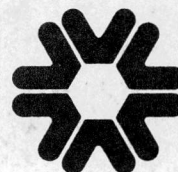


REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO-CONSTRUCCION



MEMORIA TECNICA DE LA TOMA DE LA PRESA "AGUA VIVA"

INGENIEROS:

ALEX KOSCHEWNIKOW
LUIS MIGUEL SUAREZ V.

DIVISION DE PROYECTO

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO - CONSTRUCCION

MOP
95

MEMORIA TECNICA DE LA TOMA DE LA PRESA "AGUA VIVA"

INGENIEROS:

ALEX KOSCHEWNIKOW
LUIS MIGUEL SUAREZ V.

DIVISION DE PROYECTO

ENERO-1971

	PAG.
SINTESIS	2
I - ANTECEDENTES	3
II - PROYECTO ORIGINAL	4
1) Generalidades.....	4
2) Descripción	5
3) Desvío del río durante la construcción	6
4) Capacidad Muerta	7
5) Planta Hidroeléctrica	7
6) Geología	9
III - MODIFICACIONES DEBIDAS AL DISEÑO DE LA PLANTA HIDROELECTRICA	10
1) Generalidades.....	10
2) Variantes Estudiadas	11
3) Variante definitiva	13
IV - MODIFICACIONES FINALES	14
1) Generalidades	14
2) Alternativas estudiadas.....	15
V - PROYECTO FINAL	19
1) Descripción General	19
2) Primera Etapa	21
A) Bifurcación	22
B) Pozo Disipador del Túnel Principal	28
C) Pozo Disipador del Túnel Secundario	32
3) Instalación de Compuertas	33
4) Segunda Etapa	45
A) Estructura de Rejillas	45
B) Túnel a Presión	48
C) Cámara	49
D) Túnel de Salida	51
E) Túnel de Conexión	52
5) Ventajas de la Solución Final	52
VI - EPILOGO	55
VII - BIBLIOGRAFIA	56
VIII - PLANOS DEL PROYECTO	59

S I N T E S I S

La presente publicación tiene por objeto exponer en forma secuencial el diseño de la toma para el "Sistema de Riego El Cenizo", la cual en primera etapa, debía servir para el desvío del Río Motatán, durante la construcción de la Presa de "Agua Viva".

Se presentan aquí los criterios de cálculos utilizados, así como las distintas alternativas consideradas hasta llegar a la solución final.

.....oOo.....

I - A N T E C E D E N T E S.

El proyecto de la presa y obras anexas en el sitio denominado "Agua Viva", Estado Trujillo, ha sido objeto de numerosos estudios e informes técnicos, así como de la elaboración de gran cantidad de planos.

En el archivo de la Dirección de Obras Hidráulicas, para la fecha de iniciación de estudios por parte de la Sección de Presas, existían unos 223 informes y estudios referentes al proyecto del Sistema de Riego "El Cenizo", de los cuales unos 90 se refieren directamente a las obras de "Agua Viva".

Básicamente existían dos "proyectos definitivos": el primero presentado en 1.954 por la "Oficina Aguerrevere" y "Estudios y Proyectos S.A."; y el segundo, que es una revisión del primero, elaborado en 1.960 por "Proyectos S.A."

A pesar de tener cierto parecido en los nombres, las dos compañías proyectistas eran totalmente diferentes. La primera - fué representada por los Ingenieros Aguerrevere y Tercero; y la segunda, por el Ingeniero Rafael de Los Ríos.

Los dos proyectos eran distintos y discrepaban en algunos criterios importantes del diseño. Por otra parte, ha transcurrido un tiempo apreciable desde esa época y ciertos aspectos generales de la región han cambiado, al mismo tiempo que se disponía de ma

yores informaciones básicas, lo que obligaba a efectuar una actualización general del proyecto, poniéndolo al día para su ejecución.

La abundancia y extensión de los estudios e informes - anteriores hacía imposible y a veces innecesaria la revisión total de los mismos, por lo tanto, la actualización del proyecto - por parte de la "Sección de Presas" se enfocó con miras a efectuar el mínimo trabajo adicional y a hacerlo de la manera más racional posible.

II - PROYECTO ORIGINAL.

1 - Generalidades:

El proyecto contempla la construcción de una presa en el sitio denominado "Agua Viva" en el Estado Trujillo, de unos 80 metros de altura, un aliviadero, y una toma. El propósito primordial del embalse es el riego, incrementando la superficie regada en el "Sistema de Riego El Cenizo", pero se prevé también la producción de energía hidroeléctrica, el control de inundaciones y los fines recreacionales.

En el proyecto original de la toma se contempla la excavación de un túnel mediante el cual se soluciona el problema del desvío del río durante la construcción de la presa. Dicho túnel se transformaría posteriormente en toma para riego y suminis-

tro de agua a la planta hidroeléctrica.

Con este proyecto se licitó la construcción de la obra.

2 - Descripción:

La toma está situada en el estribo izquierdo de la presa, y está constituida por una estructura de rejillas, situada por encima del nivel de azolves, a la entrada de un túnel inclinado de sección interior circular de 6 m de diámetro y de unos 30 m de longitud, este túnel se conecta en su parte inferior con otro horizontal de igual diámetro y una longitud de 160 metros, el cual en la parte posterior ensancha su diámetro hasta 7 m pero conservando la forma circular de la sección interior y su longitud es de 90 m hasta la salida. Dentro de este túnel se instalaría una tubería a presión, de acero de 5 m de diámetro. Este conducto se conectaría con la central hidroeléctrica y además, se preveen dos bifurcaciones con sus respectivas válvulas tipo "Hollow Jet" y sus pozos disipadores de energía. El diámetro nominal de las válvulas es de 60" (1,52 m), las cuales con su descarga satisfacen la máxima demanda de riego.

La estructura de entrada de la toma se adapta a la geología del lugar y contempla una rampa inclinada con rieles sobre los cuales se desplazan las rejillas y dos compuertas de emergencia de rodillos fijos cada una de 2,50 por 6,00 metros. La movilidad de las rejillas facilita efectuar los servicios periódicos de revisión y mantenimiento. La entrada fué diseñada en forma hi-

drodinámica para disminuir al máximo las pérdidas de carga y la posibilidad de cavitación. El túnel es visitable en su totalidad para la inspección y mantenimiento.

3 - Desvío del río durante la construcción:

Para estudiar el problema del desvío del río se efectuaron numerosos cálculos de paso de crecientes con diversos diámetros del túnel. Para el período programado de 4 años de construcción, y con 95% de probabilidad de que el río no pasaría por sobre la ataguía, la creciente máxima resultó ser de un período de retorno de 75 años, con un pico de $2.350 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Los datos hidrológicos y estudio de crecientes fueron suministrados por la División de Hidrometeorología.

El gasto máximo instantáneo registrado en un período de 25 años en "Agua Viva" es de unos $710 \text{ m}^3/\text{seg.}$

En base a la economía y teniendo en cuenta la seguridad se ha escogido un diámetro de túnel de 6 m, y la cota de la cresta de la ataguía en 230,00.

La descarga máxima del túnel adoptado es de $470 \text{ m}^3/\text{seg.}$ equivalente al gasto máximo de la canalización del río aguas abajo recientemente realizado. La capacidad del embalse formado por la ataguía es de unos 106 millones de m^3 . La ataguía se incorporó a la sección de la presa, para disminuir el costo de la obra.

Al terminarse la construcción de la presa la primera parte del túnel horizontal por el cual se efectuó el desvío, se cierra mediante un tapón de concreto, usándose el resto en combinación

con el túnel inclinado, como toma de agua para riego y la planta hidroeléctrica.

4 - Capacidad muerta:

Los estudios efectuados con anterioridad de las aportaciones de sedimentos al embalse presentaban discrepancias en los resultados. A petición de la Sección de Presas la División de Hidrometeorología actualizó los estudios de los azolves acarreados por el río y con estos nuevos datos se efectuó según los métodos del U.S. Bureau of Reclamation la distribución de sedimentos en el embalse, resultando el nivel muerto al pie de la presa con una cota de 220,00 aproximadamente para un período de 100 años.

Sin embargo, razones de construcción, de selección de las turbinas, y de operación de la planta hidroeléctrica obligaron a fijar la entrada de la toma en la cota 225,00, y el nivel mínimo de operación en la cota 240,00.

5 - Planta Hidroeléctrica:

Siendo una de las funciones de la toma suministrar agua para la planta hidroeléctrica, ésta debería tener características propias, tales como mínimas pérdidas de carga en el conducto, satisfacer el régimen de uso del agua para riego por descarga de la planta y garantizar una satisfactoria regulación de ésta; es decir, al variar las cargas eléctricas la maquinaria principal de la

planta debería trabajar satisfactoriamente y las variaciones del flujo de agua en el túnel no debería producir aumento de presión fuera de los límites permisibles.

Los proyectistas no solo resolvieron estos problemas, si no que estudiaron en conjunto con C. A. D. A. F. E. la posibilidad de producir en Agua Viva energía eléctrica e iniciar en Venezuela una nueva era en la cual la energía eléctrica permitiría a la Nación recuperar la inversión en riego através de la venta de la misma; tal como se hace en diversos países, tales, como por ejemplo en U. S. A., España y otros.

Los estudios efectuados mostraban la utilidad de la construcción de una planta hidroeléctrica de unos 20.000 a 30.000 Kw. de capacidad instalada, y la cual debería trabajar durante cortos - períodos de picos máximos de demanda eléctrica, y además como planta complementaria del Sistema Hidroeléctrico de Santo Domingo, llegándose a alcanzar durante la temporada seca, con su pequeña potencia instalada, a producir hasta un tercio de la energía generada en el referido sistema combinado; es decir, durante la temporada de lluvias la energía eléctrica es producida en la planta de - Santo Domingo y durante la temporada seca cuando el caudal del - Río Santo Domingo disminuye apreciablemente comienza la temporada de riego en Agua Viva cuyas aguas turbinadas generan la energía eléctrica, complementándose mutuamente.

La venta de unos 140 millones de KWh de energía eléctrica

anualmente con el "Sistema de Riego El Cenizo" desarrollado, y en el prolongado tiempo de desarrollo de la zona de riego, una cantidad substancialmente mayor, permitirían a la Nación la recuperación - del capital invertido en las obras de embalse Agua Viva.

6 - Geología:

Con el fin de actualizar la geología del lugar y efectuar correctamente los cálculos estructurales así como para poder mostrar el tipo de roca a las compañías constructoras, se excavó un túnel de exploración siguiendo el mismo alineamiento del futuro túnel de la - toma.

Mediante este túnel de exploración se pudieron conocer con mucha exactitud las formaciones geológicas de la zona. Se efectuó el levantamiento geológico en detalle, encontrándose que los estratos es taban constituidos por areniscas cuarcíticas y lutitas carbonosas, con diferentes interestratificaciones de estas dos rocas predominantes. - Se observó también la existencia de grietas y varias fallas.

Las exploraciones de este tipo no solo facilitaron la construc ción de los túneles, sino que permitieron con ayuda de la investigación microsísmica determinar exactamente las cargas de roca sobre las - estructuras obteniéndose de esta forma una economía adicional y seguridad de la obra.

III - MODIFICACIONES DEBIDAS AL DISEÑO DE LA PLANTA HIDROELECTRICA.

