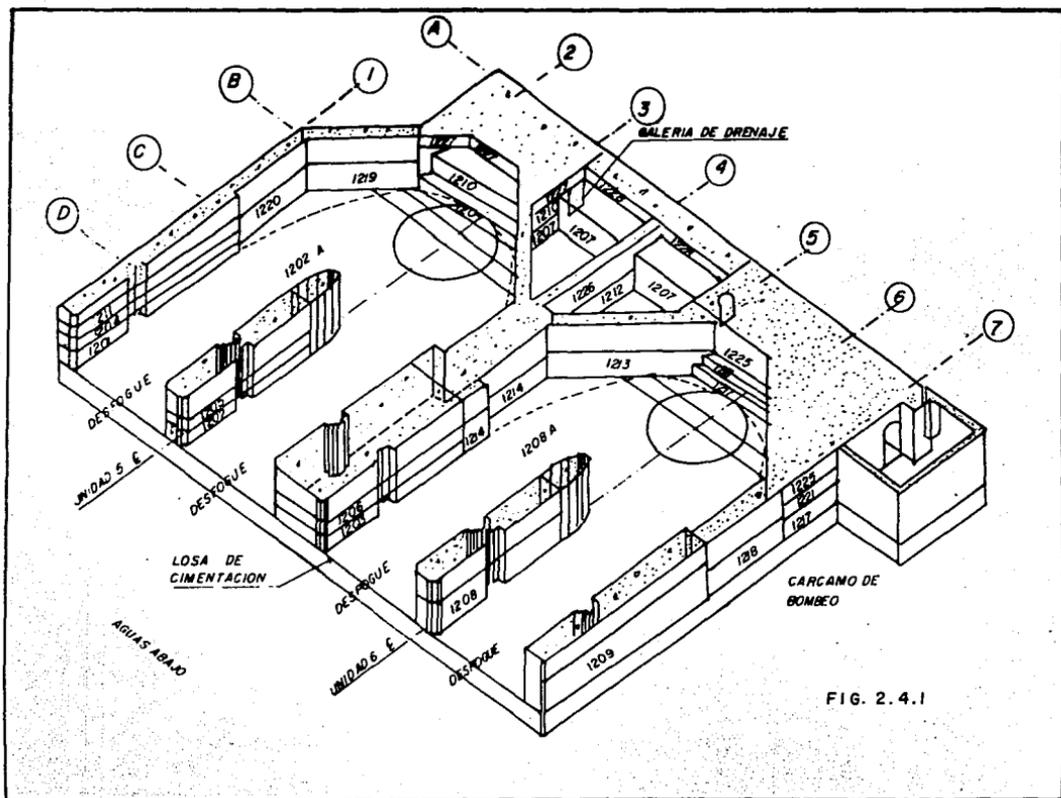


FIG. 2.4.1

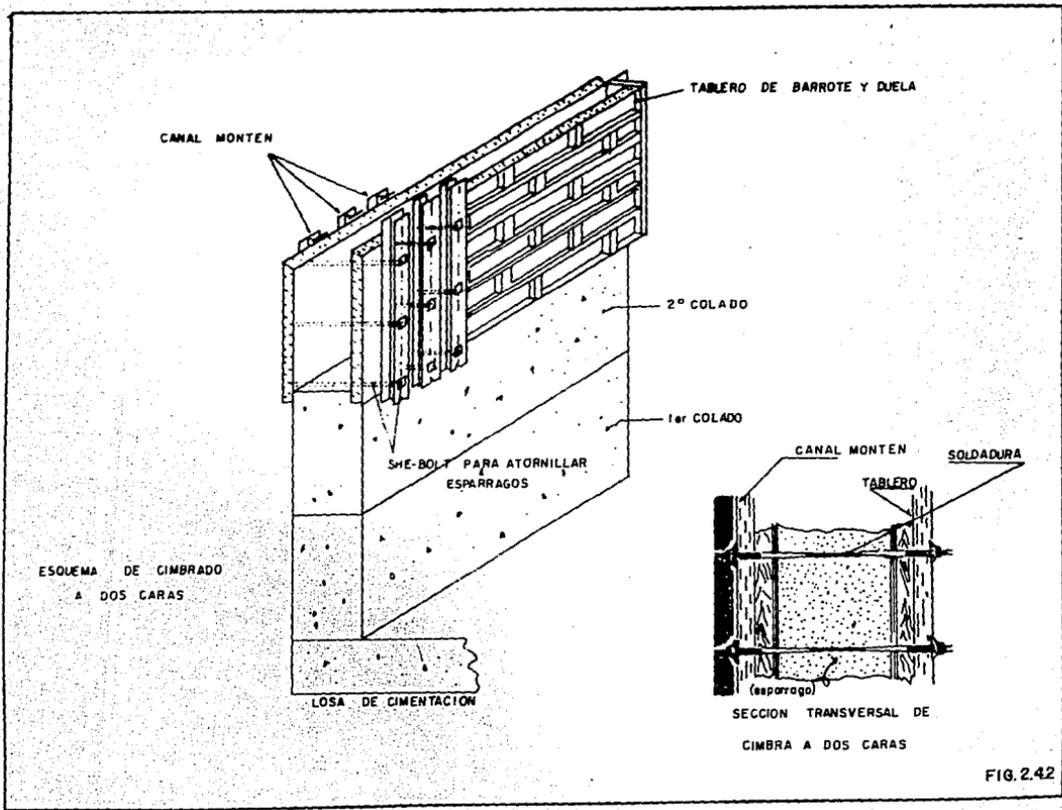


FIG. 2.42

09

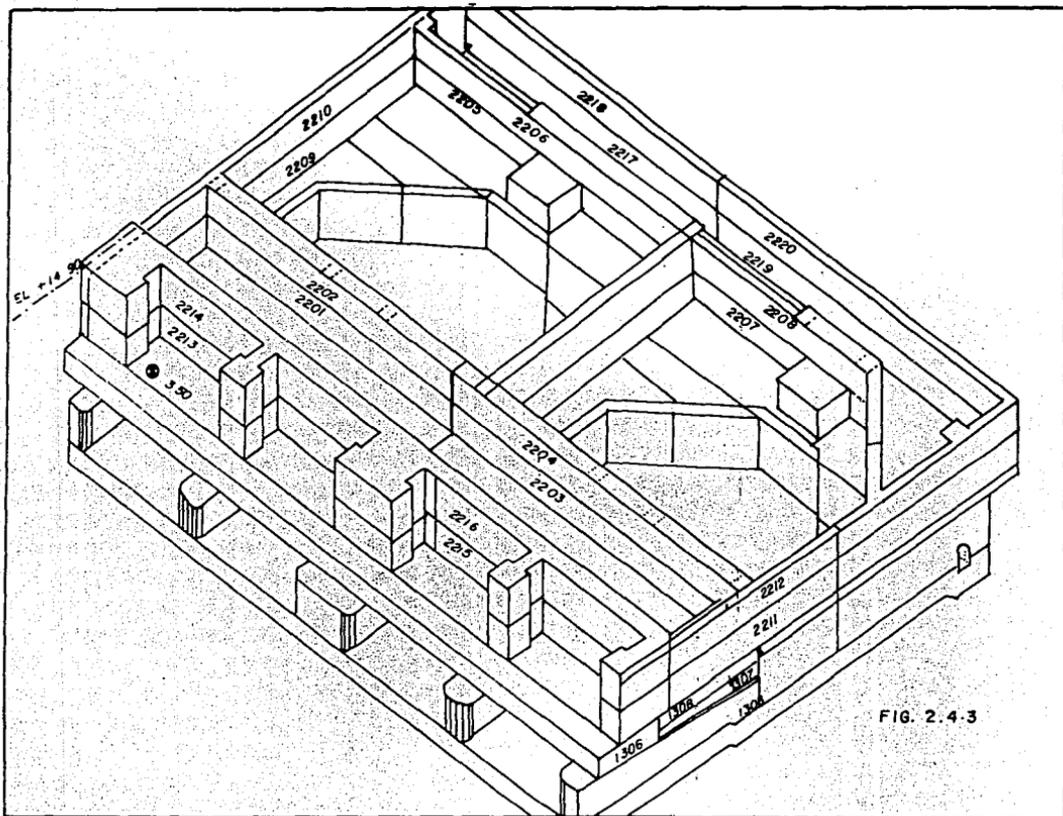
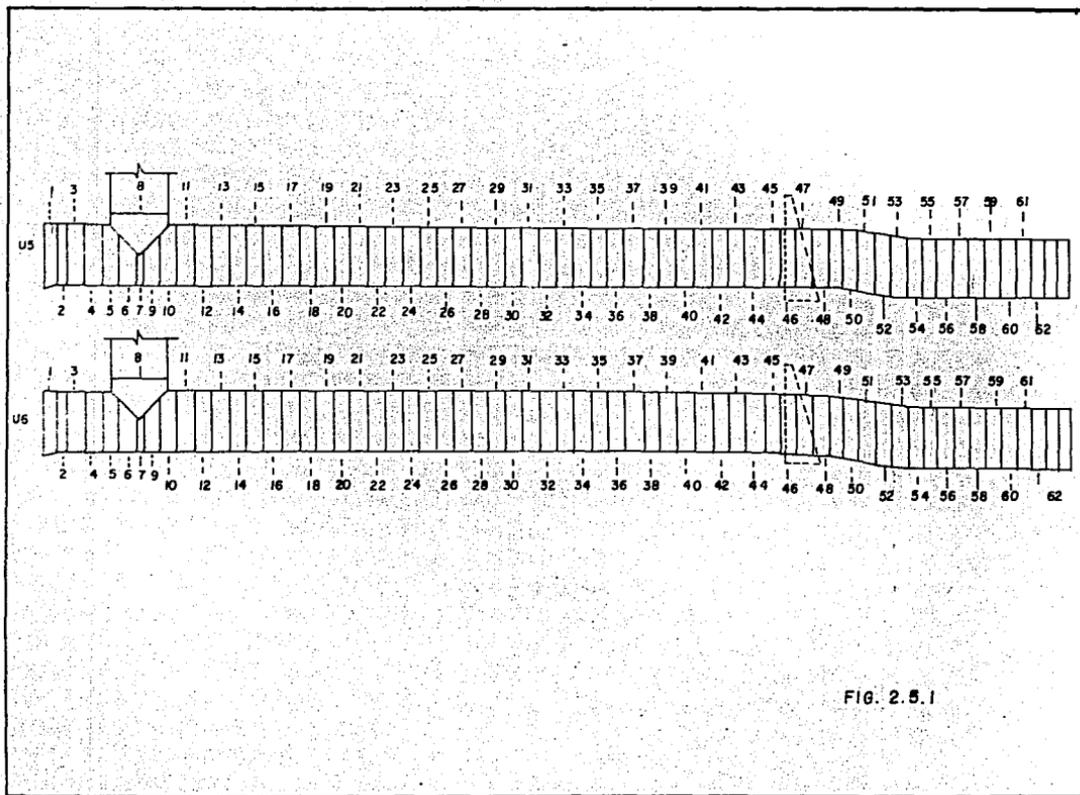
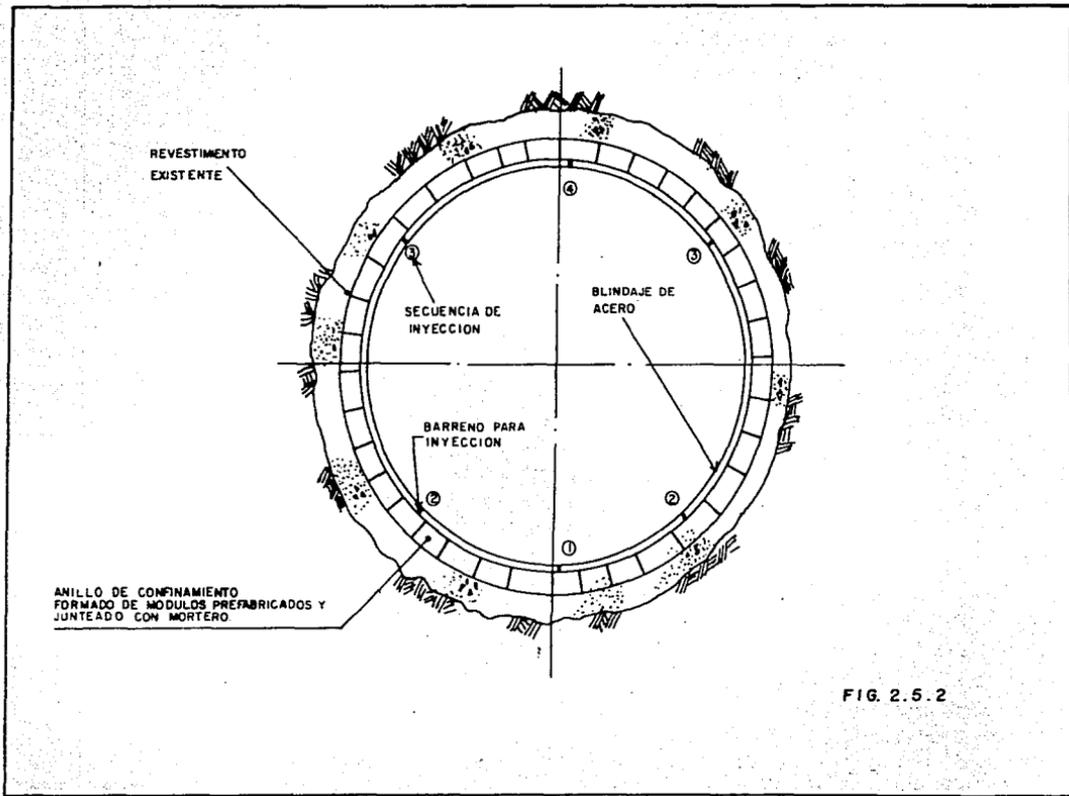


FIG. 2.4-3





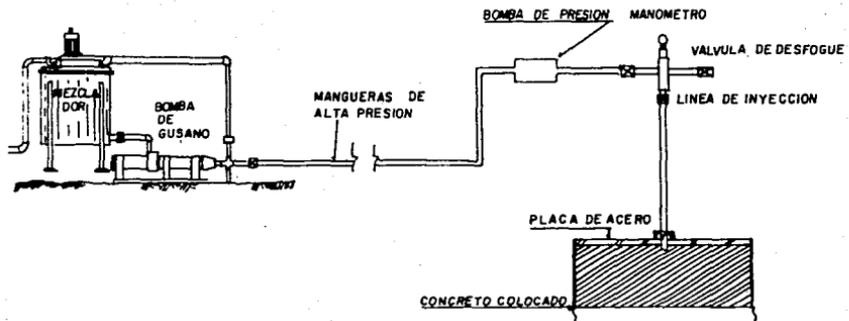


FIG. 2.5.3

h9

TEMA 3: SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

3.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA.