1. Generalidades.

El proyecto original se adaptó al diseño de la planta hidroeléctrica de unos 31.000 KW, efectuado por la Compañía Electro-Watt Ingenieurs - Conseils A.S., Zürich, Suiza.

Según el programa de construcción de las obras del embalse Agua Viva, C.A.D.A.F.E. exigía la terminación de la planta hidroeléctrica a fines del año 1.971. Por el plazo relativamente corto y para evitar interferencia en los trabajos de la planta hidroeléctrica, se necesitaba desviar el río durante la construcción fuera del área de trabajo de la misma. Para este fin se estudiaron dos alternativas: la bifurcación del túnel y la construcción de un túnel adicional para el desvío de las aguas. La selección de una de estas alternativas constituyó la dificultad básica de diseño de la planta hidroeléctrica, el problema aparentemente sencillo se complica si se toman en cuenta todos los factores que lo afectan, tales como son: geología, construcción, costos, gastos de descarga, posibilidad de bajar el nivel de agua del embalse, funcionamiento y revisión de los túneles, su longitud, regulación y estabilidad de la turbina-generador, suministro del agua para riego durante todo el período de construcción y empleo del túnel de exploración. Además, era necesario, por razones de regula

ción y estabilidad de la maquinaria principal de la planta, aumentar el diámetro interior del túnel de 6.00 hasta 6.30 m.

2. Variantes estudiadas.

Básicamente se presentaron dos variantes las cuales describimos a continuación:

Variante A:

Esta variante es similar al proyecto original de la toma, consta de una nueva estructura de rejillas y túnel de diámetro interior 6.30 m, común para el riego y la planta hidroeléctrica. El tramo final de ésta se bifurca en un túnel para la planta y otro de 110 m de longitud, que servía durante la construcción para el desvío del río y que posteriormente se usaría como descarga para riego.

Variante B:

Esta variante se caracteriza básicamente, por la construcción de dos túneles de igual diámetro interior de 5.40 m. Uno para uso de la planta hidroeléctrica y otro, paralelo al primero con 50 m de separación, para el desvío del río durante la construcción y el cual posteriormente se convertía en la toma de riego.

Las ventajas y desventajas de ambas variantes son las siguientes:

1. Los costos de ambas variantes son aproximadamente igua-

les, siendo ligeramente inferior el de la Variante B, según las estimaciones de la Compañía Electro-Watt.

2. La construcción de la Variante B, es más sencilla.
3. La longitud del túnel para la planta en el caso B, es menor, lo que es ventajoso para la planta.
4. En la Variante B, la regulación y la estabilidad del trabajo de la turbina-generador, es superior.
5. En la Variante B, las operaciones de la planta y de la válvula de riego son independientes y por lo tanto, se facilita la inspección de los túneles y conductos sin ninguna interrupción del servicio de riego.
6. En la Variante B, la estructura de las rejillas del túnel de riego se puede ubicar a una cota más baja que la entrada de la planta, disponiéndose así de una capacidad mayor de reserva de agua en el embalse para épocas críticas de sequía.
7. En casos de emergencia en la estabilidad de la presa o los estribos, el túnel para riego serviría para bajar el nivel del embalse a una mayor rata y hasta una cota más baja - que en la Variante A.
8. La Variante B permite suplir el agua para riego durante la construcción con mínimas interrupciones.

Las ventajas arriba descritas son muy importantes y hacen más recomendable la Variante B.

3. Variante definitiva.

Una desventaja de ambas variantes es la del no aprovechamiento del túnel de exploración, cuyo volúmen de roca excavado superaba los 3.000 m³.

La existencia de este túnel no solo significa una apreciable disminución del costo de la construcción, sino que representa una facilidad de excavación del túnel y además, su utilización evitaría posibles malentendidos con la Compañía Constructora de la presa, ya que no implica cambios radicales del proyecto vigente.

Estas razones obligaron a buscar la solución que tuviese todas las ventajas descritas anteriormente y eliminaba a la vez las desventajas existentes, las cuales dieron origen a la tercera variante definitiva.

En esta solución definitiva el túnel de exploración se aumentará hasta el diámetro requerido de 5,40 m y por él se hará el desvío del río durante la construcción. En la entrada se ubicará una estructura de rejillas sumergida para la posterior extracción de aguas para riego. La compuerta de emergencia se instalará aguas abajo de la pantalla de inyecciones de la presa y la compuerta de regulación se ubicará en la salida del túnel inmediatamente aguas arriba del pozo disipador original cuyo diseño y modelo hidráulico se realizaron en Zürich.

El túnel para la planta era paralelo al de exploración y a unos 25 m de separación entre ejes. El diámetro interior era 5,40 m.

y su alineamiento recto permitía acortar su longitud en unos 40 m, mejorando aún más el trabajo de la planta. El canal de aproximación y la estructura de entrada son similares a las variantes anteriores.

En base a esta solución se inició la construcción de la obra.

IV - MODIFICACIONES FINALES.

1. Generalidades:

Cuando el túnel de riego estaba excavado y encostillado en su mayor parte, la empresa eléctrica C.A.D.A.F.E. cambió los planes, desinteresándose por la planta hidroeléctrica en Agua Viva, cuya construcción fué eliminada.

Esta decisión de última hora hizo cambiar por completo el enfoque del proyecto y prácticamente fué necesario comenzar todo desde el principio teniendo en cuenta la reactualización del estudio de crecientes del río Motatán en Agua Viva realizado por la División de Hidrología y el hecho de que el túnel de sección circular y diámetro interno 5,40 m ya estaba prácticamente construido y que para la cota de la cresta de la ataguía fijada en 230,00, la descarga máxima era $256 \text{ m}^3/\text{seg.}$; valor insuficiente para aliviar una creciente como la considerada en el proyecto original. La disminución de descarga era en función de dos factores: la dis

minución del diámetro interior del túnel y el aumento en unos 140 m de longitud del mismo, debido a la imposibilidad de interrumpir el tráfico por las carreteras existentes.

2. Alternativas estudiadas:

Las alternativas estudiadas se basaron en la facilidad de construcción, en los requisitos de desvío y su empleo como toma para riego.

Básicamente según los requisitos primarios, anteriormente descritos, se presentaron 4 posibles soluciones:

- a) Un solo túnel de 5,40 m de diámetro, subiendo la cota de la ataguía.
- b) Un solo túnel, pero aumentando el diámetro de manera de obtener el caudal requerido durante la desviación, sin aumentar la cota de la ataguía.
- c) Construcción de un segundo túnel aproximadamente paralelo al primero e independiente de éste, sin aumentar la cota de la ataguía.
- d) Hacer una bifurcación en el túnel ya construído.

A continuación pasamos a discutir cada una de estas alternativas:

- a) La idea de dejar un solo túnel y aumentar la cota de la ataguía hasta obtener una buena regulación con el embalse y un caudal suficiente para garantizarnos un factor de seguridad.

dad satisfactorio durante el alivio de las crecientes del río, fué estudiada a fondo.

Numerosos tránsitos de avenidas fueron realizados de acuerdo con el nuevo estudio realizado por la División de Hidrología y para distintas combinaciones de los "picos" de estas crecientes con diferentes "gastos base" de las mismas, llegándose a la conclusión de que la ataguía debería tener una cota superior a 235,00 y de todos modos debido a la relativa pequeña descarga, existía un riesgo de cierta magnitud.

Por razones constructivas se consideró que la cota de la ataguía no debería ser superior a 235,00, lo que corresponde a una altura de la misma de 32 m aproximadamente, se pueden ver fácilmente las dificultades constructivas que surgirán en la construcción de una ataguía de estas dimensiones, que ya de por sí constituye una verdadera presa, y teniendo muy en cuenta en este caso, la gran importancia del factor tiempo en el proceso de construcción, por lo cual esta alternativa fué eliminada.

- b) La construcción de un segundo túnel paralelo al primero y con la misma sección, presenta fuertes desventajas económicas en cuanto a su justificación.

Una vez terminada su misión de desvío del río durante la construcción de la presa este segundo túnel no cumpliría

ninguna función y debería ser taponado. Por lo tanto esta posible alternativa fué eliminada.

- c) La posibilidad de aumentar el diámetro del túnel, sin subir la cota de la ataguía, presenta grandes dificultades constructivas. En primer término considerando el hecho de que el túnel está totalmente excavado y se tendrían que remover todas las costillas del túnel las cuales quedarían inservibles. Después de aumentar la sección sería necesario instalar nuevas costillas de mayores dimensiones. Esta solución aparte de lo costosa, resulta complicada e impráctica, por lo que fué descartada.
- d) La cuarta alternativa fué la que reunió más ventajas y por esto fué la seleccionada para el proyecto final.

Fueron estudiadas diversas posiciones de la bifurcación, - siendo los casos límites las alternativas "a" y "c" anteriormente descritas, cuando la bifurcación está en la salida y entrada del túnel, respectivamente.

La bifurcación del túnel principal, en la progresiva 386, 93, logra un aumento considerable en la descarga a un costo relativamente pequeño.

Esta solución tiene como ventaja principal, aparte de proporcionar la seguridad aceptable durante la desviación del río, - la del aprovechamiento total de ambos túneles, los cuales proporcionan una gran facilidad y seguridad de operación de la toma pa-

ra riego.

Más adelante, se hace una descripción detallada de la alternativa seleccionada indicando los criterios del diseño y enumerándose las ventajas de esta solución.

De acuerdo al posterior empleo del sistema de desvío, como toma de agua para riego, fueron analizadas varias alternativas y las diversas combinaciones de éstas:

1. Torre-toma alta en la entrada del túnel.
2. Compuerta de emergencia ubicada en una cámara inmediatamente aguas abajo de la pantalla de inyecciones de la presa, colocando la compuerta de regulación en la misma cámara, o en la salida del túnel. Se estudió una variante con las dos compuertas ubicadas al final del túnel, cuyo último tramo era blindado con acero.
3. Para la conducción del agua se estudiaron: el blindaje, una tubería de acero a presión y el uso del túnel como canal.
4. Para el acceso se estudiaron las posibilidades a lo largo del túnel funcionando como canal y a lo largo del conducto forzado. Se estudió también, el acceso vertical hacia la cámara de compuertas por escaleras, e inclusive, con el uso de un ascensor. El acceso por un túnel auxiliar facilitó y aseguró las operaciones normales y de emergencia, así como, la posibilidad de reparación de las compuertas.

La variante del túnel auxiliar fué la que contó con mayores ventajas y constituyó la solución final la cual describimos a continuación.

V - PROYECTO FINAL

1) Descripción general:

Ya explicamos brevemente esta solución y su esquema, correspondiente a la primera etapa, puede verse en la figura 1.

Esta solución consta de un túnel principal de diámetro interior igual a 5.40 m en la boca del cual se encuentra la entrada para el desvío del río durante la construcción. Unos 20 m aguas abajo se encuentra la torre-toma sumergida con la estructura de rejillas.

En la progresiva 386,93 el túnel se bifurca saliendo paralelamente con separación de 25 m un túnel secundario de sección en herradura y con diámetro de 4.00 m el cual ayuda a aliviar las crecientes y posteriormente, se utiliza como acceso a la cámara de compuertas.

En la progresiva 462,00 del túnel principal está ubicada la cámara de compuertas con las dimensiones siguientes: 8,65 m de largo; 11,00 m de ancho y 16,00 m de alto. En ella irán ubicadas, en la segunda etapa, dos compuertas idénticas de tipo deslizante, una para emergencia y otra para regulación, de 1,80 por 2,80 m. Las transiciones de entrada y salida de las compuertas están blindadas. La compuerta de regulación, como indica su nombre, regula el caudal necesario para riego y descarga directamente al túnel el cual funcionará como canal.

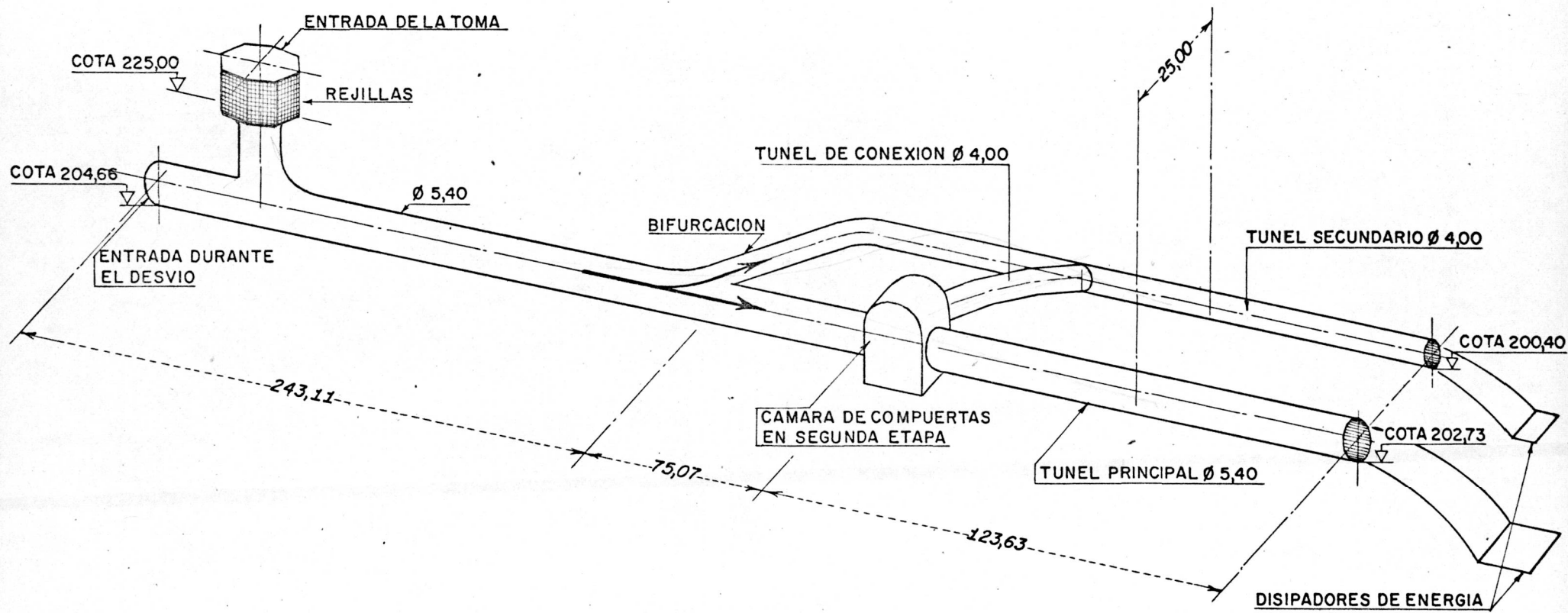


FIGURA 1
 ESQUEMA DE LA SOLUCION FINAL

Existe un tercer túnel de unos 18 m de longitud llamado - "túnel de conexión", el cual tiene la misma sección que el túnel secundario y une éste con la cámara de compuertas, proporcionando el fácil y seguro acceso para reparaciones y operaciones comunes y de emergencia.

A la salida de ambos túneles, para la primera etapa, se en encuentran sendos disipadores de energía del tipo "Sloping-Apron" que descargan las aguas al río Motatán. El pozo disipador del túnel prin cipal será usado posteriormente, sin modificaciones, como parte de la toma.

Entre los portales de salida de ambos túneles y los pozos se proporcionó suficiente espacio para una carretera de dos sentidos para el transporte de los materiales de construcción de la presa desde los préstamos 4, 9 y 10 situados aguas abajo.

Este sistema de túneles de la solución final está sometido a dos funcionamientos básicos diferentes: desvío y toma de riego. - Entre estos dos existe una etapa de transición durante la cual se instalarán las compuertas y vaciarán los tapones del concreto. A continuación describimos detalladamente cada una de estas etapas.

2) Primera etapa: Una vez construídos los túneles se inicia la construcción de la ataguía, la cual permitirá desviar el río por la entrada provisional del túnel principal, funcionando el desvío como un túnel bifurcado con dos salidas independientes y sus respectivos disipadores de energía, ver figura 1.

La entrada provisional para el desvío, se diseñó en forma abocinada elípticamente para producir mínimas pérdidas de carga. Inmediatamente aguas abajo de la entrada se prevé una ranura para la colocación de tabloncillos de cierre.

En esta etapa los dientes del tapón principal, así como los del secundario y del provisional (ver fig. 5), se taparán con concreto pobre para disminuir las pérdidas de carga por la rugosidad de las mismas y así aumentar la descarga durante el alivio de las crecientes.

A) Bifurcación: El túnel principal solo, es capaz de descargar un caudal máximo de $272 \text{ m}^3/\text{seg.}$ correspondiente a una cota de la ataguía de 233,00.

Como ya mencionamos anteriormente, elevar la cota de la ataguía trae consigo problemas de tipo constructivo, principalmente en cuanto se refiere al tiempo disponible para su construcción, pues hay que tener en cuenta que esta ataguía ya constituye por sí sola una verdadera presa. Consideramos que para tener un factor de seguridad aceptable contra las avenidas del río el túnel debería ser capaz de evacuar una crecida correspondiente a un período de retorno cercano a 50 años y tener una descarga como mínimo de unos $400 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Por lo tanto, sería necesario que el conjunto de túneles descargara el caudal total requerido; éste es el objetivo de nuestro diseño, cuyo método de cálculo se expone a continuación; ver figura 2.

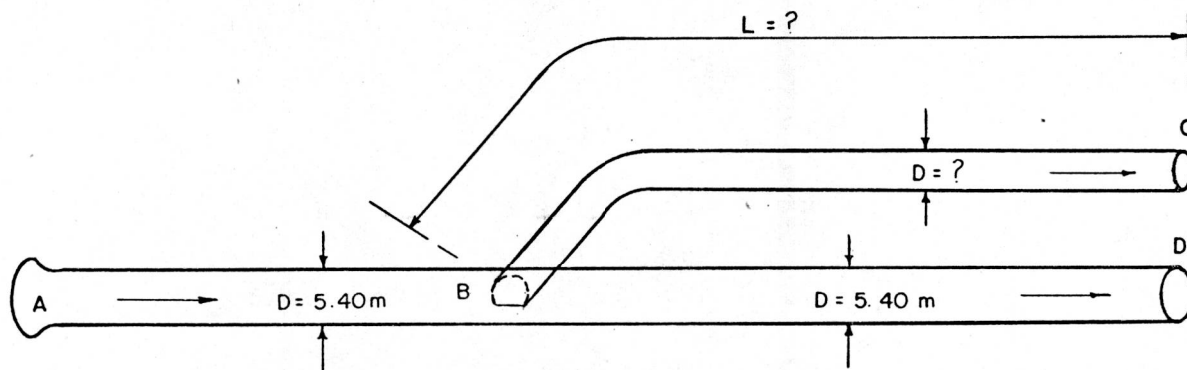


FIGURA 2

Se puede formar un sistema de 4 ecuaciones con 4 incógnicas de la siguiente manera:

- Nivel de energía en "A" igual a nivel de energía en "B" más las pérdidas de carga en el tramo "AB".
- Nivel de energía en "B" igual a nivel de energía en "C" más las pérdidas de carga en el tramo "BC".
- Nivel de energía en "B" igual a nivel de energía en "D" más las pérdidas de carga en el tramo "BD".
- Caudal en el tramo "AB" igual al caudal en el tramo "BC" más el caudal en el tramo "BD".

En este sistema de ecuaciones podemos despejar los caudales de cada túnel, pero notamos que existen dos parámetros con

los cuales podemos hacer infinitas combinaciones, éstos son, la longitud y el diámetro del túnel secundario. (L y D).

Nuestro problema consiste en hallar la combinación más económica de D y L que nos proporcione el caudal necesario para los requisitos del desvío.

Como es lógico, para un diámetro fijo, a medida que el punto "B" se desplaza hacia aguas arriba el caudal por el túnel secundario aumenta para una cota fija de agua en el embalse, cuyo caso límite sería el de dos túneles paralelos y a medida que se desplaza aguas abajo el caudal disminuye, llegándose al caso de un solo túnel.

Se hicieron numerosos cálculos basados en distintas combinaciones de longitud y diámetro del túnel secundario encontrándose que la solución más conveniente y económica era un túnel en herradura con diámetro interno igual a 4 m. La longitud del túnel secundario correspondiente a este diámetro resultó ser de unos 200 m aproximadamente, pero la ubicación exacta del punto "B" se eligió en base a la geología del túnel, ya que en esta zona tendríamos una considerable excavación que necesariamente debería ubicarse en una zona de roca de buena calidad. El punto "B" fué fijado en la progresiva 386,93 que reúne todos estos requisitos, quedando la longitud del túnel secundario en 192,58 m. De esta forma la descarga de ambos túneles correspondientes a la cota de ataguía 233,00 es de 400 m³/seg. capaz de dar paso a una creciente con una frecuencia cercana a los 50 años.

El diseño de la bifurcación se hizo basándose en la malla de flujo, para 3 diferentes posibilidades de unión de los túneles, tratándose de evitar siempre la separación del flujo con la consiguiente posibilidad de cavitación.

Las mallas de flujo se dibujaron por el método de tanteo, llegándose a la conclusión de que el radio mínimo de curvatura de la pared exterior de la bifurcación debería ser de 17 mts., debido a la incertidumbre del método empleado, así como el hecho de encontrarnos en una zona del túnel donde existen presiones bajas, se decidió tomar un radio de curvatura de 26 m para tener un cierto margen de seguridad respecto a la cavitación.

También se proporcionó en esta zona un recubrimiento de concreto de 10 cm en prevención de que eventualmente se pueda presentar el fenómeno de la cavitación y se especificó en los planos que el concreto debe presentar una superficie lo más lisa posible.

Se dibujaron numerosos perfiles a lo largo de la bifurcación para comprobar que no existían puntos angulosos o quiebres bruscos en los alineamientos de las paredes de la misma.

Mediante la malla de flujo también se determinó que para obtener una mayor eficiencia en la bifurcación sería necesario la ubicación de una arista divisoria en el punto "B" la cual distribuye el flujo en la forma deseada, es decir $272 \text{ m}^3/\text{seg.}$ por el túnel principal y unos $130 \text{ m}^3/\text{seg.}$ por el secundario.

De no existir este cuchillo divisorio, el flujo se iría en su

mayor parte por el túnel principal y el caudal evacuado por el túnel secundario sería mucho menor que el esperado. Por consiguiente - la nariz en el punto "B" es de vital importancia para lograr que am - bos túneles descarguen los caudales previstos.