Definición de Aseguramiento de Calidad

De acuerdo a diferentes normas de calidad aplicables, el Aseguramiento de Calidad se define como: "Todas aquellas acciones sistemáticas y planeadas, necesarias para obtener una confianza razonable de que todos los materiales, componentes, equipos o sistemas se comportarán satisfactoriamente durante el servicio".

Beneficios de la aplicación del Aseguramiento de Calidad.

La aplicación de un programa de Aseguramiento de Calidad es el medio a través del cual, la Gerencia o propietario de la empresa/proyecto, obtendrá la confianza necesaria de que la instalación operará satisfactoriamente y de acuerdo con los requisitos especificados, durante toda la vida útil prevista.

Es por lo anterior que la calidad debe asegurarse desde la fase de diseño hasta la correcta implantación de los principios que constituyen el Aseguramiento de Calidad."

Si un sistema de calidad es implantado adecuadamente, contribuirá a aumentar la confiabilidad de la instalación, reducirá los costos de la construcción y posteriormente los de operación, aumenta la seguridad de la instalación y aumentará la disponibilidad de la instalación al no tener que suspender su operación por problemas de fallas de seguridad.

Ventajas

- Aumenta la confiabilidad
- Se reducen los costos de construcción y operación
- Aumenta la seguridad
- Aumenta la disponibilidad de la instalación

3.2 REQUISITOS DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

El sistema de Aseguramiento de Calidad debe estar documentado de tal forma que garantice que el bien o servicio producido cumple con los requisitos establecidos previamente por los clientes.

El sistema debe de estar de acuerdo con el plan y programa de actividades a efectuar durante cualquier etapa de diseño, construcción y operación.

El sistema debe establecer medidas para asegurar la correcta identificación y cumplimiento de los requisitos establecidos en códigos, normas, especificaciones o prácticas de ingeniería reconocidos y apropiados.

Se debe definir y documentar la estructura organizacional, dentro de la cual, se implantará el sistema de Calidad, así como el alcance de sus responsabilidades y nivel de autoridad de las personas u organizaciones involucradas.

Se debe identificar los elementos o servicios a los que se les aplicará el sistema de Aseguramiento de Calidad o cualquier otro requerimiento aplicable.

Por la importancia, en cuanto a seguridad, confiabilidad o funcionamiento de los elementos, equipos o servicios dentro de un sistema, podrán usarse diversos métodos y niveles de control y verificación para asegurar una adecuada calidad. Independientemente de los niveles o métodos empleados, se debe establecer un Sistema de Calidad de acuerdo a códigos, normas o cualquier documento aplicable. Algunos factores que deben ser considerados para definir los métodos y niveles de calidad son:

- La consecuencia de un mal funcionamiento o falla de un elemento.
- La complejidad de diseño o fabricación, o que el elemento sea muy especial.
- La necesidad de control y supervisión especial sobre procesos y equipos.
- El grado en que pueda demostrarse, por medio de inspección o pruebas, el cumplimiento funcional.
- La historia de calidad y grado de normalización del elemento o equipo.
- El grado de dificultad para su reparación o reemplazo.

El sistema debe establecer medidas para asegurar que las actividades que afectan a la calidad de los elementos o servicios, están descritas en documentos controlados y que éstas son realizadas de acuerdo a dibujos, instrucciones o procedimientos escritos y aprobados.

El sistema debe establecer y mantener un plan y programa de acondicionamiento y entrenamiento para el personal que efectúa actividades relacionadas con la calidad.

El sistema debe asegurar que las actividades que afectan la calidad, se realicen bajo condiciones debidamente controladas; tales condiciones incluyen el uso de equipo apropiado, condiciones ambientales óptimas para cada actividad y que han sido satisfechos los requisitos previos a la actividad a desarrollar.

El sistema de calidad debe ser revisado periódicamente por los niveles superiores de la organización, para verificar la adecuación y grado de aplicación de las partes que son responsables.

El sistema de Aseguramiento de Calidad aplicado al Proyecto Hidroeléctrico Ampliación Temascal está integrado por:

- Un Plan de Calidad,
- Un Plan de Inspección y Pruebas y
- Procedimientos.

El objetivo fundamental del Plan de Calidad es implantar el Aseguramiento de la calidad en el proyecto orientado a alcanzar la calidad de lo realizado, satisfaciendo las necesidades del cliente.

3.2.1 ORGANIZACIÓN.

Se deben estipular y describir claramente por escrito, la autoridad y las obligaciones de las personas que realicen actividades que afecten las funciones relacionadas con la seguridad de estructuras, sistemas y componentes. Estas actividades incluyen tanto el desempeño de funciones que permiten alcanzar los objetivos y las funciones de Calidad. Estas últimas consisten en:

- a) Asegurarse que se establezca y ejecute eficazmente un programa apropiado de Calidad.
- b) Verificar mediante comprobaciones, auditorías e inspecciones, que se realicen correctamente las actividades que afecten las funciones relacionadas con la seguridad.

Para desarrollar y cumplir las distintas Políticas del Plan de Calidad, la Gerencia del Proyecto cuenta con una Organización establecida.

Los objetivos de Aseguramiento de la Calidad correspondientes a cada una de estas Políticas, se cumplen mediante la participación coordinada de los diversos departamentos y de la propia Gerencia del Proyecto, desde los más altos niveles del P.H. Ampliación Temascal hasta el de los trabajadores que realizan labores que afectan la Calidad de las actividades.

A continuación se describe la organización del Proyecto (Ver organigrama al final de este tema), la cual desarrolla actividades relacionadas con el Aseguramiento de la Calidad; así mismo, se describen sus funciones y responsabilidades.

Responsabilidades.

El Gerente del Proyecto es responsable de la dirección, control y coordinación de la ejecución del P.H. Ampliación Temascal.

El Superintendente General de Construcción es responsable de que las áreas de construcción realicen los trabajos empleando procedimientos y planos aprobados, así mismo, dá las facilidades para que se realicen en sus áreas las auditorías internas y externas que el Sistema de Calidad requiera.

El Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto se realiza apoyándose en una organización, la cual depende funcionalmente de la Coordinación de Aseguramiento de la Calidad y operativamente de la Gerencia del Proyecto.

La Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto, es responsable de implantar el Sistema en el mismo y representar al Proyecto en todo lo relacionado con Calidad, asimismo, debe propiciar el desarrollo constante de la Calidad en el Proyecto, y cuenta con la libertad organizacional y autoridad necesarias para decidir qué medidas preventivas han de tomarse a fin de evitar situaciones no conformes en las actividades del Proyecto.

La Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto cuenta con cinco Jefaturas, las cuales se instalan según el alcance de las actividades a desempeñar.

- a) Jefatura de Control de Documentos.
- b) Jefatura de Aseguramiento de la calidad.
- c) Jefatura de Aseguramiento de la calidad en Ingeniería.
- d) Jefatura de Control de Calidad, Obra Civil.
- e) Jefatura de Control de Calidad, Electromecánica

La **Jefatura de Control de Documentos** es responsable en el Proyecto de controlar los planos, hojas de modificación de diseño, procedimientos de trabajo y especificaciones de contrato, Manuales de Calidad, Planes de Inspección y Prueba, evaluación de Subcontratistas, certificados de materiales, calificación de personal, reportes de no conformidad y reportes de auditoría. Se encarga de la distribución controlada para asegurarse de que se use siempre la última revisión aprobada de todos los documentos aplicables a las actividades.

La **Jefatura de Aseguramiento de la Calidad** es responsable, de efectuar monitoreos de calidad a las actividades del Proyecto al alcance del Manual de Aseguramiento de Calidad, y manejar el control de registros y el control de las no conformidades. Además, atiende, responde y da seguimiento a las auditorías internas o a las aplicadas por organizaciones externas.

La Jefatura de Aseguramiento de la Calidad en Ingeniería es responsable de verificar el cumplimiento de los procedimientos de diseño aplicables al proyecto, así como la aplicación de la verificación de diseño y la producción de los registros de calidad correspondientes, atiende, responde y dá seguimiento a las Auditorías internas o a las aplicadas por organizaciones externas.

Las Jefaturas de Control de Calidad de la Disciplinas Civil y Electromecánica son responsables de verificar e inspeccionar las actividades de, Procuración y Construcción de la disciplina aplicable para certificar su conformidad con los planos y procedimientos. Dichas Jefaturas deben contar con el personal de inspección que requieran de acuerdo con las necesidades del Proyecto.

3.2.2 SERVICIOS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

La Coordinación de Aseguramiento de la Calidad, en coordinación con la Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto, han establecido el Programa de Auditorías Internas aplicables al Proyecto.

La Coordinación de Aseguramiento de la Calidad audita con la regularidad necesaria la implantación del Plan de Calidad del Proyecto.

La Coordinación de Aseguramiento de la Calidad, conjuntamente con la Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto, establece índices para medir eficiencias y mantener un proceso de evaluación de la efectividad del Plan de Calidad en el Proyecto.

La Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad lleva a cabo la implantación del Sistema de Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto conjuntamente con la Coordinación de Aseguramiento de la Calidad.

La Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto realiza evaluaciones a subcontratistas conforme a los criterios de Calidad requeridos.

3.2.3 POLÍTICAS ESPECIFICAS APLICABLES AL PROYECTO.

La Gerencia del proyecto aplica su Sistema de Aseguramiento de la Calidad en las actividades que le son encomendadas, mediante el establecimiento formal de su Sistema de Calidad y la aplicación sistemática de las Políticas Especificas aplicables al Proyecto y que a continuación se describen:

Revisión del Contrato.

El Gerente de Proyecto es responsable de los aspectos técnicos y se asegura que los requisitos contractuales sean cumplidos asignando recursos.

El Gerente de Proyecto, verifica que se cumpla con los compromisos de contrato y con los adquiridos en juntas y reuniones con el cliente.

Control de Diseño.

La Jefatura de Proyecto de Ingeniería, establece y mantiene actualizados los procedimientos para controlar y verificar que el diseño asegure el cumplimiento de los requisitos del cliente.

Los diseños se documentan por medio de: criterios de diseño, memorias de cálculo, planos, especificaciones. Dichos documentos deben:

- a) Satisfacer los requisitos establecidos en el contrato con el cliente.
- b) Cumplir los códigos y reglamentos específicos.
- c) Satisfacer los requisitos de las bases de diseño.

Para los cambios de diseño se solicita la aprobación del Supervisor de Disciplina, emitiendo documentos como:

-Reporte de No Conformidad si se refiere a una desviación involuntaria al tratar de cumplir con los requisitos de diseño.

Control de Documentos.

El Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto cuenta con personal que se asegura de que:

La última revisión de todos los documentos está disponible en todos los lugares donde se aplica y al alcance del personal que requiera utilizarlos.

La Jefatura de Control de Documentos del Proyecto distribuye la documentación controlada a los usuarios de acuerdo con una lista de distribución. Los documentos controlados llevan el sello de "copia controlada", y los que se proporcionan con carácter informativo llevan el sello "sólo para Información".

Esta misma Jefatura retira oportunamente de todos los puntos de distribución, los documentos obsoletos o cancelados.

Para evitar el uso de Información obsoleta o cancelada se lleva un registro actualizado de los documentos, en el que se identifica el número de revisión.

Los documentos que se manejan con este sistema son, entre otros:

- a) Plan de Calidad del Proyecto.
- b) Manual de Procedimientos Operativos.
- c) Planos, hojas de modificación.
- d) Especificaciones.
- e) Registros de calificación de personal y procedimientos de procesos especiales.
- f) Evaluaciones a Subcontratistas.
- g) Contrato: convenios, apéndices.

Procuración.

Para la evaluación y selección de proveedores y subcontratistas se comprobó que contarán con un Sistema de Aseguramiento de la Calidad y con capacidad demostrada para cumplir con todos los requisitos de las especificaciones, dibujos y requerimientos establecidos en las ordenes de compra o subcontratos.

Para evaluar la capacidad del proveedor o subcontratista se recurrió a lo siguiente:

- a) Evaluación en sitio de la capacidad del proveedor o subcontratista.
- b) Evaluación del Sistema de Calidad del proveedor o subcontratista.
- c) Inspección de materiales o equipo.
- d) Experiencia histórica con suministros o subcontratos similares.
- e) Referencia escrita de otros usuarios.
- f) Certificación del Sistema de Calidad por terceras partes autorizadas.

Productos Proporcionados por Terceros.

La Gerencia del Proyecto cuenta con procedimientos para la verificación, almacenamiento y servicio a los equipos y materiales proporcionados por terceros para incorporarlos al proceso.

Identificación y Rastreabilidad.

Se hace la identificación y control de los equipos y materiales desde su recepción hasta su montaje, instalación y uso, con la finalidad de prevenir el uso sin control de aquellos no conformes.

Control de Procesos.

Se cuenta en el Proyecto con procedimientos para asegurar que las actividades se llevan a cabo en condiciones controladas.

Los procedimientos para el control de procesos en el Proyecto están basados en las normas, códigos y especificaciones, aplicables a las actividades que se van a ejecutar.

Procesos Especiales.

Los Procesos Especiales requeridos en las actividades del Proyecto se llevan a cabo en condiciones controladas, bajo procedimientos y con personal calificado de acuerdo con los requisitos establecidos en los códigos y normas aplicables.

Las soldaduras, los exámenes no destructivos, los tratamientos térmicos y los recubrimientos anticorrosivos, son Procesos Especiales que se ejecutan de acuerdo con requisitos de norma y se les presta especial atención para evitar inconsistencia en su ejecución.

En los Procesos Especiales se cuidan aspectos tales como: contar con procedimiento calificados, calibración de equipos, calificación de personal, almacenamiento y manejo correcto de materiales.

Inspección y Pruebas.

Los inspectores de Control de Calidad en el Proyecto, realizan inspecciones y pruebas para comprobar que las actividades se ejecutan conforme a los procedimientos aplicables.