Esta nariz también tiene una función estructural, la cual consiste en proporcionar un apoyo al techo del túnel en la bifurcación en el sitio de mayor luz libre.

Las curvas de descarga de cada túnel por separado y la cur - va del conjunto para distintas cotas del agua en el embalse se presentan en la figura 3.

La verificación del complejo funcionamiento de la bifurcación se efectuó con un modelo hidráulico en el laboratorio de la Direcc - ción, el cual confirma todas las estimaciones efectuadas durante el - diseño.

DESVIO-PRIMERA ETAPA CURVAS DE DESCARGA DE LOS TUNELES

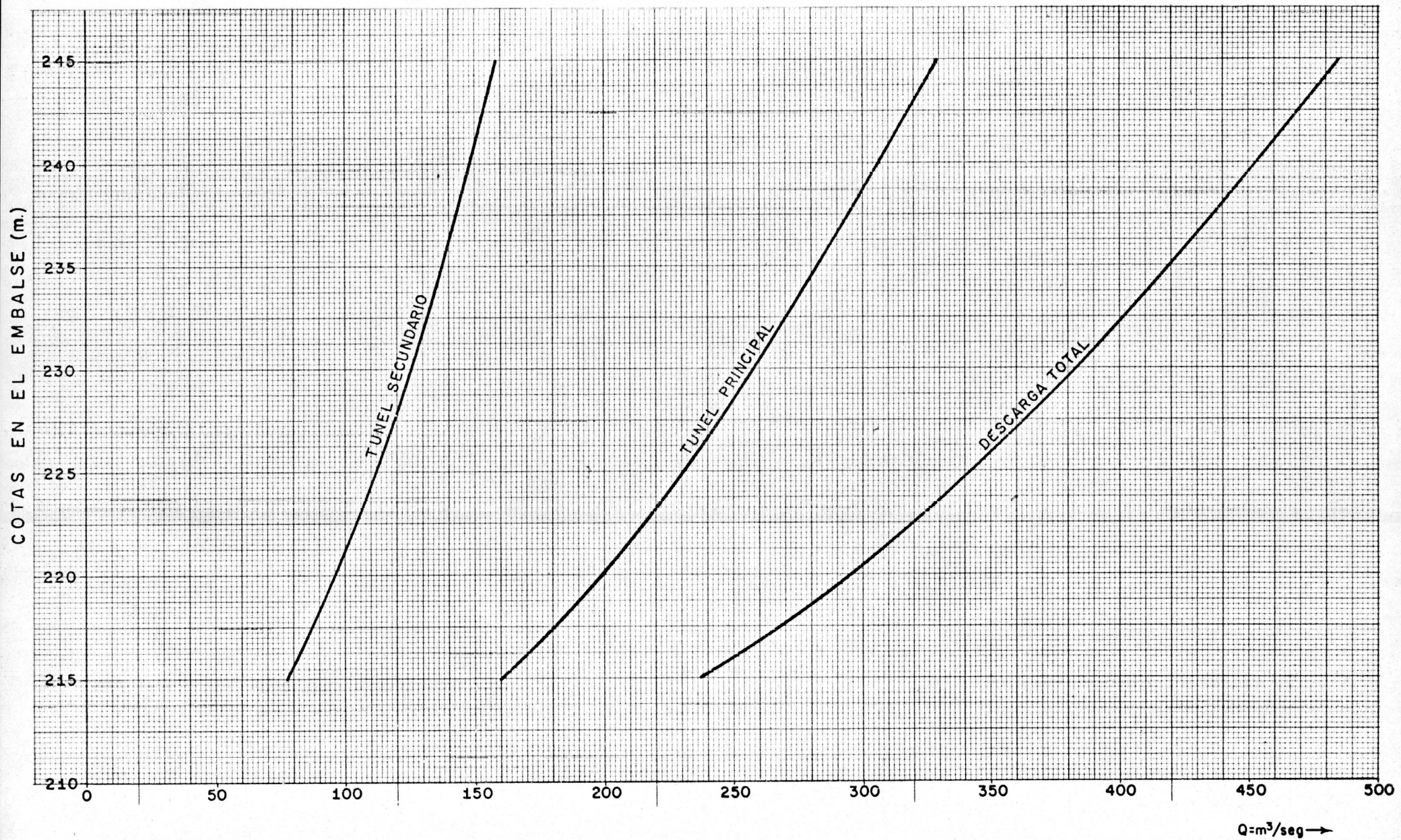


FIGURA 3

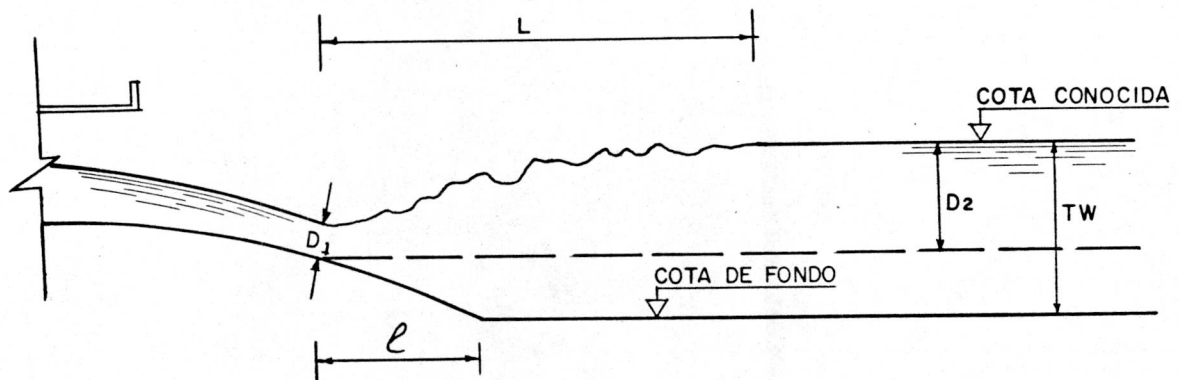
B) Pozo disipador del túnel principal: A continuación del portal de salida del túnel principal se encuentra una transición de 15 m de longitud en la cual el conducto pasa de sección circular a sección cuadrada en el fondo y semicircular en la parte superior, esta transición es gradual calculada de acuerdo con el criterio del U. S. Bureau of Reclamation. Por sobre esta transición pasa una vía de acceso al túnel secundario, por lo que la transición deberá soportar la carga producida por vehículos de distintas clases.

Al final de la transición de salida comienza la expansión y caída del canal. El ángulo de expansión de las paredes laterales fue calculado de acuerdo al número de Froude de la corriente para evitar la separación del flujo.

La caída tiene la forma de una parábola correspondiente a la trayectoria de un chorro con la misma velocidad horizontal que la lámina vertiente y en caída libre. Para evitar cualquier posible separación de la lámina debido a imperfecciones en la construcción del rápido se multiplicaron todas las distancias horizontales por 2. La parábola continúa hasta alcanzar la pendiente de 3 a 1 y a partir de ese punto continúa una recta con esa misma pendiente.

El pozo disipador es del tipo Sloping-Apron que consta de la caída antes mencionada y un estanque horizontal de concreto con un dentellón y un pequeño deflector al final cuyo objeto es elevar la corriente de fondo y evitar erosión en la salida. El resalto se comienza a formar en el rápido y continúa en la parte horizontal.

Este pozo disipador se diseñó de acuerdo a los gráficos y recomendaciones de la publicación "Hydraulic Desing of Stillling Basins and Energy Dissipators" por A. J. Peterka del U.S. Bureau of Reclamation. Se utilizó para el diseño el siguiente procedimiento de tanteo (figura 4):



F I G U R A 4

a) Dibujar el perfil de agua en el rápido despreciando - las pérdidas de carga por fricción y expansión para estar así en favor de la seguridad, conociéndose por lo tanto la velocidad y - el número de Froude en cada punto de la caída.

b) Elegir un punto del rápido en el cual se supone que comienza a formarse el resalto, por ejemplo, el punto N° 1 a - una distancia " l " desde el pie del rápido.

c) Calcular el número de Froude, F_1 en el punto arbitrariamente escogido.

d) Con F_1 en el gráfico de la fig. 31 (pág. 63 de la referencia citada) para un resalto formándose en una superficie horizontal hallamos D_2/D_1 , relación de profundidades conjugadas del resalto, como conocemos D_1 que es la profundidad de la lámina en el punto elegido, podemos despejar D_2 .

e) Como la cota del nivel de agua a la salida del pozo es conocida ya que depende del gasto de salida y de las características del canal de descarga, se recomienda que este tipo de disipadores se diseñen con un factor de seguridad contra el lavado del resalto de 1,3; es decir, que $\frac{TW}{D_2} = 1,3$, y se obtiene la cota de fondo del disipador para el primer tanteo efectuado.

f) Con TW/D_2 en la fig. 36 (pág. 71) y con la pendiente correspondiente a nuestro rápido obtenemos ℓ/D_2 , de donde despejamos " ℓ ". Si " ℓ " coincide con el punto elegido al principio el tanteo se termina aquí, de lo contrario se elige un nuevo punto que coincide con el " ℓ " obtenido y se repite el proceso hasta que ambos coincidan. Este método es rápidamente convergente.

La longitud total del resalto " L " se obtuvo de la fig. 33 (Pág. 65) resultando ser de 60 m aproximadamente para el caudal máximo. En general, se recomienda para el diseño que el 60% de la longitud total o sea 36 m del resalto queden dentro del pozo disipador, como en este caso el resalto se forma 16 m aguas arriba en el rápido, fué necesario un pozo horizontal de concreto de 20 m de longitud. Por motivo de que el resto del resalto de

24 m de longitud, está sobre la fundación de la roca, no se consi
deró necesario un mayor recubrimiento del fondo del canal de des
carga.

El caudal de diseño para este pozo disipador fué de 300
 $\text{m}^3/\text{seg.}$ que es el máximo posible durante el desvío, para el cál-
culo del nivel de agua a la salida "TW" se consideró también la -
descarga del túnel secundario como unos $100 \text{ m}^3/\text{seg.}$ adicionales.

El funcionamiento del pozo disipador se chequeó para to-
do el rango de caudales menores al de diseño obteniéndose en todos
los casos, factores de seguridad contra el lavado del resalto mayo-
res que el obtenido para el gasto de diseño.

Debido al hecho de estar situada esta estructura por deba-
jo del nivel freático, en una zona rodeada por grava bastante permea-
ble, se consideró muy difícil desde el punto de vista constructivo -
instalar una red de drenaje constituida por tubos con juntas separa-
das en lechos de grava para el alivio de las subpresiones, tal como
se acostumbra a hacer en este tipo de estructuras.

La magnitud de las subpresiones se determinó suponiendo
que el resalto se pudiera lavar quedando solo la lámina de agua ver
tiente en el disipador, y en el exterior de éste la cota de agua corres
pondiente al nivel normal en el canal de descarga para el gasto máxi
mo.

La subpresión máxima posible fué contrarrestada con el pe
so propio de la estructura y el peso de la tierra de relleno que se a-

poya en los costados de la misma, ver planos anexos, además la placa de fondo fué fijada a la roca mediante anclajes con capacidad de 7 toneladas cada uno y formando una retícula de 4 m de lado.