Cuando un Inspector de Control de Calidad encuentra que una actividad en proceso en el Proyecto presenta desviaciones a los requisitos de Calidad establecidos en los procedimientos, de inmediato elabora una no conformidad para promover una acción correctiva, evitando así que continúe el trabajo cuya Calidad es dudosa.

Equipo de Inspección, Medición y Prueba.

Los equipos de medición, ya sean propios o ajenos, se verifican y calibrarán para demostrar su conformidad y precisión requeridas.

Se identifican el equipo y su estado de calibración, por medio de etiquetas, marcas o el certificado correspondiente, y se establece un control que evite el uso del equipo después de la fecha indicada, si no ha sido calibrado.

En el Proyecto se cuenta con un programa de verificación de la calibración y ajuste para los diferentes tipos de equipos, basándose en normas reconocidas o recomendaciones del fabricante.

Se tiene además procedimientos de calibración, incluyendo la información del equipo, número de identificación, localización, frecuencia de verificación, métodos de verificación, criterios de aceptación y las acciones que deben efectuarse cuando los resultados no son satisfactorios.

Estado de Inspección y Prueba.

El estado de la inspección y prueba se identifica mediante el uso de etiquetas, marcas, registros de inspección, ubicación física señalizada o cualquier otro medio adecuado, el cual indique la conformidad o no conformidad de la actividad, material o servicio, derivada de las inspecciones y pruebas efectuadas.

La identificación del estado de inspección y prueba debe mantenerse durante todo el proceso de Ingeniería y Construcción, para asegurarse de que sólo se instale un material que ha pasado satisfactoriamente los requisitos de inspección y prueba.

Control de No Conformidades.

Las actividades del Proyecto no conformes se identifican por medio de tarjetas rojas y se suspenden los trabajos para aclaración por Control de Calidad, documentándolas en un reporte de no conformidad y notificando el caso a los responsables.

Cuando en el Proyecto, una actividad no conforme se repara o se retrabaja, este proceso debe de cumplir con la disposición escrita para tal fin, y es inspeccionado y liberado por personal de Control de Calidad.

Acciones Correctivas.

Se analizan las no conformidades detectadas en las actividades del Proyecto, así como las desviaciones encontradas en las auditorías, para identificar las causas que las están provocando y generar las acciones correctivas y preventivas a fin de evitar que se repitan.

Los resultados de estos análisis se informan a las áreas con mayores problemas y se acuerdan compromisos formales para su pronta solución. El aviso se efectúa en juntas convocadas para tal fin, o por comunicación escrita.

El criterio a seguir en la atención a las acciones correctivas es el de:

- a) Identificar y analizar con profundidad las causas de no conformidad y desviaciones, para evitar su repetición.
- b) Analizar los procesos, métodos de trabajo, reportes de no conformidad, registros de Calidad y quejas del cliente, con el fin de detectar y eliminar las causas potenciales de otras no conformidades.
- c) Aplicar las acciones correctivas, de remedio y preventivas al nivel que corresponda.
- d) Asegurarse de que se apliquen y se hagan efectivas las acciones correctivas.
- e) Hacer los cambios en los procedimientos cuando sea necesario como resultado de una acción correctiva.

Las no conformidades y desviaciones detectadas en auditorías internas y externas deben ser atendidas y solucionadas lo antes posible, prestando atención a su difusión en las organizaciones afectadas.

Manejo, Almacenamiento y Entrega.

Para prevenir que por descuido o mal manejo se dañen materiales y equipos importantes para el Proyecto, las maniobras de carga y descarga se deben ejecutar con equipo y personal adecuado para evitar daños a los mismos.

El Superintendente General de Construcción en el Proyecto, conjuntamente con el Superintendente de Aseguramiento de la Calidad y con personal de Almacén, hacen un recorrido por los almacenes una vez al mes, para verificar las condiciones de almacenamiento y actuar en consecuencia.

Todos los trabajos del Proyecto terminados y liberados por Control de Calidad son protegidos contra daños por terceros hasta la entrega final del mismo.

Registros de Calidad.

Se generan en el Proyecto los registros necesarios para demostrar que todos los requisitos aplicables de Aseguramiento de la Calidad han sido realizados.

Los registros de inspección generados en el Proyecto se deben revisar, conformar y agrupar en los paquetes apropiados, y verificar que estén completos y sin faltantes antes de su transmisión al receptor final.

Como Registros de Calidad se incluyen, entre otros:

- a) Los reportes de Auditorías de Calidad.
- b) Los reportes de la revisión del Sistema de Calidad hechos por la Coordinación de Aseguramiento de la Calidad, la Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto y por otras organizaciones reguladoras y la corrección de las desviaciones encontradas.
- c) Los reportes correspondientes a la revisión del Plan de Calidad del Proyecto.
- d) Los registros de las verificaciones, inspecciones y pruebas de las actividades del Proyecto, requeridas por procedimientos.

Auditorías Internas de Calidad.

Para revisar el funcionamiento del Sistema de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto, la Coordinación de Aseguramiento de la Calidad realiza bajo un Programa establecido auditorías internas al Proyecto.

Las auditorías internas son realizadas por la Coordinación de Aseguramiento de la Calidad a cualquier fase de trabajo o actividad del Proyecto de cualquier área dependiente de la Gerencia del Proyecto.

Los resultados de las auditorías son comunicados al más alto nivel ejecutivo de las áreas auditadas en el Proyecto.

Capacitación y Entrenamiento.

El personal dependiente del Proyecto Temascal, es informado y capacitado en el conocimiento del Sistema de Aseguramiento de la Calidad. Esta labor la realiza la Gerencia del Proyecto a través de la Coordinación de Capacitación conjuntamente con la Superintendencia de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto.

El personal que realiza actividades de inspección u operación, de procesos especiales o algún otro proceso relacionado con el Sistema de Calidad está capacitado de acuerdo con la normativa aplicable de la actividad a desarrollar.

La capacitación e Información sobre estos temas es formal dando a conocer a los niveles directivos y ejecutivos la normativa y las políticas de Calidad, y al personal operativo enfocarlo sobre los aspectos prácticos del Sistema de Calidad.

Servicio de Garantía al Cliente.

Se cuenta en el Proyecto con procedimientos para proporcionar los servicios de garantía al cliente.

Técnicas Estadísticas.

En el Proyecto, se analizan por todas las organizaciones los problemas que afectan la Calidad y, mediante el uso de técnicas estadísticas se establecen índices que ayudan a detectar las causas, para prevenir su repetición.

3.3 AUDITORIAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

La AUDITORÍA es una actividad planeada, documentada y desarrollada de acuerdo con procedimientos escritos y listas de verificación, para determinar mediante investigación, examen y evaluación de evidencias objetivas que los elementos aplicables del programa de Aseguramiento de Calidad han sido desarrollados, documentados y efectivamente ejecutados de acuerdo con los requisitos especificados.

El establecimiento e implantación de un sistema de auditoría de Aseguramiento de Calidad se considera una parte significativa del programa.

El sistema de auditorías es la medida que sirve de control para asegurar que los requisitos están cumpliendo con el Diseño, Construcción y Operación establecidos.

Antes de empezar a prepararse para desarrollar auditorías de Aseguramiento de Calidad es conveniente entender perfectamente el porque de las auditorías deben llevarse a cabo, que es lo que la originó y el tipo de planes que deben seguirse.

Las auditorías de Aseguramiento de Calidad son un requisito de los mismos criterios establecidos en el programa, por lo que podemos decir que un sistema de auditorías debe ser establecido para verificar el cumplimiento del programa.

Para implantar efectivamente un programa de auditorías de Aseguramiento de Calidad, es necesario que estén claramente establecidos y documentados los requisitos de Aseguramiento de Calidad.

La realización de una auditoría cumple con un objetivo fundamental que es el de tener la seguridad que nuestro producto cumplirá con los requisitos pre-establecidos, sin embargo las razones inmediatas para el desarrollo de auditorías son en un momento dado la búsqueda de respuestas de la Gerencia a dudas sobre cómo está trabajando una determinada área de la gerencia o cómo está trabajando un contratista o que grado de confiabilidad tiene un producto que estamos comprando.

3.3.1 OBJETIVOS FUNDAMENTALES DE UNA AUDITORÍA.

Los objetivos fundamentales que se buscan a través de la realización de una auditoría son los siguientes:

- a) Verificar que un programa de Aseguramiento de Calidad ha sido desarrollado y debidamente documentado de acuerdo a los requisitos establecidos.
- b) Verificar por examen y evaluación de evidencias objetivas, que el programa de Calidad documentado, está siendo implementado apropiadamente.
- c) Evaluar la efectividad del sistema.
- d) Identificar las inconformidades y deficiencias del Sistema.
- e) Verificar las acciones correctivas, tomadas para corregir las deficiencias e inconformidades del sistema.

3.3.2 TIPOS DE AUDITORIAS.

De acuerdo con los objetivos mencionados anteriormente, las auditorías se pueden clasificar en dos tipos:

a) Auditorías internas

Son aquellas auditorías desarrolladas para evaluar uno o más de los elementos de un sistema de Aseguramiento de Calidad aplicables a una organización que trabaja bajo nuestro mismo sistema.

Estas auditorías serán realizadas por personal que no tenga ninguna responsabilidad en el área auditada.

b) Auditorías Externas.

Son las auditorías en las cuales la organización o entidad auditada trabaja bajo un sistema de Aseguramiento de Calidad diferente al del grupo auditor.

Normalmente estas auditorías son aplicadas a proveedores de bienes o servicios y son aplicados en sus propias instalaciones.

3.4 ANÁLISIS DE VENTAJAS DE CONTAR CON SISTEMAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y SU IMPACTO EN LA RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

3.4.1 CONCEPTO DE LA VIGA DE EQUILIBRIO

Existen tres objetivos básicos de toda empresa:

- a) Generar utilidades y operar eficientemente
- b) Producir bienes y servicios para satisfacer un mercado determinado
- c) Permanencia.

Para cerciorarse del logro de los objetivos se debe tener la posibilidad de medir las acciones a tomar, por lo que se manejarán cuatro parámetros principales que permitan dichas decisiones:

- a) Volumen de producción
- b) calidad
- c) costos y
- d) Plazos de entrega

Con lo anterior podemos establecer una analogía que resulta muy útil para aplicar los resultados de la medición de los parámetros anteriores a la comprobación del logro de los objetivos fundamentales; dicha analogía resulta de comparar al sistema productivo de una empresa con una "viga de equilibrio"

Al volumen de producción y calidad se les puede considerar con el signo positivo puesto que es deseable incrementarlos al nivel adecuado mientras que a los costos y los plazos de entrega los consideramos negativos, ya que se desea reducirlos; los parámetros a incrementar son el volumen de producción y la calidad y los parámetros a disminuir son los costos y el plazo de entrega. Estos parámetros dentro de una empresa pueden variar y de hecho así sucede en función de las condiciones que prevalezcan; sin embargo, para ejemplificar lo aquí presentado, podemos englobarlos de acuerdo con lo expuesto en la figura 3.1.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA,

3.4.2 SISTEMA PRODUCTIVO ASCENDENTE

A partir de lo anterior se puede ver que cuando en alguna empresa se toman decisiones adecuadas, encaminadas a la productividad y, por lo tanto, la categoría de calidad y el volumen se acercan a lo óptimo requerido, es decir, se incrementan, entonces en el mismo sentido se puede decir que se tiene un sistema productivo ascendente, como lo muestra la figura 3.2.

3.4.3 SISTEMA PRODUCTIVO DESCENDENTE

Pero también, tristemente sucede con frecuencia lo contrario, es decir, que la empresa tome medidas equivocadas o que simplemente no las tome y la propia dinámica de la empresa la lleve a un decremento de la productividad; lo que sucede se ilustra en la figura 3.3

3.4.4 SISTEMA PRODUCTIVO APARENTE (EVOLUCIÓN MOMENTÁNEA AL DISMINUIR LA CALIDAD)

Se verá ahora que sucede cuando cualquiera de los cuatro parámetros ha disminuido individualmente en forma arbitraria, como puede ser el caso en que se tomen decisiones equivocadas, mal pensadas o con visión a corto plazo con respecto a la calidad.

Generalmente cuando una empresa está en crisis y tiene que decidir entre afectar el volumen de producción o bien los plazos de entrega y la calidad; por lo regular lo primero que se sacrifica es la calidad; pero cuando se hace, lo que representa una cantidad importante de casos, se está actuando solamente con una visión a corto plazo olvidándose de las repercusiones en el futuro inmediato. Lo que ocurre es lo siguiente, se decide aceptar los productos como están, pretendiendo con esto ignorar sus fallas y defectos, con lo que se perjudica la calidad del equipo al evitar el rechazo de entrega y pretender un aumento de volumen y una disminución del plazo de entrega y de los costos, con lo que momentáneamente se obtiene que el sistema productivo no se altere inclusive se incremente; lo que ocurre se representa en la figura 3.4.

3.4.5 SISTEMA PRODUCTIVO DE DESEQUILIBRIO.

Lo que en realidad sucede es que al afectar el nivel de calidad se están aceptando piezas y/o productos que no cumplen, los cuales, tarde o temprano impedirán continuar con el proceso de producción o, en el peor de los casos, serán detectados por quien adquiere el producto o fallarán en servicio, lo cual provocará rechazos, devoluciones, quejas, reparaciones, nuevos gastos de transporte, penalizaciones, gastos de servicios, etc., con lo que ni se logra un aumento de volumen, ni tampoco reducción del plazo de entrega o de los costos, sino que sucede exactamente lo contrario. Figura 3.5.

3.4.6 COSTOS DE CALIDAD.

¿Cómo medir lo que se gasta en calidad y como saber si estos gastos son concretos?. La respuesta a esta pregunta se da mediante la contabilización de las erogaciones efectuadas con respecto a la calidad, es decir, lo que se gasta en pago de inspectores, instrumentos de inspección, elaboración de procedimientos de inspección, rechazos, penalizaciones, etc., para lo cual se cuenta con el sistema de costos de calidad.

Todo lo que se pueda gastar respecto a la calidad se puede clasificar en cuatro categorías:

- A) COSTOS DE EVALUACIÓN
- B) COSTOS DE PREVENCIÓN
- C) COSTOS POR FALLAS Y PROBLEMAS INTERNOS.
- D) COSTOS POR FALLAS Y PROBLEMAS EXTERNOS.

A) Los COSTOS DE EVALUACIÓN son todos aquellos en los que se incurre por la acción de inspeccionar y probar lo que se está fabricando con el objeto de verificar el cumplimiento con los requisitos de calidad, dentro de estos se incluyen pagos a inspectores, gastos de inspección, pruebas, etc.