C) Pozo disipador del túnel secundario: A continuación del portal de salida del túnel secundario se encuentra un conducto con la transición de salida de 10 mts. de longitud. Todo el conducto se desvía en total un ángulo de 15° separándose del túnel principal - con el objeto de alejar la corriente de agua del disipador de éste y evitar cualquier posible socavación del mismo.

Tanto el mencionado conducto de salida como su disipador son obras con carácter provisional que solamente se utilizan durante el desvío del río. En segunda etapa deberán ser removidos de sus sitios ya que el túnel secundario servirá de acceso a la cámara de compuerta, por lo tanto se deben tomar las previsiones necesarias para el retiro de estas estructuras en segunda etapa.

El cálculo del disipador es exactamente igual al del túnel principal, pero teniendo en cuenta su carácter provisional se decidió reducir su longitud al mínimo posible; para ello, y teniendo en cuenta la calidad de la roca de fondo, se eliminó por completo la - parte horizontal del pozo disipador, sustituyéndose por un bloque - de concreto en masa con peñones de sección trapecial, ver planos anexos, de 3 m la base del fondo y 5 m de altura. Las dimensiones de este bloque se calcularon de modo que tenga el peso necesario para soportar, simplemente apoyado sobre la roca de fondo, el impac

to director de la lámina de agua correspondiente al caudal máximo del pozo disipador, de forma que una erosión regresiva no pueda pasar más atrás del bloque.

La construcción de este bloque resulta muy económica ya que no se necesita achicar el agua, solo es necesario vaciar un concreto que frague bajo el agua al mismo tiempo que se agregan peñones del río.

El caudal de diseño del túnel secundario fué de $100 \text{ m}^3/\text{seg.}$
y con este mismo valor se calculó el nivel del agua en el canal de descarga, siendo la situación más desfavorable para el lavado del resalto, la etapa en que está cerrado el túnel principal.

El análisis de subpresiones se hizo en la misma forma que en el disipador principal, venciendo las mismas con el peso propio de la estructura, el peso de la tierra de relleno que se apoya en sus costados y fijando la placa de fondo del rápido a la roca mediante anclajes con capacidad de 7 toneladas cada uno, formando una retícula de 4 m de lado.

Los túneles funcionarán en esta forma durante todo el período del desvío del río y permitirán la construcción de la presa, una vez concluída la misma, se efectuará la instalación de compuertas y el vaciado de tapones haciéndolos aptos para el funcionamiento de la segunda etapa, como toma para riego del Sistema El Cenizo.

3) Instalación de compuertas: Para poder instalar las compuertas

es necesario escoger la temporada menos lluviosa, cuando la es
rrentía del río Motatán es mínima. Analizando el período de registr
os en la estación de Agua Viva, encontramos que los 3 meses más
secos son: Enero, Febrero y Marzo.

Por lo tanto, a principios del mes de Enero, del año siguient
e al terminar la construcción de la presa y cuando el caudal del río
baja, digamos a unos $20 \text{ m}^3/\text{seg.}$, se puede iniciar la colocación del
tapón provisional entre la bifurcación y la cámara de compuertas par
a poder desviar el agua del río solo por el túnel secundario, lo que
constituye el paso A. (Ver figura 5).

PASO A: El tapón provisional del túnel principal está ubicado en la
progresiva 425,00 del mismo. La elección de este sitio para el tap
ón provisional se hizo basándose en la geología, teniendo en cuenta
que la roca adyacente debe ser capaz de soportar las presiones transmi
tidas por el tapón. La función del tapón provisional es la de propo
rcionar una barrera impermeable que puede ser constituída por tabl
eros de cierre (stop log's), ya sean éstos de acero, madera o de -
concreto, pero preferiblemente de acero, lo cual permitirá soldar -
las uniones impermeabilizándolas. Como otra variante, se puede pens
ar en usar conjuntamente con tableros resistentes un manto de plásti
co de varias capas con el fin de evitar el paso del agua através de ésto
s.

Durante la construcción se dejan ranuras para la instalación
de tablones, en la primera etapa estas ranuras se cubrirán con con-

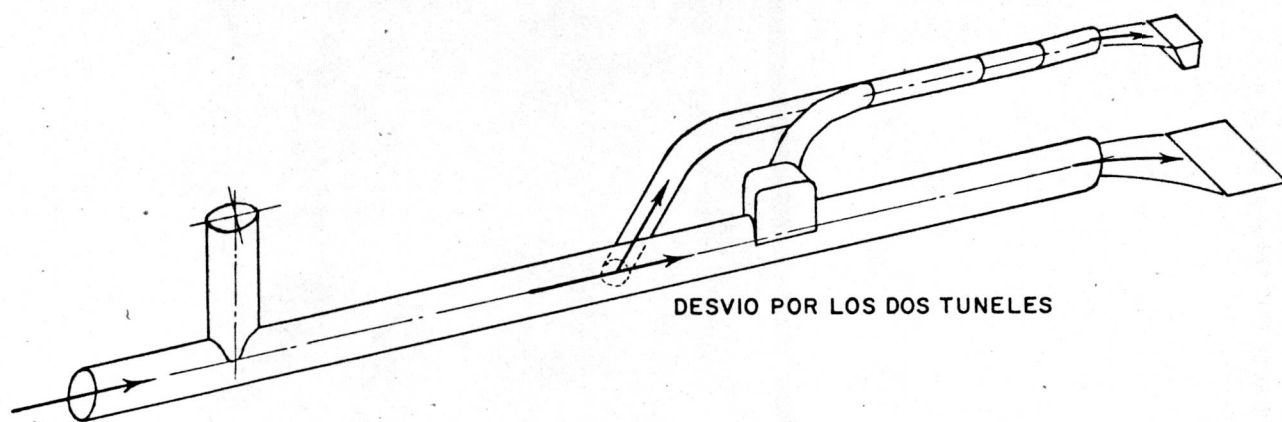
creto pobre para reducir las pérdidas de carga durante el desvío, -
tomándose las provisiones necesarias para su posterior demolición.
Una vez instalada la cámara de compuertas se procederá a rellenar
dichas ranuras con concreto de la misma calidad que el del resto del
túnel.

La operación de colocación debe concluirse lo más rápidamente posible, pero inmediatamente antes se debe interrumpir el pa
so de agua por el túnel principal por un tiempo necesario para efectuar la colocación de este tapón provisional.

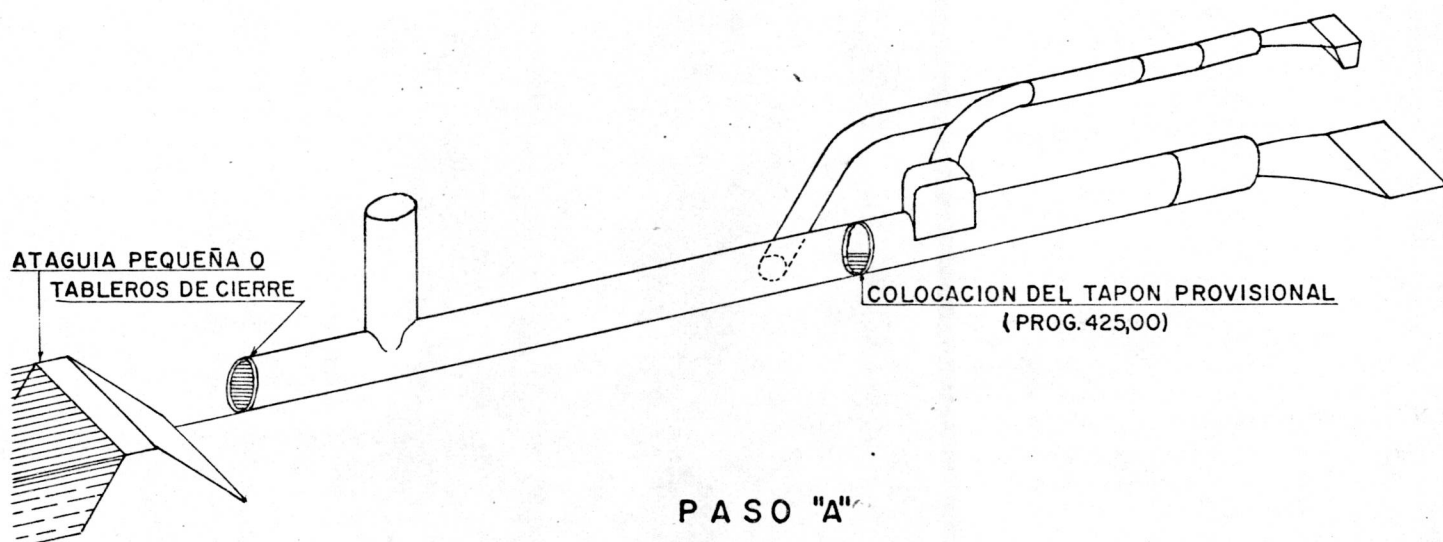
La interrupción del paso del agua através del túnel principal se puede efectuar de dos maneras: Primera, introducir temporalmente
tablones o una compuerta de cierre (stop log's) a la entrada del túnel principal y quitarla después de terminar el trabajo de colocación; la segunda manera es la construcción de una pequeña ataguía en el ca
nal de aproximación del túnel principal y almacenar con ésta el agua del río por unas horas necesarias para la colocación del tapón provisional.

Al mismo tiempo el pozo disipador del túnel principal se debe rellenar con grava del río y hasta la cota 201,50 para permitir la entrada de camiones por el túnel principal transportando las compue
tas y demás equipos anexos.

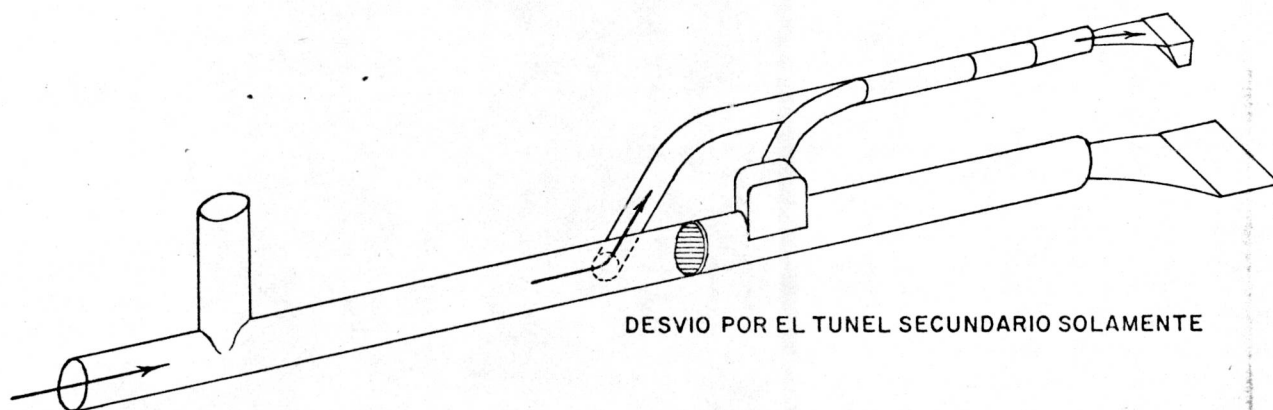
PASO B: Una vez instalado el tapón provisional del túnel principal se procederá a hacer el desvío del río por el primer tramo del túnel prin
cipal y por el túnel secundario, suministrando sin interrupción agua -



PRIMERA ETAPA



PASO "A"