B) Los COSTOS DE PREVENCIÓN tienen relación con aquellos gastos que realizan con el fin de evitar que las cosas salgan mal, antes de tener que rechazarlas; dentro de éstos se incluyen los costos por revisión de diseños, evaluación y desarrollo de proveedores, control de documentos de compra, control de condiciones de manejo, almacenaje, empaque y embarque, etc.

c) Los COSTOS POR FALLAS Y PROBLEMAS INTERNOS son todos aquellos en los que se incurre porque los materiales, componentes y equipos fallan durante sus inspecciones o verificaciones en fábrica, antes de ser embarcados; dentro de los costos en los que se incurre por este concepto se encuentran rechazos, desperdicios, retrabajos, reinspecciones, materiales para reparación, etc.

D) LOS COSTOS POR FALLAS Y PROBLEMAS EXTERNOS tienen que ver con todos los gastos que ocasiona que un equipo falle una vez que se encuentra en las instalaciones del comprador, ejemplo de éstos: penalizaciones, gastos de servicio, gastos por atención de quejas, gastos de transportes para reparación en fábrica de lo dañado, gastos por materiales de reposición.

De los cuatro costos mencionados anteriormente, se ha observado que los costos por fallas internas ocupan un renglón importante que en muchos casos es crítico y, lo que es peor, muchas veces desconocido o mal ubicado; además, como consecuencia de los costos de falla existen otras pérdidas que, aunque no se pueden medir directamente como costos, representan dinero real de menos para la compañía; dentro de estas consecuencias se tiene por ejemplo, las pérdidas de imagen, la insatisfacción del comprador y los costos de calidad en los que incurre el propio comprador.

3.4.7 SISTEMA DE CALIDAD RECOMENDADO.

El sistema de calidad recomendado para abatir los costos de calidad y llevarlos al punto mínimo, tiene que ser un sistema preventivo y dentro de los sistemas con ésta característica se recomienda aplicar un sistema basado en el Aseguramiento de Calidad, con la única advertencia de que se debe considerar la categoría de calidad correcta.

La razón de la recomendación se basa en que es un sistema completo y definido que se ha desarrollado y que además es un sistema que promueve la participación de todos.

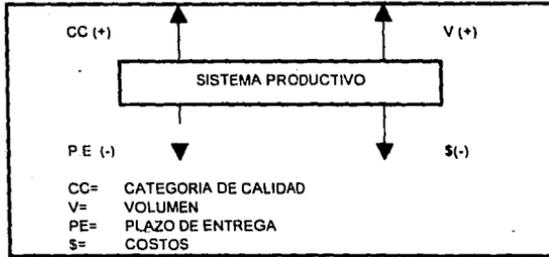


FIGURA 3.1 SISTEMA PRODUCTIVO EN EQUILIBRIO

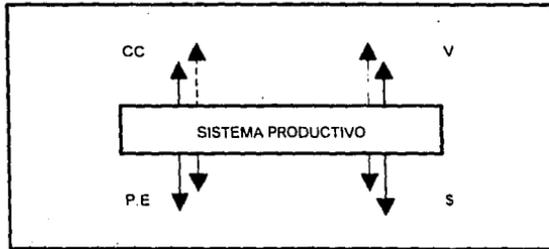
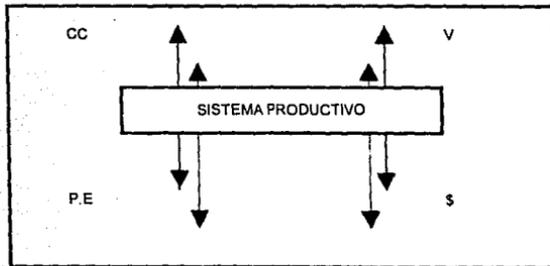


FIGURA 3.2 SISTEMA PRODUCTIVO ASCENDENTE



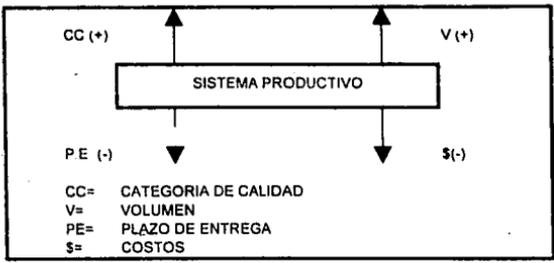


FIGURA 3 1 SISTEMA PRODUCTIVO EN EQUILIBRIO

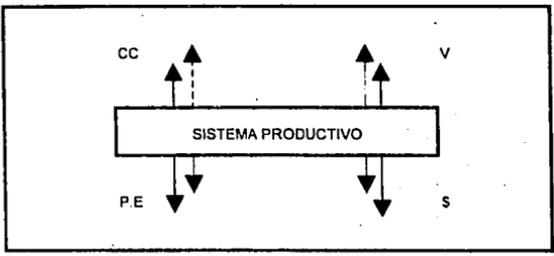


FIGURA 3 2 SISTEMA PRODUCTIVO ASCENDENTE

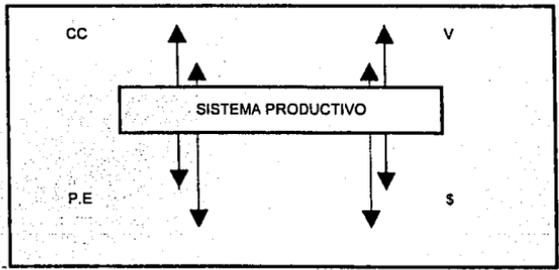


FIGURA 3.3 SISTEMA PRODUCTIVO DESCENDENTE

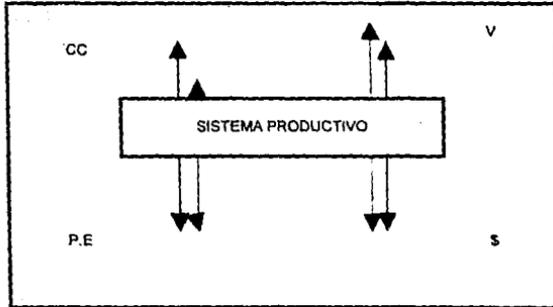


FIGURA 3.4 EVOLUCION MOMENTANEA DEL SISTEMA PRODUCTIVO AL DISMINUIR LA CALIDAD

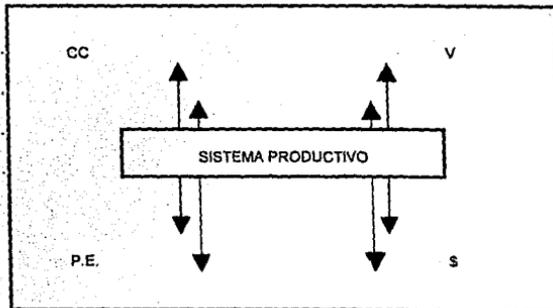


FIGURA 3.5 SISTEMA PRODUCTIVO DESEQUILIBRADO

TEMA 4: CONTROL DE CALIDAD EN OBRA

4.1 CONCEPTOS GENERALES.

Definición de Calidad.

La calidad de un producto es el conjunto de propiedades que determina el que sea apto para los fines que ha sido destinado y a un costo razonable en función de dicho fin.

Control.

Son las acciones consistentes en medir, examinar, ensayar, calibrar una o varias características de un producto o servicio y compararlas con las exigencias especificadas a fin de establecer su conformidad.

Control de calidad.

Control de calidad podemos entonces definirla como el conjunto de métodos y actividades de carácter operativo, que se utilizan para satisfacer el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos.

Características de la calidad.

Las propiedades mediante las cuales un producto se considera apto para un determinado fin, constituyen las características de calidad del producto o servicio, estableciéndose los tres grupos siguientes, como parámetros de calidad de mayor importancia:

Calidad de conformidad.

Calidad de diseño.

Calidad en el tiempo.

El conjunto total de actividades mediante las cuales se trata de asegurar la adecuación de componentes, sistemas o estructuras para un determinado fin, constituye la función de calidad.

La función de calidad se realiza en el marco de una compañía o institución, siendo misión de los grupos de Aseguramiento de Calidad de la misma, verificar la calidad del producto de acuerdo con los códigos y normas legales o contractuales, o sea, verificar que todos los grupos que llevan a cabo trabajos bajo el programa de Aseguramiento de Calidad cumplan con los compromisos establecidos en el propio programa.

Aplicabilidad de la calidad

En el caso de grandes instalaciones industriales, tales como centrales nucleoelectricas, complejos siderurgicos o plantas petroquimicas entre otras, es de vital importancia tomar en cuenta criterios de Aseguramiento de calidad ya que de no hacerlo las consecuencias que se pueden producir por el fallo o ruptura del mismo pueden ser muy graves tanto en lo que se refiere a seguridad pública, como en cuanto a sus repercusiones económicas

En estas instalaciones, aunque todos los componentes deberán contar con calidad, se deberán atribuir distintos niveles de calidad a cada una de sus partes en función de la importancia que represente para la seguridad y funcionamiento de la planta cada componente.

Es por esto que en este tipo de plantas es de vital importancia el considerar criterios de Aseguramiento de Calidad para que regulen todas las actividades de la misma desde su construcción y durante toda su vida útil de operación.

Como se observó en el capítulo anterior el sistema de Aseguramiento de Calidad se fundamenta en los siguientes requisitos:

1. Plan de calidad
2. Plan de inspección y pruebas
3. Procedimientos de control de calidad

El presente capítulo describirá el plan de inspección y pruebas implantado en el proyecto, además de tratar acerca del los procedimientos de control de calidad. Ambos enfocados al área civil.

4.2 PLAN DE INSPECCIÓN Y PRUEBAS.

INSPECCIONES Y/O PRUEBAS A REALIZARSE	FRECUENCIA DE EJECUCIÓN DE INSPECCIONES Y/O PRUEBAS
<p>1 Recepción de materiales</p> <p>I Certificado de Calidad</p> <p>II Materiales permanentes:</p> <p>a) Pruebas físicas y químicas del cemento</p> <p>b) Pruebas físicas y químicas al acero de refuerzo</p> <p>c) Pruebas físicas y químicas a aditivos fluidizantes</p> <p>d) Pruebas físicas y químicas a aditivos acelerantes.</p> <p>e) Pruebas físicas y químicas a aditivos inclusores de aire</p> <p>f) Pruebas físicas y químicas a banda P.V.C.</p> <p>g) Pruebas físicas y químicas del mortero sin contracción. (Grout)</p> <p>h) Pruebas físicas y químicas a membranas de curado.</p> <p>i) Pruebas físicas y químicas a malla electrosoldada.</p> <p>j) Pruebas físicas y químicas al agua.</p> <p>k) Pruebas físicas y químicas a desencofrantes.</p> <p>l) Pruebas físicas y químicas a agregados.</p>	<p>En el almacén de obra, cada que se reciben materiales permanentes.</p> <p>Por cada material permanente.</p> <p>Se realiza un muestreo aleatorio cada semana y se analiza mensualmente.</p> <p>Se realiza un muestreo cada 120 Ton. y se manda analizar al laboratorio.</p> <p>Por lote de entrega.</p> <p>Una muestra cada tres meses.</p> <p>Por lote de entrega.</p> <p>Una vez por semana.</p>
<p>2 Almacenamiento de materiales.</p>	<p>En almacén de obra se realiza cada vez que llega un material permanente, generando los registros de las inspecciones realizadas.</p>

INSPECCIONES Y/O PRUEBAS A REALIZARSE	FRECUENCIA DE EJECUCIÓN DE INSPECCIONES Y/O PRUEBAS
3 Pruebas de agregados.	<p>Arenas y gravas:</p> <p>En bancos:</p> <p>a) Granulometría: diario</p> <p>b) Pérdida por lavado: diario</p> <p>c) Prueba de reactividad a los alcalís: Al inicio de la explotación de cada banco.</p> <p>En Planta:</p> <p>a) Granulometría: diario</p> <p>b) Pérdida por lavado: diario</p> <p>c) Absorción</p> <p>d) Peso volumétrico suelto.</p> <p>e) Peso volumétrico compactado.</p> <p>f) Porcentaje de partículas planas y alargadas: una vez cada seis meses.</p> <p>Las pruebas en planta de la a) a la e) se realizan una vez por semana.</p>
4 Planta de concreto I Funcionamiento de la planta de concreto. II Calibración a básculas. III Pruebas de eficiencia a ollas de concreto IV Existencia de materiales para concreto	<p>Se realiza antes de cada colado.</p> <p>Se realiza quincenalmente.</p> <p>Se realiza cada tres meses</p> <p>Se realiza antes de cada colado.</p>
5 Calibraciones en laboratorio.	Según necesidades del propio laboratorio.
6 Proporcionamiento de mezclas	Se realiza por cada resistencia de proyecto requerida y se modifica cuando existen cambios en las característica de los agregados.
7 Habilitado de acero de refuerzo	Se realiza una bitácora diaria anotando las actividades relevantes al habilitado de acero de refuerzo.
8 Colocación de acero de refuerzo.	Revisión de cada colado.
9 Habilitado de cimbra y obra falsa	Revisión previa a su colocación.
10 Colocación de cimbra y obra falsa	Revisión antes de cada colado.

FALLA DE ORIGEN

4.3 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD

4.3.1 RECEPCIÓN, INSPECCIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS.

OBJETIVO

Establecer reglas para inspeccionar la recepción, identificación, almacenamiento y manejo de materiales y equipos permanentes del proyecto.

RESPONSABILIDADES

El superintendente general de control de calidad es responsable de la adecuada implantación del procedimiento.

El administrador a través del jefe de almacén es el responsable de comunicar al personal de control de calidad la llegada de los materiales al almacén para proceder a su inspección física.

El superintendente general de construcción a través del jefe de almacén es responsable de la recepción de los artículos, de su control y almacenamiento de acuerdo con este procedimiento.

El jefe de verificación de calidad es responsable de monitorear el manejo de los artículos, las prácticas de almacenamiento, la documentación y revisión de los reportes de recepción de artículos.

El inspector de control de calidad es responsable de realizar las inspecciones en el punto de recepción para confirmar las condiciones de los artículos a su llegada al proyecto, monitorear el almacenamiento "en su lugar" y verificar la correcta documentación requerida.

ÁREAS DE ALMACENAMIENTO.