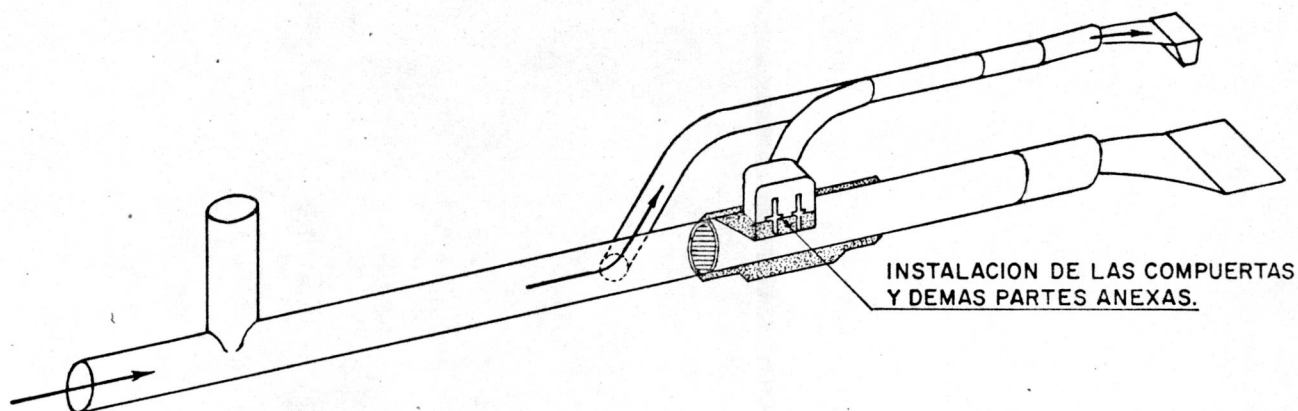


PASO "B"

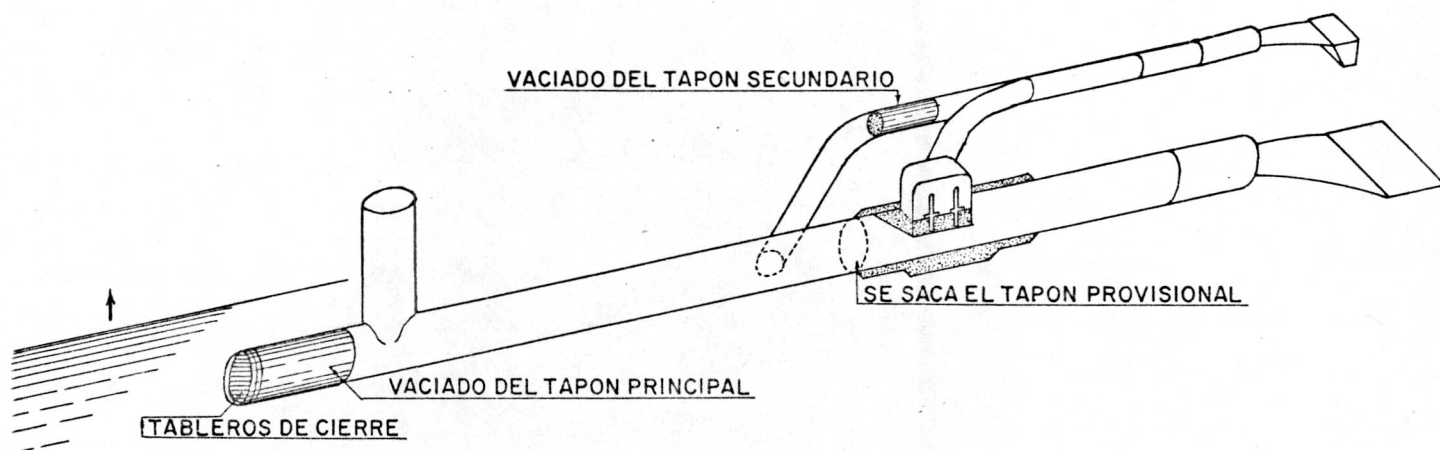
FIGURA 5

TRANSFORMACION DEL TUNEL DE DESVIO EN TOMA

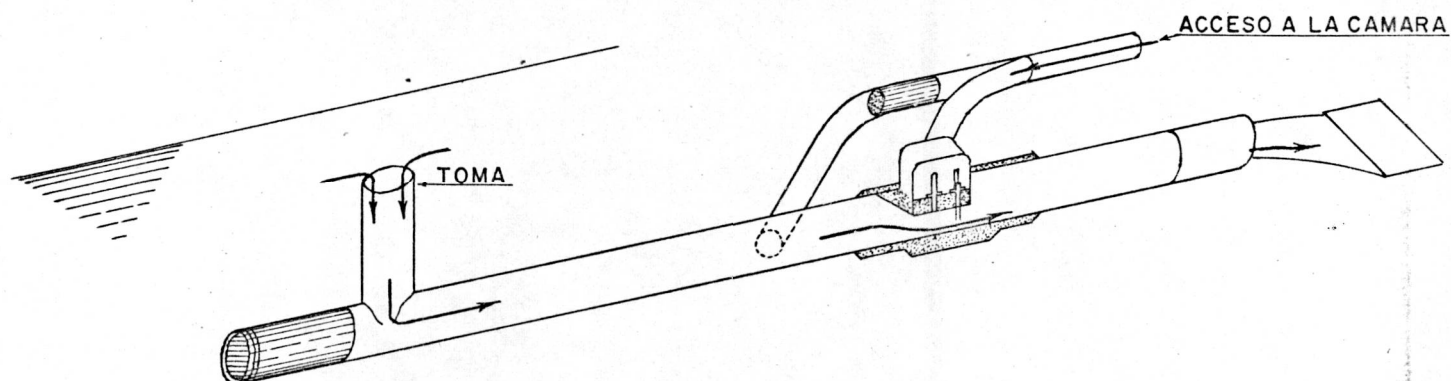
CONTINUA



PASO "C"



PASO "D"



SEGUNDA ETAPA - TOMA PARA RIEGO

FIGURA 5

TRANSFORMACION DEL TUNEL DE DESVIO EN TOMA

para riego, ver fig. 5.

Inmediatamente se procede a la instalación de las compuertas y blindajes en la cámara.

Cabe mencionar aquí la gran importancia de tener todo preparado, chequeado y verificado con la debida anticipación, evitando - cualquier imprevisto durante la instalación de las compuertas y blindajes. Además, el personal debe ser adiestrado con anterioridad.

PASO C: Se empezará entonces a demoler el concreto pobre de la - cámara de compuertas y a efectuar la instalación definitiva de las - mismas en el lapso de 1 mes, ver fig. 5.

Cabe destacar aquí que el túnel de conexión no necesita ser taponado pues el agua, en condiciones normales de desvío, no inundará la cámara de compuertas através de este túnel, sin embargo, - en caso de imprevistos, lluvias fuertes o simplemente como precaución se podrá colocar una pared parcial de ladrillos.

La cámara de compuertas está ubicada en la progresiva - 462,00 del túnel principal, en ella estarán instaladas las compuertas de regulación y emergencia, las transiciones, los dos by-pass laterales con sus respectivas válvulas de emergencia y regulación, los gabinetes de operación de las compuertas, las llaves de la tubería de ventilación de la Toma, y el aparato de medición del nivel de agua en el embalse.

Las compuertas de emergencia y regulación fueron diseñadas

de acuerdo con la relación usual de sus dimensiones, es decir: la altura de la compuerta igual 1,55 veces la anchura aproximadamente, y la separación mínima entre las dos compuertas igual a la altura de las mismas.

El tamaño de las compuertas se calculó en base al caudal necesario para riego con el nivel mínimo de operación en el embalse y velocidad permisible para su tipo. Las curvas de descarga de las compuertas para distintas cotas de agua en el embalse y diferentes porcentajes de abertura se presentan en la figura 6.

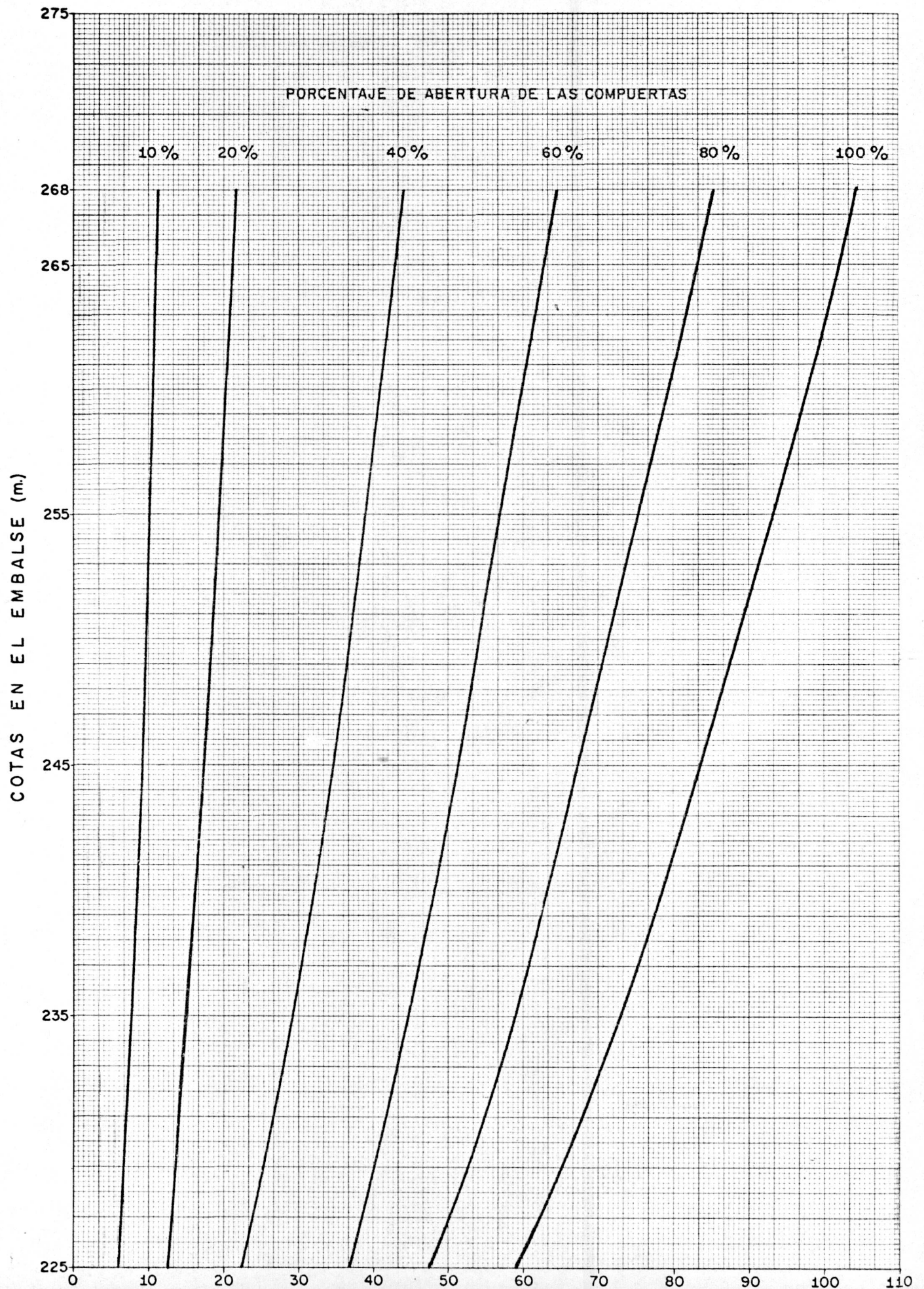
Para mayor economía en la fabricación de las compuertas y teniendo en cuenta las condiciones en que deberán funcionar, se decidió la instalación de dos compuertas iguales, rectangulares de 1,80 m de base por 2,80 m de altura.

Generalmente, durante las descargas de pequeños caudales, se presentan fenómenos de vibraciones y cavitaciones de las compuertas que hacen que su funcionamiento sea insatisfactorio y dañino si se opera por un tiempo prolongado; para evitar ésto se instalaron dos by-pass laterales con diámetro de 0,50 m y dos llaves en cada uno, regulación y emergencia, llamados en los planos "tuberías para caudales pequeños". Mediante estos dos by-pass se podrán regular los caudales pequeños evitándose así operar las compuertas en su rango de vibración.

El caudal máximo que se puede sacar por estos by-pass es de $4,50 \text{ m}^3/\text{seg.}$ por cada uno para el nivel de aguas máximas en el

CURVAS DE DESCARGA DE LA TOMA

40



embalse y sería útil durante las reparaciones de la compuerta de regulación.

La contracción del túnel de diámetro 5,40 m a las compuertas de 1,80 a 2,80 m se hace mediante una transición asimétrica respecto a su eje horizontal. Esto, presenta la ventaja de poder vaciar totalmente el túnel en caso de una inspección, además se cuenta con un mayor espacio en la parte superior del conducto lo que disminuye la altura del techo de la cámara y por consiguiente la excavación necesaria. La longitud de la transición se determinó para proporcionar un cambio uniforme y suave a la velocidad de flujo de agua y también por razones estructurales. La parte de esta transición que debería tener recubrimiento metálico, se calculó en base al criterio de velocidad máxima permisible en conductos de concreto de resistencia dada, recubriendo de acero la misma a partir del punto donde la velocidad es mayor de 10 m³/seg. La superficie de concreto deberá ser lo más lisa posible.

Las compuertas descargan agua a una expansión blindada de 25 m de longitud. El recubrimiento de acero se consideró necesario debido a la alta velocidad del flujo. Esta salida fué diseñada según el criterio del U.S. Bureau of Reclamation para expansiones.

PASO D: Una vez instaladas las compuertas de emergencia y regulación y efectuado el vaciado del concreto de la 2a. etapa en la cámara y en la transición de entrada, se procederá al taponeo definitivo de los túneles.

Es útil mencionar aquí que en caso de cualquier urgencia, la instalación del blindaje en la transición de salida se puede efectuar durante este período.

Antes de todo se esperará el estado del tiempo claro sin lluvias y un caudal bajo del río; estimándose el mes de Febrero como el más propicio para este fin y dejando el de Marzo en reserva para posibles imprevistos.

De nuevo se vuelve a colocar una pequeña ataguía con material del río en el canal de aproximación para poder limpiar rápidamente las ranuras en la entrada del desvío del túnel principal e introducir anticipadamente preparados los tableros de cierre (stop log's). Al tapar la boca del túnel se rellenará, la parte del canal de aproximación más próxima a la entrada, con el material impermeable en el menor tiempo posible, con el fin de impermeabilizarla.

Al mismo tiempo se procederá a demoler el concreto pobre que cubre los dientes de los tapones ubicados a la entrada del túnel y en la progresiva 438,35 del túnel secundario, iniciándose el vaciado definitivo de éstos con concreto de la misma calidad que el del resto del túnel; también, se procederá a retirar el tapón provisional en la progresiva 425,00 del túnel principal, rellenando las ranuras con concreto de la misma calidad que el empleado en el resto del túnel.

El sitio para el tapón del túnel secundario fué elegido basándose en la geología de la zona, teniendo en cuenta que la roca debe ser capaz de absorber los esfuerzos transmitidos por éste.

Los tapones de concreto fueron diseñados para soportar la carga total del nivel máximo del embalse y en la resistencia del concreto al esfuerzo cortante se tomó un factor de seguridad de 4.

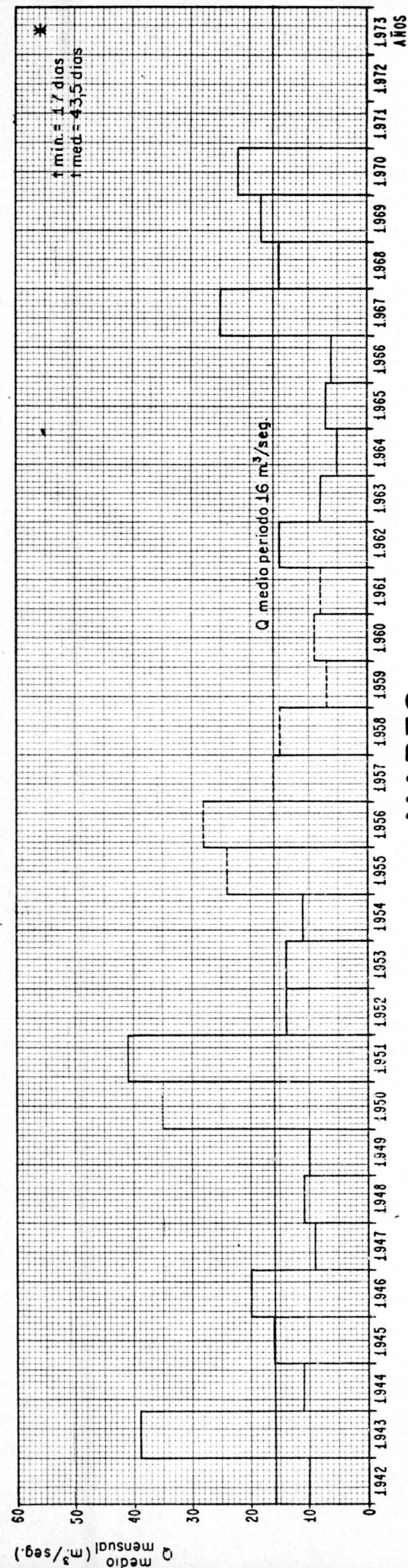
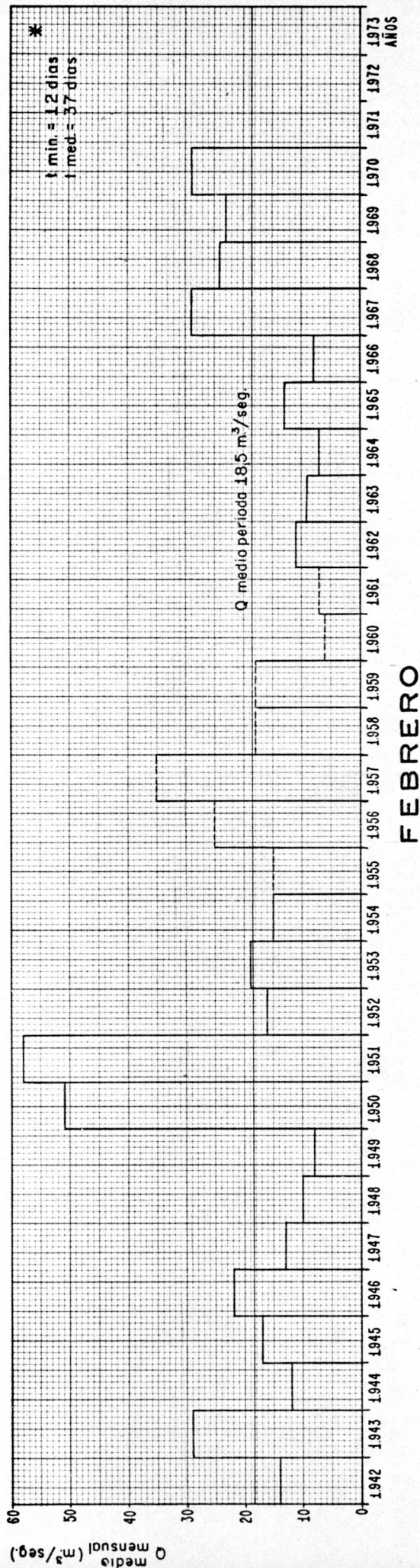
El objeto de efectuar esta etapa en el mínimo tiempo posible es el hecho de que el nivel del agua comenzará a subir en el embalse por estar cerrado el túnel de desvío pudiendo llegar el agua a la entrada de la toma cota 225,00, la cual a pesar de contar con ranuras para la instalación provisional de las compuertas de cierre, e impedir el acceso del agua al túnel, tiene el inconveniente de que una vez colocadas esas compuertas resulta una operación engorrosa retirarlas, por lo que es preferible evitar esta situación vaciando los tapones antes de que el nivel del agua alcance la toma, ver fig. 5.

Como se observa en el diagrama de registros de caudales - medios de los meses de Febrero y Marzo, presentados en la Fig. 7, en el mes de Febrero tenemos un promedio del gasto medio diario del período de 29 años igual a $18.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ de los cuales 19 años tienen gasto medio igual o menos del promedio y los restantes 10 son superiores llegándose al máximo caudal medio diario igual a $58 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en el año 1,951.

Si aceptamos estos valores del gasto medio diario promedio $18.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y el gasto medio diario máximo del período de registros de 29 años, serían necesarios unos 37 días para que las aguas embalsadas llegaran a la cota 225.00 de la entrada de toma y unos 12 días en caso del gasto medio diario máximo registrado.

CAUDALES MEDIOS DE LOS MESES FEBRERO Y MARZO

* ↑ ES EL TIEMPO NECESARIO PARA LLENAR EL EMBALSE HASTA LA COTA DE ENTRADA A LA TOMA (225,00)



Sin embargo, tenemos seguridad absoluta con la posibilidad de colocar las compuertas de cierre en la entrada de la toma cuya decisión se tomará en el campo en caso de necesidad.

El mes de Marzo es todavía más seco, sin embargo, es preferible disponer de este período para cualquier posible enfrentamiento con los imprevistos propios de la construcción.

En la Fig. 8 se muestra un plan tentativo de secuencia del trabajo en forma de barras, el análisis denominado "Camino Crítico" no es necesario efectuarlo porque hay un solo camino del trabajo en la instalación de compuertas y tapones de los túneles.

Es necesario hacer notar, que durante todo este tiempo de taponeo de los túneles, es indispensable bombear el agua para riego, sin embargo, existe una posibilidad de un cierto alivio del bombeo, arreglando convenientemente lagunas formadas dentro del préstamo # 9 y llenándolas con agua antes de taponear el túnel.

Una vez concluidos los vaciados de los tapones, se procede a la demolición del conducto a la salida del túnel secundario situado entre las progresivas 579,51 y 604,15, permitiéndose el acceso a la cámara de compuertas no solo a personas, sino a la entrada de camiones y vehículos en general. La toma para riego funcionará únicamente a través del túnel principal ya en forma definitiva.

4) Segunda Etapa:

- a) Estructura de rejillas: La toma para riego deberá tener una

cota de 220,00, de acuerdo con las últimas estimaciones de la División de Hidrología, relativas a la distribución de sedimentos para 100 años de vida útil de la presa, pero fué subida a la cota 225,00 para contar con más tiempo durante la instalación de los tapones de los túneles y a su vez, garantizar más este período de vida del embalse, en vista de la existencia de una cierta incertidumbre en la estimación de los azolves traídos por el río.