- a) Las áreas de almacenamiento deben ser construidas tomando en cuenta las necesidades del usuario.
- b) Los responsables del seleccionamiento y construcción de los almacenes son también los responsables de que reúnan las características de los diferentes niveles de almacenamiento y su conservación.
- c) Cada almacenista es el responsable del acceso, vigilancia, manejo, distribución, control y despacho de los bienes de la empresa, por lo que debe de elaborar los reportes e informes, así como las reclamaciones dentro de las fechas oportunas a proveedores y transportistas.

4.3 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD

4.3.1 RECEPCIÓN, INSPECCIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS.

OBJETIVO

Establecer reglas para inspeccionar la recepción, identificación, almacenamiento y manejo de materiales y equipos permanentes del proyecto.

RESPONSABILIDADES

El superintendente general de control de calidad es responsable de la adecuada implantación del procedimiento.

El administrador a través del jefe de almacén es el responsable de comunicar al personal de control de calidad la llegada de los materiales al almacén para proceder a su inspección física.

El superintendente general de construcción a través del jefe de almacén es responsable de la recepción de los artículos, de su control y almacenamiento de acuerdo con este procedimiento.

El jefe de verificación de calidad es responsable de monitorear el manejo de los artículos, las prácticas de almacenamiento, la documentación y revisión de los reportes de recepción de artículos.

El inspector de control de calidad es responsable de realizar las inspecciones en el punto de recepción para confirmar las condiciones de los artículos a su llegada al proyecto, monitorear el almacenamiento "en su lugar" y verificar la correcta documentación requerida.

ÁREAS DE ALMACENAMIENTO.

- a) Las áreas de almacenamiento deben ser construidas tomando en cuenta las necesidades del usuario.
- b) Los responsables del seleccionamiento y construcción de los almacenes son también los responsables de que reúnan las características de los diferentes niveles de almacenamiento y su conservación.
- c) Cada almacenista es el responsable del acceso, vigilancia, manejo, distribución, control y despacho de los bienes de la empresa, por lo que debe de elaborar los reportes e informes, así como las reclamaciones dentro de las fechas oportunas a proveedores y transportistas.

Las inspecciones de la recepción de materiales y equipos se efectúan de la siguiente manera:

Realizar las inspecciones de recepción contra la requisición, aviso de embarque instrucción de recepción de los materiales y equipos para verificar la identidad, cantidad y que cumpla con los requisitos de calidad solicitados.

Reportar las no conformidades encontradas, en el reporte de recepción de materiales y equipo.

Las marcas de identificación usadas en campo, deben hacerse con materiales aprobados que no dañen la función o vida de servicios del componente.

Se aplican prácticas de manejo de materiales y equipos que aseguren la mínima posibilidad de deterioro de los mismos.

Si durante la inspección de la recepción se encuentran partidas con no conformidades, deben ser adecuadamente identificadas y almacenadas en un área de segregación hasta que la condición de no conformidad tenga disposición, sea corregida, inspeccionada y aceptada.

4.3.2 CONTROL DE CALIDAD EN EL CONCRETO.

Para asegurar la buena calidad de los concretos en las estructuras, se han establecido medidas de control ágil y oportuno sobre los materiales utilizados, elaboración del concreto, básculas, calidad del concreto tierno, preparativos para colado, transporte, colocación, equipo, personal, curado, protección del concreto, reparaciones y acabados.

La resistencia a la compresión del concreto se determina en cilindros estándar, elaborados, curados y ensayados conforme a ASTM C-31 y C-39, a 28 días de edad.

MATERIALES.

Cemento

- a) Características: Para todas las estructuras se usa cemento portland tipo II de bajos alcalis que cumplan con la especificación ASTM C-150.
- b) Almacenamiento: El cemento a granel se almacena en silos herméticos, evitando que el cemento se disperse o contamine, la descarga debe ser uniforme y de fácil acceso para muestreo e inspección.

FALLA DE ORIGEN

El cemento en sacos se almacena en bodegas que lo protejan de la humedad, previendo tarimas de 10 cm. de altura mínima sobre el piso, y proporcionando la suficiente ventilación para lograr la mayor disipación de la temperatura.

El cemento se usa en orden cronológico de recepción en la obra; el que permanezca almacenado por más de tres meses no se usará. No se permite el empleo de cemento caliente (temperatura mayor a 50°).

Aditivos

a) Características

Mediante el ensaye de muestras se verifica la calidad de los aditivos antes de aceptar su uso en la obra. Estos aditivos deben cumplir con las especificaciones ASTM C-494.

b) Almacenamiento.

Se almacenan los aditivos de manera que se conserven bien protegidos. No podrán ser utilizados los aditivos que permanezcan almacenados en obra durante más de 6 meses.

Agregados.

a) Suministro

La localización de bancos de material donde proceden los agregados empleados en la elaboración de concreto para el proyecto son:

BANCO	MATERIALES	FECHAS DE EXPLOTACIÓN	
Playa Jícama	Grava y arena	Agosto/93	Febrero/94
Cotlaxtla	Grava y arena	Agosto/93	Mayo/94
Sta. Gertrudis	Grava y arena	Agosto/93	Junio/93
El Halcón	Arena	Marzo/94	A la fecha
Tome	Grava	Mayo/94	A la fecha

b) Producción

Para la elaboración de los concretos, la arena y la grava deben de satisfacer los requisitos de calidad establecidos en ASTM C-33. La arena tendrá un módulo de finura de 2.6 ± 0.2 , el 100% del material pasará la malla de 9.5 mm y la cantidad de material que pasa la malla 200, determinada según ASTM C-117 no debe exceder el 5%. La grava deberá suministrarse en dos tamaños: pasa 38.1mm, retiene 19.1 mm; pasa 19.1, retiene No. 4.

c) Almacenamiento.

Los bancos de almacenamiento deben tener extensión suficiente para acomodar todos los agregados sin que estos se mezclen y sin formar pilas de altura que causen segregación.

Para las operaciones de carga y descarga de agregados clasificados solamente se acepta el uso de equipo con llantas de hule.

4.3.2.1 CONTROL DE PRUEBAS EN EL CONCRETO

A) DETERMINACIÓN DEL REVENIMIENTO (ASTM-C-143-90)

Procedimiento de trabajo.

Una vez uniformizada la muestra, seleccionar una superficie plana, horizontal, lisa y firme, sobre la cual se colocará la placa metálica.

Humedecer la placa y el interior del cono, a continuación fijar el cono sobre la placa humedecida, colocar los pies sobre los estribos para evitar que se mueva el cono (posición que se deberá mantener durante toda la operación del llenado y compactación).

Llenar el cono en tres capas: cada capa debe ser aproximadamente un tercio de volumen total del cono y hacer la compactación

La primera capa debe tener una altura aproximada de 7 centímetros, se compacta en todo su espesor con 25 penetraciones de la varilla, inclinándola ligeramente para compactar las orillas siguiendo una espiral hacia el concreto.

La segunda capa, con la que se debe de alcanzar una altura aproximada de 15 centímetros dentro del cono, se compacta con 25 penetraciones de la varilla de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe la varilla penetre aproximadamente 2 centímetros de la primera capa.

La tercera capa, con la que debe llenarse el cono y rebasar ligeramente el borde superior del mismo, se compacta también con 25 penetraciones de la varilla. En cada golpe la varilla debe penetrar 2 centímetros aproximadamente en la segunda capa.

Utilizando la varilla de compactación enrasar el concreto apoyándose en el borde superior del cono, una vez enrasado, limpiar el exceso de concreto que haya a su alrededor.

Después de enrasar y limpiar el exceso de concreto, se procede a levantar el cono de manera suave y continua (para permitir que el concreto al liberarse del molde se asiente de manera normal), alzándolo verticalmente y evitando giros o inclinaciones de este que podrían arrastrar el concreto. Se debe levantar completamente el cono en un tiempo de 5 ± 2 segundos.

Para llenar el cono y levantarlo el tiempo es de 2 1/2 minutos como máximo.

Inmediatamente después de levantar el cono, colocarlo de cabeza junto al concreto asentado, colocando la varilla acostada y horizontal sobre el borde del cono y en dirección del centro de la base superior en el concreto asentado. Medir verticalmente con la cinta métrica la diferencia que exista entre la altura del cono de metal y la porción central de la superficie del concreto asentado. Esta medida es el revenimiento y se debe reportar con aproximación de un centímetro.

B) ELABORACIÓN Y CURADO EN OBRA DE ESPECÍMENES DE CONCRETO. ASTM-C-31-90 (NOM-C-160-1987)

Elaboración y curado en obra de especímenes cilíndricos de concreto" NOM-C-160-1987"

Observar que los moldes sean herméticos, de acero, sin otro material no absorbente de forma y dimensiones bajo condiciones severas de uso y ser estancos.

Las paredes internas de los moldes deben cubrirse ligeramente con aceite para evitar que le concreto se adhiera a ellas.

Además de lo anterior, se debe contar con el material necesario para proteger los cilindros después de moldeados (lienzos de plástico, costales de yute, etc.)

Los especímenes se deben moldear inmediatamente después de que se hayan obtenido y remezclado la muestra, sobre una superficie horizontal, rígida, nivelada y libre de vibraciones.

Se debe varillar el concreto que tenga un revenimiento mayor de 8 cm. los revenimientos de 3 a 8 se pueden varillar o vibrar, los concretos con revenimiento menor de 3 cm deberán ser vibrados.

Llenado de molde y compactación por varillado.

Se debe llenar el molde en 3 capas, de aproximadamente igual altura (10 cm. cada una).

Distribuir el concreto dentro del molde con la varilla y proceder a compactar.

La primera capa se compacta con 25 penetraciones con el extremo redondeado de la varilla, atravesando completamente la capa siguiendo el trazo de una espiral, de la orilla al centro.

Después de compactar la primera capa, golpear ligeramente con la varilla o mazo de hule varias veces de abajo hacia arriba sobre el cuerpo del molde para cerrar los vacíos que se hayan quedado al compactar.

La segunda capa, con la que se debe alcanzar una altura aproximada de 20 centímetros dentro del molde, se compacta con 25 penetraciones de la varilla de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe la varilla penetre 2 centímetros aproximadamente en la primera capa. Después de la compactación, repetir el golpe lateral en la misma forma que en la primera capa.

En la tercera capa, después de llenar totalmente el molde y agregar una cantidad extra suficiente para que después de hacer la compactación, también con 25 penetraciones de la varilla que deben penetrar 2 centímetros en la segunda capa, el molde quede totalmente lleno con un ligero excedente. Repetir el golpeo lateral como en las capas anteriores.

Eliminar el exceso de concreto, pasando la regla metálica para obtener una superficie plana y uniforme que esté a nivel con el borde del molde y que no tenga depresiones de más de 3 milímetros es importante no hacer pasadas en exceso que hagan sangrar el concreto.

Para evitar la evaporación del agua de los cilindros recién elaborados, se deben cubrirlos inmediatamente después de la identificación, con una capa de material no absorbente ni reactivo o con plástico (polietileno) resistente, durable e impermeable debidamente sujeta (con liga) y colocarlos en sitio cubierto.

Procurar colocar los especímenes en un lugar que mantenga una temperatura entre 16 y 27° evitando golpes, inclinaciones o alteraciones de superficie.

C) "CABECEO DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO" ASTM-C-617-88"

Procedimiento de cabeceo.

Los planos de cabeceo de las capas deben verificarse para especímenes que van a ser ensayados a la comprensión, sus superficies deben ser planas.

El tiempo mínimo en que puede ser aprobado un espécimen después de haber sido cabeceado con azufre debe ser de 2 horas, que es el tiempo en que tarda en alcanzar su resistencia (350 kg/cm²) el mortero de azufre.

1. Al ser tomados los cilindros del sitio de curado, deberán secarse superficialmente.
2. Una vez limpio el cilindro se miden varios diámetros y alturas, se promedian y registran también se pesará el cilindro, todo de acuerdo con la ASTM C-39-86 (NOM-C83).
3. Se coloca el cilindro sobre el depósito de cabeceo a nivel y se mantiene apoyado en toda su longitud sobre las guías para hacer coincidir su eje con la vertical.
4. Se vacía el azufre fundido, en el centro del plato debidamente engrasado y limpio, sobre una superficie a nivel.
5. Inmediatamente después y antes que cristalice la mezcla, se coloca el cilindro presionado contra la placa y se deja enfriar.
6. Se golpea ligeramente con el martillo el plato para despegar la mezcla de azufre.
7. Los especímenes de concreto deberán ensayarse a la comprensión después de dos horas ya que el mortero de azufre haya alcanzado su resistencia totalmente.

D) DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO ASTM-C-39-86 (NOM-C-83-1988)

Prueba de especímenes

Las pruebas a la compresión de los especímenes curados en humedad deben ser hechas tan pronto como sea posible después de retirarlos del cuarto de curado.

Ninguno de los extremos de los especímenes de prueba a compresión se debe apartar de la perpendicular al eje en más de 0.50 mm (aproximadamente 3 mm en 300 mm).

Los especímenes de prueba se deben conservar húmedos por cualquier método que sea conveniente durante el período transcurrido entre el del almacenamiento húmedo y la prueba.

Se aplica cuidadosamente la carga; hasta una resistencia esperada de 300 kg/cm² el tiempo es de 1 minuto y medio de 300 kg/cm² en adelante el tiempo mínimo sería de 2 minutos.

Diagrama de formas de falla características de pruebas cilíndricas sometidas a Ensayo de Compresión.

1.- Se observa cuando se logra una carga de compresión	
2.- Se observa comúnmente cuando las cargas de aplicación de carga se encuentran en límite de tolerancia especificada o excediendo esta.	
3.- Se observa un espécimen que presenta una carga convexa y/o deficiencia del material de cabeceo, también por concavidad del plato de cabeceo o convexidad en una de las placas de carga	
4.- Se observa un espécimen que presentan una cara de aplicación de carga cóncava y/o por deficiencias del material de cabeceo o también por concavidad en una de las placas de carga.	
5.- Se observa cuando se produce concentraciones de esfuerzos en puntos sobresalientes de las caras de aplicación de carga por deficiencias del material de cabeceo u rugosidades en el plato de cabeceo o placas de carga.	
6.- Se observa en especímenes que presentan una cara de aplicación de carga convexa y/o por deficiencias del material de cabeceo o del plato del cabeccador.	
7.- Se observa cuando las caras de aplicación de carga del espécimen se desvían ligeramente de las tolerancias del paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centrado del espécimen para la aplicación de carga.	

Cálculos

Se calcula la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba entre el área promedio de la sección transversal. Se expresa el resultado de la prueba con una aproximación de 1 kg/cm^2

Informe de resultados

El informe de resultados debe incluir los datos siguientes:

- A) número de identificación del espécimen
- B) edad del espécimen
- C) diámetro, en cm
- D) longitud en cm
- E) área de la sección transversal, en cm^2
- F) masa del espécimen, en kg.
- G) carga máxima, en kg
- H) resistencia a la compresión, calculada con aproximación de 1 kg/cm^2
- I) descripción de la falla.

4.3.2.2 ELABORACIÓN DEL CONCRETO.Tiempo de mezclado.

El tiempo de mezclado será suficiente para lograr mezclas homogéneas y debe durar de 70 a 100 revoluciones a una velocidad de 10 a 12 rev/min. El tiempo de espera para vaciar el concreto desde que hicieron contacto el agua y el cemento no excederá de 45 min.

Temperatura del concreto tierno.

La temperatura de las mezclas de concreto no excederá los valores mostrados en la siguiente tabla:

Tipo de concreto	Espesor por colar (cm)	Temperatura máxima °C	
		En planta	En sitio
Masivo	> a 100	20.0	23.0
Semimasivo	60-100	23.0	26.0
Normal	< a 60	28.0	31.0

Transporte del concreto.

Los concretos se transportan al sitio del colado por medio de ollas revoledoras para prevenir la segregación o pérdida de ingredientes preservando la calidad requerida y evitando la contaminación de la mezcla. Al llegar al sitio de descarga el personal de laboratorio de control de calidad verifica las condiciones del laboratorio.

El laboratorio de control de calidad indicará si deberá ser muestreada la unidad para la determinación del revenimiento y toma de cilindros. Si cumple dentro de los límites establecidos en las normas ASTM-C 172; 143; 1064, el diseño de la mezcla a emplear procederá a la descarga.

4.3.2.3 PRE-COLOCACI3N DEL CONCRETO.

Toda junta de construcción, deberá localizarse de acuerdo a los planos aplicables de diseño y prepararse de tal manera que el agregado sano esté expuesto por lo menos 6 mm. de proyección, es aceptable como alternativa para la preparación de una junta de construcción denominado "corte en verde"; así como el uso de aditivos inhibidores de fraguado aplicados a superficies o cimbras para facilitar los trabajos. Las juntas de construcción deben estar limpias, libres de lodo, aceite o cualquier otro material que pueda afectar la liga entre el concreto endurecido y el concreto fresco.

El ingeniero encargado del área deberá de proveer suficientes caídas, espaciadas a 3.00 mts. máximo y con "pantalón" o trompa de elefante si es necesario, para evitar la segregación del concreto.

La altura máxima permitida de la parte inferior del pantalón o trompa de elefante a la colocación final del concreto no excederá de 1.00 m.

La caída del concreto no debe ser directa sobre elementos ahogados, emparrillados muy cerrados, o cualquier objeto que produzca segregación del concreto.

Se verificará la frecuencia en vacío de los vibradores regularmente y en forma semanal cuando el vibrador esté sumergido en el concreto por medio del tacómetro de bolsillo, el cual nos indicará si el vibrador se encuentra dentro de las frecuencias indicadas en la tabla No. 2 establecida en ACI-309-82.

Para la autorización final del colado se deberán tener las firmas de inspección en las partidas que aparecen en el anexo 4.1. las partidas revisadas por topografía y el jefe de frente de construcción se acompañarán con un reporte topográfico, firmado por topografía.

COLOCACIÓN.

El ingeniero responsable del área por colar debe tener suficiente equipo y personal para garantizar la colocación del concreto de la estructura desde el inicio hasta el final del vaciado, para esto los representantes de control de calidad y construcción llevarán a cabo una reunión de precolocación de concreto (anexo 4.3.) el cual será anexado a la hoja de autorización para ejecución de colados antes de la autorización final para efectuar el colado.

Antes de colocar el concreto al inicio del colado se le harán muestreos de revenimiento para determinar el cumplimiento de la consistencia (ASTM C- 143) y las especificaciones de la obra para ejecutar el muestreo de los cilindros de concreto (ASTM-C-172).

El concreto deberá tener un vibrado adecuado para asegurar que éste se acomode y se remueva el aire atrapado.

El vibrado del concreto se deberá realizar con los vibradores de diámetro adecuado, en los lugares apropiados (en las esquinas, alrededor de metales ahogados, bloques y zonas congestionadas).

La inserción del vibrador debe ser vertical y espaciado 1.5 veces el radio de acción del vibrador en uso, de acuerdo con el ACI-309-82. Se verifica que el vibrador funcione correctamente, y que se introduzca rápidamente en la masa de concreto, penetrado 5 cm. en la capa inferior, retirándose lentamente. Ver tabla No. 1.

Diam. vibrador (pulg)	3/4 1 1/4	1 1/2 2	2 1/2 3	3 1/2 5	6-7
radio de acción (cm)	8-13	15-18	25-30	36-40	51-61
rango de frecuencia recomendada (rpm)	10000 15000	9000 13500	8000 12000	7000 10500	5500 8500

Cada inserción del vibrador durará lo suficiente para consolidar el concreto, pero sin causar segregación en el mismo por lo general el vibrador deberá ser sumergido en el concreto a intervalos de 5 a 15 segundos, retirándolo lentamente.

Entre dos colados de concreto masivo contiguos deben transcurrir un mínimo de 72 hrs., tratándose de concreto semimasivo dicho lapso mínimo será de 24 hrs.

El concreto deberá ser depositado en capas horizontales, no mayores de 45 cm. de espesor y no ser acarreado más de 1.5 m., desde el punto de caída, no debiendo ser acarreado con el vibrador.

La integridad de la cimbra será mantenida, lo mismo que la posición del acero de refuerzo y elementos ahogados, durante la colocación del concreto.

El acero de refuerzo será regresado a su posición de diseño, si fue movido para propósitos de colocación del concreto únicamente.

Acabados de concreto.

Los acabados de concreto que se aplicarán en las diferentes estructuras, deberán reunir las indicaciones de los planos de diseño. Estos acabados pueden ser:

Acabados de superficies cimbradas:

- acabado de cimbra áspera
- acabado de cimbra lisa o acabado aparente

Acabados de superficies:

- acabado con llana
- acabado con cuchara
- acabado rayado con escoba
- acabado con muesca o acanalado

Durante la colocación del concreto, se elaborará y firmará el reporte de colocación de concreto (anexo 4.2) este trabajo es elaborado por el inspector de control de calidad. La verificación del inspector de control de calidad será aleatoria; el laboratorio estará el tiempo necesario, para llevar a cabo el muestreo.

Después de haber terminado el colado, se deberá elaborar el reporte de post-colocación (anexo 4.2) para el control diario de la aplicación del curado.

Las ordenes del colado tendrán validez para ser usadas únicamente el día de su autorización.

4.3.2.4 POST-COLOCACION DEL CONCRETO.

El curado se divide en dos fases:

Curado inicial.- el curado inicial es el que se efectúa inmediatamente después de que las actividades de acabado hayan sido terminadas y deberá ser mantenido las primeras 24 hrs. para concreto normal y 48 hrs. para concreto masivo.

Curado final.- el curado final deberá iniciar inmediatamente después de terminado el curado inicial.

Cuando se aplique agua, será:

- 7 días para concreto normal
- 14 días para concreto masivo

Cuando se observe que el curado se está aplicando deficientemente, se deberá emitir un reporte de no conformidad, anotando así en el reporte de post-colocación (anexo 4.2) el número que le corresponda.

Después de ser aplicado el curado inicial, que consistirá en mantener húmeda la superficie de concreto, rociándola continuamente o por medio de lonas, sacos de yute, arena u otras cubiertas absorbentes que deberán mantenerse constantemente húmedas o aplicando una membrana de curado.

Remoción de cimbra.

Las cimbras que soportan cargas deberán permanecer en su lugar cuando menos el tiempo requerido para que el concreto soportado adquiera el 75% de su resistencia de diseño, siempre y cuando la estructura soportada no contenga cargas adicionales, de esta manera la cimbra permanecerá como mínimo 14 días. Las cimbras que no soportan cargas y cuya función es de confinamiento, no deberán ser removidas antes de 12 horas mínimo de terminada la colocación del concreto. los elementos que efectúen presión de confinamiento a la cimbra deberán ser alojados cuando menos 6 hrs. mínimo después de terminada la colocación del concreto.

Si después del descimbrado se detecta concreto segregado, se procederá a picar el concreto, hasta que quede expuesto el concreto sano, posterior a esto se evaluará el área picada, para determinar el tipo de defecto a que corresponda;

Defecto tipo I: Es el área en la cual, el defecto queda comprendido en una profundidad límite al recubrimiento del acero de refuerzo.

Defecto tipo II: Defecto que va más allá del recubrimiento del acero de refuerzo, pero que no exceda de un tercio del espesor mínimo de la estructura.

Defecto tipo III.- Defectos en profundidad que vayan más allá del tercio del espesor mínimo. Estos tipos de defectos si requerirán de documentación.

Documentación.

El anexo 4.1 deberá ser llenado por construcción, iniciado y completado por el jefe de frente civil en coordinación con los jefes de frente mecánico y eléctrico, y deberá de entregárselo al inspector de control de calidad para la verificación de la pre-inspección de colados.

Los anexos 4.2, 4.3; serán llenados y firmados por el inspector de control de calidad y por el jefe de control de calidad y transmitido a control de documentos.

4.3.3 CONTROL DE CALIDAD EN EL ACERO

Todo el acero de refuerzo utilizado en el proyecto debe tener certificación de pruebas físicas y análisis químicos del proveedor.

RESPONSABILIDADES.

El Superintendente General de Construcción o su designado, es responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento.

El Jefe de Disciplina o su designado es el responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento para conseguir la calidad requerida.

El Superintendente General de Control de Calidad es responsable de que su personal verifique si la calidad del trabajo ejecutado es la requerida.

Es responsabilidad del inspector de control de calidad verificar que se cumpla con la calidad y objetivos.

Defecto tipo I: Es el área en la cual, el defecto queda comprendido en una profundidad límite al recubrimiento del acero de refuerzo.

Defecto tipo II: Defecto que va más allá del recubrimiento del acero de refuerzo, pero que no exceda de un tercio del espesor mínimo de la estructura.

Defecto tipo III.- Defectos en profundidad que vallan más allá del tercio del espesor mínimo. Estos tipos de defectos si requerirán de documentación.

Documentación.

El anexo 4.1 deberá ser llenado por construcción, iniciado y completado por el jefe de frente civil en coordinación con los jefes de frente mecánico y eléctrico, y deberá de entregárselo al inspector de control de calidad para la verificación de la pre-inspección de colados.

Los anexos 4.2, 4.3; serán llenados y firmados por el inspector de control de calidad y por el jefe de control de calidad y transmitido a control de documentos.

4.3.3 CONTROL DE CALIDAD EN EL ACERO

Todo el acero de refuerzo utilizado en el proyecto debe tener certificación de pruebas físicas y análisis químicos del proveedor.

RESPONSABILIDADES.

El Superintendente General de Construcción o su designado, es responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento.

El Jefe de Disciplina o su designado es el responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento para conseguir la calidad requerida.

El Superintendente General de Control de Calidad es responsable de que su personal verifique si la calidad del trabajo ejecutado es la requerida.

Es responsabilidad del inspector de control de calidad verificar que se cumpla con la calidad y objetivos.

ALMACENAMIENTO

En las áreas de almacenamiento el acero no deberá estar sobre contacto directo con el suelo, estarán sobre polines.

El acero virgen se almacenará según su diámetro

COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.

El acero de refuerzo deberá colocarse y mantenerse firmemente dentro de las tolerancias que marca el reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI-318-89, durante el colado, en cuanto a posición, forma, longitud, separación y área que fijen los planos de diseño.

El acero debe de estar libre de aceite, grasa, pintura, óxido suelto y mortero seco o cualquier otro elemento que perjudique su adherencia con el concreto.

La separación libre mínima entre dos varillas paralelas deben ser el diámetro de la varilla pero no menor de 2.5 cm. en todo caso, el tamaño máximo del agregado deberá limitarse a 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre varillas, alambres, paquetes, cables y/o ductos, debiéndose dejar un espacio apropiado con el objeto de que pueda pasar el vibrador a través de ellas.

El acero de refuerzo y los ductos deben colocarse con precisión, serán admisibles las tolerancias mencionadas en ACI-318-89.

Si las varillas son movidas más de un diámetro o lo suficiente para exceder las tolerancias señaladas en ACI-318-89 el arreglo resultante del acero de refuerzo deberá ser aprobado por escrito por ingeniería de diseño.

Todos los empalmes en el acero de refuerzo se harán por medio de traslapes en varillas del No. 8 o menores, salvo indicaciones en los planos de diseño.

Los empalmes deberán hacerse en los lugares señalados en los planos de diseño y deberán ajustarse en las disposiciones señaladas en el capítulo 12 del reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI-318-89) no deberán traslaparse o soldarse más del 50% del acero de refuerzo en una misma sección a menos que los planos de diseño lo indiquen.

Recubrimientos

Los recubrimientos de concreto que se darán al acero de refuerzo serán los indicados en los planos o los mínimos siguientes:

Concreto colado en contacto con el suelo y permanente expuesto al mismo	7.5 cms
Concreto expuesto directamente a la intemperie:	
a) varillas del No. 6 al No. 18.	5 cm
b) varillas del No. 5 y menores.	4 cm
Tableros para muros:	
a) varillas del No. 14 y No. 18	4 cm.
b) varillas del No. 11 y menores	2 cm.
Otros elementos	
a) varillas del No. 14 al No. 18 5 cm.	5 cm.
b) varillas del No. 6 al No. 11	4 cm.
c) varillas del No. 5 y menores	3 cm.

Las tolerancias para la colocación del acero de refuerzo estarán de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 7.5 del reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI-318-89), representada en la tabla "B".

TABLA "B"	
TOLERANCIA PARA EL PERALTE (d)	
d < 20 cm	± 1.0 cm.
d > 20 cm	± 1.3 cm.

4.3.3 CONTROL DE CALIDAD EN LA CIMBRA

El diseño de la cimbra tomará en cuenta lo siguiente:

Las cimbras que se utilicen en las construcciones de concreto de la U-5 y U-6 deben ser diseñadas para satisfacer los requisitos geométricos señalados en planos y especificaciones, acorde al ACI-347-78 para estructuras especiales que lo requieran.

- Rapidez y facilidad de colocación del concreto.
- Cargas, incluyendo carga viva, muerta, lateral e impacto.
- Materiales a usar y sus correspondientes esfuerzos de trabajo.
- Contraventeo horizontal y diagonal.
- Traslape de puntales
- Desplante adecuado de la obra falsa.
- Acabados

Ejecución de los trabajos para la cimbra

La cimbra se ajustará a la forma, líneas, niveles y calidad especificados en los planos y tendrá estanqueidad y estabilidad. La obra falsa deberá estar contraventada y unida adecuadamente entre sí, para mantener su forma y posición durante su utilización. Se usarán andamios metálicos sólo en casos específicos..

Las juntas de construcción serán las fijadas por los planos de diseño.

Previamente a la colocación de la cimbra, se aplicará una capa de impermeabilizante o de cualquier otro material desencofrante, a la parte de los moldes en contacto con el concreto.

Al iniciar el colado, la cimbra estará limpia de polvo y exenta de toda partícula extraña, suelta o adherida al molde.

Los moldes podrán emplearse tantas veces como sea posible, con el tratamiento adecuado para obtener el mismo tipo de acabado que señale los planos de diseño.

Tolerancias para construcciones de concreto

Las irregularidades permisibles en las superficies estructurales de concreto que comprende el alcance de este procedimiento; a menos que los planos de diseño indiquen otra cosa, cumplirán con los requisitos descritos en esta sección.

Variaciones en la verticalidad	
hasta 6 metros	+ 6mm.
de 6 a 12 metros	+ 10mm.
mas de 12 metros	+10mm + 1mm/m
variación entre nivel de proyecto y construcción: -en piso, techos y vigas -	+ 5 mm.

Desniveles máximos en superficie horizontal:	
por cada 6 metros	+6 mm.

Variaciones en el alineamiento entre ejes de proyectos	
hasta 6 metros	+ 6 mm.
de 6 a 12 metros	+ 6 mm.
mas de 12 metros	+12 mm. máximo

Variación en la dimensión de la secc. trans. de los elementos	
losas, trabes y columnas	6 mm. en menos 13 mm. en más
zapatas	13 mm. en menos 50 mm. en más

Ejecución de los trabajos para la descimbra.

La cimbra siempre se retirará, de tal manera que se mantenga la seguridad de la estructura.

No se descimbrarán aquellas porciones de estructura que no estén apuntaladas adecuadamente para soportar, durante la construcción, cargas que excedan a las de diseño.

La remoción de los moldes se hará sin dañar las superficies del concreto recién colado.

En la maniobra de descimbra, los apoyos de la obra falsa, cuñas, gatos, etc. se operará de manera que la estructura tome su esfuerzo uniforme y gradualmente. El concreto que se descimbre será lo suficientemente resistente para que no sufra daños posteriores.

4.3.5.-PROCEDIMIENTO DE NO CONFORMIDADES.

ALCANCE

Este procedimiento debe aplicarse a la identificación, documentación, segregación, y disposición y notificación de las no conformidades encontradas en materiales, equipos, sistemas, procesos y/o servicios.

DEFINICIONES:

No conformidad.- deficiencia en característica, documentación o procedimiento, que hace inaceptable o indeterminada la calidad de materiales, equipos, sistemas, procesos y/o servicios. Ejemplos de no conformidades incluyen: defectos físicos, fallas de pruebas, documentación incorrecta o inadecuada, o una desviación no aprobada de planos, especificaciones, inspección o procedimientos de prueba.

Reparar.- proceso de restablecimiento de una característica no conforme, a una condición tal que no se pierda la capacidad de una partida, de funcionar con confiabilidad y seguridad.

Retrabajar.- proceso por el cual una partida no conforme se hace concordar con todos los requisitos previos especificados por terminación, reensamblado u otros medios.

Desechar.- disposición utilizada para partidas no conformes, cuando una investigación revela que la partida es inadecuada para su uso propuesto, y que las correcciones tales como reparar o retrabajar, son antieconómicas o imposibles.

RESPONSABILIDADES

El superintendente general de construcción es responsable de investigar las causas que originan una no conformidad y corregir las causas de su ocurrencia.

Es responsabilidad del superintendente general de control de calidad implantar este procedimiento en todas las etapas del proyecto.

Los reportes de no conformidad deben ser aprobados en su emisión por el superintendente general de control de calidad o el verificador de calidad.

Es responsabilidad del inspector de control de calidad elaborar los reportes de no conformidad.

El jefe de control de documentos es responsable de mantener actualizada la bitácora de los reportes de no conformidad, distribuir copias del reporte de no conformidad y controlar el original.

PROCEDIMIENTO

Las no conformidades deben reportarse y disponerse de manera uniforme y a tiempo. Las formas aprobadas se preparan de acuerdo con su instrucción detallada respectiva.

Cuando exista una deficiencia en característica, documentación o procedimiento que haga inaceptable o indetermine la calidad, el inspector de control de calidad debe preparar un reporte de no conformidad que será sometido al jefe de control de calidad o al verificador de calidad para su revisión y aprobación.

El inspector preparará una tarjeta de suspensión del trabajo y la colocará visiblemente en la parte o componente no conforme.

La superintendencia general de construcción, debe de recibir una copia del reporte de no conformidad y el o su designado propondrán la disposición recomendada.

APROBACIÓN DE LAS DISPOSICIONES.

Las disposiciones serán propuestas y aprobadas en cumplimiento de códigos, normas, especificaciones y procedimientos aplicables, como se indica a continuación.

- La disposición de campo de un reporte de no conformidad es recomendada por la superintendencia general de construcción, y aprobada por el personal de ingeniería
- Construcción deberá de indicar la fecha de la disposición y cierre de la no conformidad.
- El personal de ingeniería es responsable de analizar y aprobar la disposición que a su juicio corresponda, o aprobará si procede la disposición propuesta por campo. En los casos que afecte al diseño, se emitirá el documento de diseño correspondiente.

En los casos en que la disposición sea de:

Reparación.- cuando estas actividades estén contempladas dentro de los procedimientos aprobados, se requerirá la autorización de ingeniería.

Retrabajar.- cuando estas actividades estén contempladas dentro de los procedimientos aprobados y no se modifique al diseño original, no se requiere la autorización de ingeniería, sólo en caso contrario.

Desechar.- para esta disposición, se requiere la firma de ingeniería.

El superintendente general de control de calidad o el verificador de calidad, debe aprobar todas las disposiciones, cierres y cancelaciones de los reportes de no conformidades.

A la terminación de la acción que corrija la no conformidad el inspector efectúa una inspección o verificación, si la condición no conforme se ha corregido aceptablemente, se procede al cierre del reporte de no conformidad, si la condición es no aceptable se procede a reportarse para su evaluación y redistribución del reporte de no conformidad.

4.3.6 PROCEDIMIENTO PARA EL PARO DE TRABAJO.

Objetivo.

Establecer los pasos a seguir por la organización de control de calidad y las organizaciones involucradas cuando se generen paros de trabajo por violaciones repetitivas o múltiples al sistema de calidad.

Alcance

Este procedimiento se emite para complementar los controles de calidad existentes y como una herramienta para terminar efectivamente una situación inaceptable que pudiera incrementarse al paso del tiempo, el jefe de verificación de calidad podrá usarlo con reservas en otros casos.

Definiciones:

"Paro de trabajo".- Cese inmediato de una acción o proceso, cuya continuación pudiera tener un efecto adverso sobre la calidad y el tiempo o las circunstancias no permitan cursos de acción aceptables.

Responsabilidades

El gerente de proyecto o su designado es responsable de dar su visto bueno a los paros de trabajo iniciados por personal de calidad.

El jefe de verificación de calidad es responsable de la iniciación y terminación de la acción de "paro de trabajo".

El superintendente general de construcción es responsable de dar las provisiones para la liberación condicional en caso de ser posible, indicando las base de dicha liberación, y de ejecutar la acción correctiva derivada del paro de trabajo.

El jefe de verificación de calidad es responsable a través de su personal del seguimiento, revisión y aceptación de la ejecución de la acción correctiva.

Procedimiento

En el caso de que acontecimientos inusuales o únicos pidan el cese inmediato de una acción o proceso, el jefe de verificación de calidad puede emitir un aviso de paro de trabajo.

Un paro de trabajo puede emitirse contra cualquier fase de trabajo, en cualquier tiempo y en cualquier área u organización, cuando la continuación del trabajo pueda tener efectos adversos en la calidad de materiales y/o servicios, a la emisión de un reporte de incumplimiento o una notificación de acción correctiva se podrá dictaminar un paro de trabajo, si éste es requerido.

El superintendente general de control de calidad explica y comenta con el gerente de proyecto las razones que motiven la iniciación de un paro de trabajo, para fundamentarlo debidamente.

Debe notificarse de inmediato a la organización afectada, sobre el "paro de trabajo" al tomarse la decisión, el aviso es mediante la tarjeta de "paro de trabajo" con la autorización del superintendente general de control de calidad de posteriormente se confirma dicha notificación mediante el "aviso de paro de trabajo".

Las actividades afectadas deben ser suspendidas tan pronto como se haya hecho del conocimiento el paro de trabajo, al área involucrada.

El aviso de paro de trabajo debe incluir lo siguiente:

- Identificación del área o actividad a detener.
- Nombre del responsable de la actividad o área detenida.
- Fecha.
- Descripción breve del problema y condición.
- Debe aprobarse por el superintendente general de control de calidad y llevar el V-
- Visto bueno del gerente de proyecto o su designado.
- Acción correctiva mínima para iniciar la liberación del paro de trabajo.

El área afectada por un paro de trabajo podrá reunirse con la organización de verificación de calidad para establecer compromisos que le permitan la liberación al menos condicional acordando acciones y fecha de cumplimiento precisas.

El responsable del área afectada por un paro de trabajo propone la acción correctiva a tomar para solucionar la deficiencia.

El aviso de terminación del paro de trabajo es en forma de memorándum, preparado por el jefe de verificación y dirigido al área afectada.

P.H. AMPLIACION TEMASCAL AUTORIZACION PARA LA EJECUCION DE COLADOS	ANEXO 4.1
---	------------------

FECHA _____	COLADO No _____	ESTRUCTURA _____
VOLUMEN _____	ELEV. INFERIOR _____	ELEV. SUPERIOR _____
CADENAMIENTOS DEL _____	AL _____	PLANO _____
T. MAX. DEL AGREGADO _____	REVTO. cm _____	f. c. = _____

BRIGADA DE TOPOGRAFIA
SE VERIFICARON Y REVISARON

APLICA
SI NO

1 - TRAZO Y NIVELACION DE DESPLANTE	___	___	VERIFICADO POR TOPOGRAFIA
2 - LOCALIZACION DE JUNTAS DE CONTRACCION Y CONSTRUCCION	___	___	
3 - POSICION, DIAMETRO SEPARACION, Y FORMAS DE VARILLAS	___	___	
4 - SEPARACION ENTRE CIMBRA Y ARMADO	___	___	
5 - PLOMO ALINEAMIENTO Y TROQUELADO DE DE LA CIMBRA	___	___	
6 - LOCALIZACION, NIVELES, NUMERO Y DIAMETRO DE LOS PERNOS	___	___	NOMBRE Y FIRMA
7 - LOCALIZACION DE RED, VARILLA Y CONECTORES DE TIERRA	___	___	
8 - LOCALIZACION Y NIVELES DE HERRAJE PARA MARCOS	___	___	
9 - LOCALIZACION Y NIVELES DE TUBERIAS CONDUIT, DRENAJE, ETC	___	___	

CONTROL DE CALIDAD
PRE-INSPECCION DE COLADOS
SE VERIFICARON Y REVISARON

1 - ESCARIFICADO DEL CONCRETO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	___	___	
2 - COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO	___	___	
3 - DESMOLDANTE Y HERMETISMO DE LA CIMBRA	___	___	
4 - COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE	___	___	
5 - COLOCACION DE PLACAS, CAMISAS, TUBERIAS O MARCOS	___	___	
6 - CALIDAD Y CANTIDAD SUFICIENTES DE AGREGADOS, CEMENTO Y AGUA	___	___	
7 - PROPORCIONAMIENTO Y RELACION AGUA CEMENTO	___	___	
8 - FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO PARA DOSIFICACION EN PESO	___	___	
9 - FUNCIONAMIENTO DE REVOLVEDORAS	___	___	
10 - SISTEMA DE ALUMBRADO ADECUADO	___	___	CONTROL DE CALIDAD
11 - TIEMPO PROPIO PARA INICIAR EL COLADO	___	___	
12 - ACCESORIOS PARA LA CORRECTA COLOC. DEL CONCRETO	___	___	
13 - PERSONAL Y EQUIPO SUFICIENTE PARA LOS COLADOS	___	___	
14 - LIMPIEZA DEL ELEMENTO POR COLAR.	___	___	

NOMBRE Y FIRMA

OBSERVACIONES:

SOLICITO JEFE DE FRENTE CONSTR.	REVISO OBRA ELECTRICA	REVISO OBRA MECANICA
_____ NOMBRE Y FIRMA	_____ NOMBRE Y FIRMA	_____ NOMBRE Y FIRMA

P H AMPLIACION TÉMASCAL REUNIÓN DE PRECOLOCACIÓN DE CONCRETO		ANEXO 4 3
---	--	-----------

FECHA _____	LOCALIZACIÓN _____
COLADO No _____	
ESTRUCTURA _____	VOLUMEN _____

I.- MANO DE OBRA

CANTIDAD

_____	SOBRESTANTE
_____	CABO
_____	VIBRADORISTA
_____	CABO DE ACABADOS
_____	ALBAÑILES
_____	MANIOBRISTAS
_____	AYUDANTES
_____	OPERADOR DE GRUA
_____	OPERADOR DE BOMBA

II.- EQUIPO DE COLOCACIÓN

A) PRINCIPAL

B) RESPALDO

_____	BOMBAS DE CONCRETO	_____
_____	GRÚA	_____
_____	VIBRADORES DE _____ "	_____
_____	VIBRADORES DE _____ "	_____
_____	VIBRADORES DE _____ "	_____
_____	VIBRADORES DE _____ "	_____
_____	VIBRADORES DE _____ "	_____
_____	VIBRADORES DE _____ "	_____

III.- ESPECIFICACIÓN DEL CONCRETO

COLADO No _____	_____
CEMENTO TIPO _____	_____
F' C _____	_____
REVENIMIENTO _____	_____
TEMPERATURA _____	_____
FECHA PROBABLE DE COLADO _____	_____

CONSTRUCCIÓN

CONTROL DE CALIDAD

CONCLUSIONES

La aceptación y consolidación del concepto de calidad ha sido gradual pero lenta debido entre otras cosas a la falta de costumbre para trabajar de una manera sistemática, en un todo ordenado, y con control de calidad interno en vez de la supervisión externa, por lo que no se contaba con una "cultura de calidad" que sirviera de base al nuevo sistema.

El encargado de la ejecución de un trabajo debe responsabilizarse de la calidad de su propio trabajo y no depender de los inspectores para determinar posteriormente si en realidad se ha logrado la calidad requerida; por lo tanto aumentar o disminuir el grado de control de calidad y aseguramiento de calidad no asegura que los productos o servicios que se ofrece tengan la calidad requerida, ya que el que debe asegurar la calidad en todas sus etapas es precisamente el encargado de la ejecución del trabajo, cuya responsabilidad es elaborar, entregar o construir el producto o servicio.

Si el personal que ejecuta actividades de ingeniería y construcción las realiza apeándose a los requerimientos del cliente existirá la confianza de que el producto terminado cumple con la calidad solicitada. Esto es, que en medida que se tengan controlados los procesos de trabajo se puede dar un mejor servicio al cliente ya que si no se conoce profundamente lo que se hace difícilmente se puede esperar mejorarlo.

Dentro de un sistema de calidad uno de los factores que más ayudan a darle fuerza, es el de poder llevar a cabo acciones correctivas con el fin de mantener el sistema operando de manera efectiva.

En calidad cuando se habla de acción correctiva se está invitando a un análisis profundo, para que sistemáticamente ante cada situación no conforme o ante una desviación, estas se ataquen con la idea de no solucionar un problema inmediato, sino identificar y solucionar la causa del problema para evitar su repetición.

En lo que respecta a control de calidad, la tendencia es a no tener que inspeccionar al 100% sino por muestreo; y aplicar al aseguramiento de calidad, mediante la realización de auditorías de proceso para garantizar que antes de la ejecución se cuenta con todos los elementos necesarios.

CONCLUSIONES

La aceptación y consolidación del concepto de calidad ha sido gradual pero lenta debido entre otras cosas a la falta de costumbre para trabajar de una manera sistemática, en un todo ordenado, y con control de calidad interno en vez de la supervisión externa, por lo que no se contaba con una "cultura de calidad" que sirviera de base al nuevo sistema.

El encargado de la ejecución de un trabajo debe responsabilizarse de la calidad de su propio trabajo y no depender de los inspectores para determinar posteriormente si en realidad se ha logrado la calidad requerida; por lo tanto aumentar o disminuir el grado de control de calidad y aseguramiento de calidad no asegura que los productos o servicios que se ofrece tengan la calidad requerida, ya que el que debe asegurar la calidad en todas sus etapas es precisamente el encargado de la ejecución del trabajo, cuya responsabilidad es elaborar, entregar o construir el producto o servicio.

Si el personal que ejecuta actividades de ingeniería y construcción las realiza apeándose a los requerimientos del cliente existirá la confianza de que el producto terminado cumple con la calidad solicitada. Esto es, que en medida que se tengan controlados los procesos de trabajo se puede dar un mejor servicio al cliente ya que si no se conoce profundamente lo que se hace difícilmente se puede esperar mejorarlo.

Dentro de un sistema de calidad uno de los factores que más ayudan a darle fuerza, es el de poder llevar a cabo acciones correctivas con el fin de mantener el sistema operando de manera efectiva.

En calidad cuando se habla de acción correctiva se está invitando a un análisis profundo, para que sistemáticamente ante cada situación no conforme o ante una desviación, estas se ataquen con la idea de no solucionar un problema inmediato, sino identificar y solucionar la causa del problema para evitar su repetición.

En lo que respecta a control de calidad, la tendencia es a no tener que inspeccionar al 100% sino por muestreo; y aplicar al aseguramiento de calidad, mediante la realización de auditorías de proceso para garantizar que antes de la ejecución se cuenta con todos los elementos necesarios.

Es importante que el constructor considere en su programa de obra los tiempos empleados por concepto de control de calidad como son el de la inspección de los trabajos ya que esto trae como consecuencia ciertos "retrasos" momentáneos y falta de cumplimiento de fechas de compromiso con el cliente ya que la realización de ciertas actividades en el tiempo establecido es un asunto de calidad.

Los parámetros que se deben considerar para que la obra cumpla satisfactoriamente con la calidad requerida son:

Calidad de diseño, calidad de proceso y calidad en tiempo.

Fue indispensable que para la construcción del proyecto hidroeléctrico se contara con el sistema de calidad adecuado ya que con esto se evitó fuertes retrabajos y gastos excesivos por mantenimiento ya que precisamente una de las funciones de calidad es la de evitar sobrecostos y tiempos perdidos además de problemas posteriores.

Las empresas que cuentan con un sistema de aseguramiento de calidad adecuado son las que se encuentran en mejores posibilidades de competir en el mercado de la construcción.

GLOSARIO

Acción Correctiva:

Acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, de efectos u otras situaciones indeseables a fin de prevenir su recurrencia.

Acción Preventiva:

Acción tomada para eliminar las causas potenciales de no conformidad, defectos y otras situaciones a fin de prevenir su ocurrencia.

Antedistribuidor:

Es una pieza fabricada en acero que consta de alabes fijos y una de sus funciones es la de configurar la cámara espiral y en conjunto con el distribuidor y con los alabes móviles, el rotor y el estator son parte fundamental en el proceso de generación eléctrica.

Aseguramiento de Calidad:

Todas las actividades planeadas y sistemáticas implementadas dentro del sistema de calidad, y demostradas como necesarias para dar la confianza adecuada de que un producto o servicio, estará conforme con sus requisitos para la calidad.

Auditoría:

Una actividad sistemáticamente planeada y documentada para determinar la adecuación y cumplimiento de procedimientos aprobados, instrucciones y planes, mediante la investigación y evaluación de evidencia objetiva. Una auditoría también reporta la efectividad de implementación del sistema auditado para asegurar que se adecúa al logro de objetivos predeterminados.

Auditoría Externa:

Una auditoría efectuada por terceros, utilizando elementos de un programa para el aseguramiento de la calidad, que no está bajo el control directo o dentro de la organización auditada.

Auditoría Interna de Calidad:

Una auditoría de aquellas partes del programa de aseguramiento de la calidad, realizada por una organización que está bajo el control directo y dentro de la organización auditada.

Cámara Espiral:

Conjunto de piezas prefabricadas colocadas en el perímetro exterior del antidistribuidor, formando una espiral, es la parte final de la conducción del agua antes de hacer contacto con la turbina, y está conectada en su parte anterior con la tubería de conducción.

Canuto:

Sección de la tubería de conducción formada de placa de acero previamente rolada en forma circular y que en su conjunto forman la tubería de conducción.

Capacitación:

Instrucción profunda al personal para que ellos logren dominio en la aplicación de los requisitos seleccionados, métodos y procedimientos y puedan adaptarse a los cambios en tecnología o nuevas responsabilidades de trabajo.

Codo de Aspiración:

Es una parte del tubo de aspiración formada de placa de acero y consta de cuatro anillos (Virolas), el cual conecta en la parte superior con el cono y en la parte inferior con el encofrado.

Cono de Aspiración:

Forma parte del tubo de aspiración y está formada de placa de acero, consta de cuatro secciones verticales, conecta en la parte superior con el anillo de descarga y en la parte inferior con el codo.

Control de Calidad.-

Los técnicos y actividades operacionales usadas, para tener la certeza de que un determinado nivel de calidad ha sido logrado y mantenido.

Desechar.-

Disposición indicada para un producto no conforme, para el cual se ha determinado que no se ajusta a su uso entendido y la corrección es antieconómica .

Deficiencia.-

Una característica que convierte la calidad de un producto o una actividad en inaceptable o indeterminada.

Disposición.-

Acción a ser tomada para tratar una no conformidad a fin de resolver la no conformidad.

Documento.-

Cualquier información escrita o gráfica que describe, define, especifica, reporta o certifica: actividades, requisitos.

Documentos Controlados:

Documentos emitidos mediante un sistema debidamente aprobado y solo pueden ser cambiados mediante un proceso formal de revisión y aprobación.

Encofrado:

Es una sección de forma elíptica de placa de acero, que conecta con el codo de aspiración en la parte superior y con el canal de desfogue por la parte inferior. Su función principal es conducir en la parte final del proceso de generación el agua hacia el canal de desfogue.

Especificación.-

El documento aprobado que establece los requisitos de los productos del diseño a los cuales el producto final o servicio debe adecuarse.

Evidencia objetiva:

Cualquier afirmación documentada, registro relativo a la calidad del producto o actividad esta evidencia está basada en observaciones, mediciones o pruebas/ensayos, los cuales pueden ser verificados.

Inspección.-

Evaluación, mediciones o pruebas para verificar si un producto o actividad cumple con los requisitos especificados.

Inspector de Calidad.-

Una persona que ejecuta actividades de inspección para verificar la conformidad con los requisitos específicos.

Procedimiento o Instrucción de Trabajo.-

Un documento aprobado que señala los pasos a seguir en la ejecución de una actividad o documento y establece los equipos, técnicas y secuencia de eventos requeridos para lograr este cumplimiento.

No Conformidad:

Una deficiencia en las características, documentación o procedimientos que convierten la calidad de un producto, o una actividad en inaceptable o indeterminada.

Procedimiento Calificado:

Un procedimiento aprobado para el cual se ha demostrado que cumple con los requerimientos específicos para el propósito deseado.

Proceso especial:

Un proceso cuyos resultados son dependientes del control del proceso o las habilidades de los operadores o ambos y para los cuales la calidad especificada no puede ser inmediatamente determinada por la inspección o prueba de los productos.

Rastreabilidad:

La habilidad para ubicar de manera oportuna la historia, aplicación o ubicación de un producto o similares, mediante identificación documentada.

Registros de calidad:

Resultado documentado sobre cualquier actividad dentro del sistema de Aseguramiento de la Calidad.

Reparación:

El proceso de restaurar una discrepancia a una condición tal que la capacidad de un producto para funcionar confiablemente y con seguridad, está resuelta aunque ese producto aun no cumpla con los requerimientos originales.

Retrabajo:

El proceso por medio del cual se hace que un producto cumpla con los requisitos originales, mediante la completación o la corrección.

Sistema de Aseguramiento de la Calidad:

La estructura organizacional, responsabilidades, requisitos, procesos y recursos para afectar y asegurar la calidad.

Proveedor:

Cualquier individuo u organización que elabora productos y servicios de acuerdo con un documento de procuración.

Supervisión:

El Acto de monitorear o vigilar estrechamente para verificar que un producto o actividad están conformes con los requisitos especificados.

Úselo como está:

Una disposición que puede ser impuesta a una no conformidad cuando se establece que la discrepancia de ninguna manera resultará en condiciones adversas y que el producto satisficará su función entendida, incluyendo desempeño, mantenibilidad y seguridad.

Verificado:

El acto de revisar, inspeccionar, probar, auditar o cualquier forma de determinar y documentar si los productos, procesos, servicios o documentos están conformes con requisitos especificados.

Virola:

Es una sección de placa de acero de forma irregular que ha sido rolada y conformada en taller, para su instalación final en el sitio de acuerdo al diseño de la pieza en su conjunto.

BIBLIOGRAFÍA:

"PRÁCTICA PARA DOSIFICAR CONCRETO NORMAL, CONCRETO PESADO Y CONCRETO MASIVO." IMCYC. ED. LIMUSA, PRIMERA EDICIÓN. MÉXICO 1989.

STEVEN H. KOSMATKA Y WILLIAM C.P: "DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO". IMCYC. PRIMERA EDICIÓN. ED. LIMUSA.

SUAREZ SALAZAR CARLOS: "COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACIÓN" TERCERA EDICIÓN. DE. LIMUSA, 1984.

CAL A. KEYSER: "TÉCNICAS DE LABORATORIO PARA PRUEBAS DE MATERIALES" DE. LIMUSA WILEY, MÉXICO.

ING. Y ARQ. PLAZOLA CISNEROS ALFREDO: "NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN" ED. LIMUSA WILEY S.A. 1984. MÉXICO 1992.

ING. SALVADOR CISNEROS CHÁVEZ: "CURSO PARA CALIFICACIÓN DE AUDITORES" L.A.P.E.M. 1992.

IMCYC: "CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO" ACI-704

IMCYC "REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO (ACI 318-89) Y COMENTARIOS" ED. LIMUSA. PRIMERA EDICIÓN. MÉXICO 1991.

IMCYC "CONCRETO ESTRUCTURAL EN EDIFICIOS. ACI-301-88"

"MUESTREO DE CONCRETO FRESCO" ASTM-C-172-90.

"REVENIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO" ASTM-C-143-90.

"ELABORACIÓN Y CURADO EN OBRA DE ESPECÍMENES DE CONCRETO" ASTM-C-31-90.

"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO" ASTM-C-39-86.

"PRÁCTICA RECOMENDADA PARA LA MEDICIÓN, MEZCLADO, TRANSPORTE, Y COLOCACIÓN DE CONCRETO" ACI-304-85.

"PRÁCTICA RECOMENDADA PARA COLOCAR CONCRETO EN TIEMPO CALUROSO" ACI-304-85.

"PRÁCTICA RECOMENDADA PARA EL CURADO DE CONCRETO" ACI-308-84.

"MÉTODO ESTÁNDAR PARA LA ELABORACIÓN Y EL CURADO EN EL LABORATORIO DE MUESTRAS DE PRUEBA DE CONCRETO"
ASTM-C-192.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS C.F.E. DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO AMPLIACIÓN TEMASCAL SIN NÚMERO Y FECHADAS EN MAYO DE 1991.

MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE CEGELEC No. P-2654 A 40020 DE FECHA 16-09-93, EN LO APLICABLE A LA OBRA CIVIL.

MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA DIRECCIÓN DE OPERACIONES DE ICA FLUOR DANIEL, NÚMERO CA9-01-0