La toma tiene una planta octogonal con 8 rejillas laterales de un área de $28,2 \text{ m}^2$ cada una; además, posee también en la parte superior 8 rejillas de forma trapezoidal con un área de $9,1 \text{ m}^2$ cada una; el total de área de rejillas es de $298,6 \text{ m}^2$. En el cálculo de las pérdidas en las rejillas se supuso que la mitad del área de las mismas estaba tapada, debido a dificultades en su limpieza, por lo que con el caudal máximo para riego de $64 \text{ m}^3/\text{seg}$. obtenemos una velocidad en las mismas de $0,43 \text{ m}/\text{seg}$. lo que proporciona unas pérdidas de carga en las rejillas prácticamente despreciables.

Inmediatamente aguas abajo de las rejillas existen ranuras para la colocación de compuertas de cierre (stop log's) mediante las cuales se puede impedir la entrada de agua en la toma y de esta forma, se podría inspeccionar el interior del túnel. Para esta operación hay que elegir un año seco y después de la temporada de riego, cuando el nivel de agua en el embalse baje al nivel de las rejillas. - Por lo tanto, es suficiente calcular estas compuertas para 15 - 20 m de carga. Para facilidad del manejo de estas compuertas es preferi

ble hacerlas flotantes y con cámaras para introducir y sacar aire y agua, lo que permitirá transportarlas, subirlas y bajarlas con mínimas dificultades y con ayuda de pocos hombres y equipos.

Es de hacer notar que en la placa superior de la toma de semboca la llamada "tubería de ventilación" con un diámetro de 4 pulgadas procedente de la cámara de compuertas, el objeto de esta tubería es el siguiente: en caso de ser necesario inspeccionar interiormente la toma, o el túnel comprendido entre la misma y la cámara de compuertas se colocarán las compuertas de cierre ya mencionadas, y antes de proceder a abrir una de las válvulas de $\varnothing 0,50$ m para que salga el agua contenida en el túnel se debe abrir completamente la válvula de la "tubería de ventilación" ubicada en la cámara de compuertas con el objeto de permitir la entrada de aire en la toma.

Se debe destacar aquí que al desaguar el túnel se debe hacer por un solo by-pass y que el caudal de salida no debe ser superior a $0,30 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Una vez inspeccionados el túnel y la toma en su parte interior, es necesario equilibrar las presiones interiores y exteriores sobre las compuertas de cierre para poder retirar las mismas, esto se logra abriendo con buzos las 3 llaves de los tubos de bronce de 4 pulgadas situados en la placa superior de la toma. Se puede saber, cuando la toma se ha llenado de agua, ya que al dejar la llave abierta de la "tubería de ventilación" ubicada en la cámara de compuertas, -

se observará la expulsión de aire, pero cuando se observe que comienza a salir agua, esto significará que la toma se ha llenado y - que las presiones están equilibradas, se cierra la llave de la ventilación, y se puede proceder a retirar los tablones de la toma.

La transición de las rejillas al ducto de diámetro 5,40 m se hace mediante un abocinamiento elíptico, exactamente igual a la de la entrada provisional del desvío mencionada anteriormente, por razones hidráulicas y facilidad de construcción.

En la parte exterior de la toma sale el llamado "Piezómetro del Embalse" que es un tubo de una pulgada con ayuda del cual se podrá conocer en la cámara de compuertas la cota de agua en el embalse. La entrada de este tubo en la estructura de la torre-toma se fijó en una zona de estancamiento donde no hay la velocidad apreciable del agua, por lo tanto el valor leído en el piezómetro da directamente a la cota de agua en el embalse sin necesidad de ninguna corrección. Es necesario hacer notar, que tanto en esta tubería como en la de ventilación, se necesita verificar si tienen alguna obstrucción o no, durante la construcción.

Se ha procurado que todos los bordes de las distintas partes de la toma por donde circula el agua, han sido redondeados para disminuir las pérdidas de carga.

b) Túnel a presión: En la segunda etapa, una vez cerrado el túnel secundario, el túnel principal se convertirá en la toma definitiva para riego através del cual se descargará agua necesaria para satis

facen los requerimientos de riego. Para el caudal de diseño de $64 \text{ m}^3/\text{seg.}$ corresponde una velocidad del agua en el túnel $2,80 \text{ m/seg.}$ y para la descarga máxima en caso de emergencia, de unos $105 \text{ m}^3/\text{seg.}$, sería de $4,60 \text{ m/seg.}$ Estas velocidades son lo suficientemente bajas como para despreciar el efecto del cuchillo "B" (ver fig. 2) en segunda etapa, ya que las pérdidas de carga producidas por ésta son despreciables, a la vez que no existe peligro de cavitación. Por lo tanto, la arista "B" no sufre ninguna modificación en la segunda etapa.

La parte del túnel principal aguas arriba del portal de entrada se cubrirá con el material proveniente de excavación, no solo permitiendo el acceso durante el desvío hacia la torre-toma, sino también, ayudando a la estabilidad del talud del portal del túnel y protegiendo el ducto de un potencial derrumbe.

c) Cámara: La progresiva donde va ubicada la cámara de compuertas se eligió de acuerdo a la geología del túnel, estando situada en una zona sin fallas y donde existe roca de la mejor calidad. Esta roca se someterá a grandes esfuerzos durante la excavación, deberá resistir el gradiente de la filtración y además soportar las fuerzas transmitidas por la transición y las compuertas. Adicionalmente, toda porción de la roca comprendida entre la bifurcación y la cámara y en la vecindad de ambos túneles será consolidada con las inyecciones de carato del cemento.

Durante el desvío del río, al igual que en los tapones del tú

nel, en la cámara de compuertas los dientes alternados serán recu
biertos con concreto pobre, para aumentar la descarga, pero to-
mándose las previsiones necesarias para su demolición en segunda
etapa cuando dichos dientes servirán de anclaje al concreto definitiv
vo de la cámara, el cual será de la misma calidad que el del resto
del túnel, ver los planos anexos.

Las dimensiones definitivas de la cámara de compuertas,
después del vaciado del concreto de la 2a. etapa, serán 11 m de an
cho, 8,50 m de largo y 10 m de alto. La descarga de la toma a di
ferentes aberturas se puede apreciar en la figura 6.

En la parte superior de la cámara está ubicada una grúa -
móvil que permite remover las distintas partes pesadas de las com
puertas y equipo accesorio para su reparación y mantenimiento, pa
ra lo cual en la cámara se dispone de espacio suficiente. Caso de
ser necesario sacar alguna pieza al taller, está previsto el acceso
de camiones a la cámara através del túnel secundario y el túnel de
conexión, la grúa móvil está dispuesta de tal manera que se puedan
transportar las piezas directamente de sus emplazamientos al ca-
mión y viceversa. El piso de la cámara y del camión se proyecta-
ron al mismo nivel para facilidad de las operaciones de carga y des
carga.

También está ubicado en el interior de la cámara un gabine
te de operación de las compuertas y un manómetro conectado al tu-
bo de 1" del llamado "Piezómetro del Embalse" que indique las co-

tas de agua en el mismo. Todos estos instrumentos podrán ser monitorizados en una caseta fuera del túnel, y hacer que las compuertas se puedan operar a control remoto.

Es necesario mencionar que para el diseño de los recubrimientos de concreto de los túneles, fueron proporcionadas por los proyectistas las cargas interiores y exteriores de agua sobre las paredes del túnel. Se recomendó la forma de efectuar el trabajo de excavación de la cámara con ayuda de anclajes, además, durante la construcción instalar en la roca sobre la bóveda de la cámara, unos piezómetros para verificar las cargas reales de agua que actúan sobre ésta y una célula de medición de presión de roca.

d) Túnel de salida: El túnel comprendido entre la cámara de compuertas y el pozo disipador funciona como canal, por tal motivo se suministró aire inmediatamente aguas abajo de las compuertas con lo cual quedó eliminado el peligro de formación del flujo pulsante y se procuró el mejor funcionamiento hidráulico. El mismo circuito de aire proporciona ventilación a la cámara y túnel de acceso. La ventilación se hace mediante un espacio abierto en el piso de la cámara y cubierto con rejillas, el área de ventilación no solo es suficiente, sino también permite el acceso a la cámara de compuertas desde el túnel principal lo cual se aprovecha durante la instalación de las compuertas, ya que entonces no se podrá entrar por el túnel secundario por estar siendo utilizado como túnel de desvío.

En los túneles, aguas abajo de la pantalla de inyecciones, se

proporcionaron perforaciones de alivio de presión hidrostática lo -
cual permitirá el drenaje y mejora la estabilidad de gran parte del
estribo izquierdo aguas abajo.

e) Túnel de conexión: El túnel principal y el secundario son
paralelos y están separados una distancia de 25 m eje a eje, esta
separación es la necesaria para que un túnel no tenga influencia a-
preciable sobre el otro por los esfuerzos producidos de la roca de-
bido a su excavación y para que estructuralmente se comporten co-
mo túneles individuales.

El "túnel de conexión" enlaza la cámara de compuertas con
la progresiva 476,90 del túnel secundario, y tiene la misma sección
transversal en herradura. Por razones estructurales se proporcio-
naron tramos rectos los cuales constan de 3 tramos de 5 m; cada -
tramo presenta un ángulo de deflexión en su alineamiento de 15 gra-
dos. La pendiente del túnel de conexión es del 18%. Debido a su -
fuerte pendiente el piso deberá estar rayado transversalmente.

La descarga de las aguas drenadas del túnel de conexión y
secundario será por tubería $\varnothing 0,30^m$ al pozo disipador del túnel prin-
cipal.

5) Ventajas de la solución final:

1. Se obtiene mayor descarga del sistema de túneles y razo-
nable seguridad para la construcción de la presa durante el período -
del desvío de las crecientes del río.

2. La utilización completa del túnel principal de diámetro -

interno 5,40 m ya parcialmente construido.

3. La menor interrupción en el suministro de agua para riego durante la instalación de las compuertas.

4. Proporciona mayor estabilidad del estribo izquierdo a guas abajo debido al drenaje por los túneles del agua infiltrada.

5. La operación y el mantenimiento de la toma, es simple.

6. Permite la revisión total de los túneles.

7. Permite el acceso totalmente independiente y seguro a la cámara, no solo a personas sino a vehículos.

8. Se ahorra la instalación de la tubería de acero a presión que presentaban las otras soluciones.

9. Disponibilidad de mayor tiempo para la instalación de las compuertas de emergencia y regulación dentro de la cámara. Es caso notorio que el proyecto no solo soluciona las dificultades que proporciona la transformación del sistema del desvío en la toma definitiva, sino que da garantía total en los casos extremos.

10. Desde el punto de vista económico, esta solución también presenta ventajas ya que la cantidad de obra es menor que la del proyecto original, si se compara entre las mismas progresivas. La comparación real y exacta de costos es difícil debido a los múltiples problemas: cambios que inciden en los precios, condiciones y los distintos límites del trabajo, lo que varía la cantidad de obra, a demás, las variaciones debidas a las diferentes condiciones de las bases del proyecto.

PLAN TENTATIVO DE TRABAJO PARA LA TRANSFORMACION DEL TUNEL DE DESVIO EN TOMA PARA RIEGO

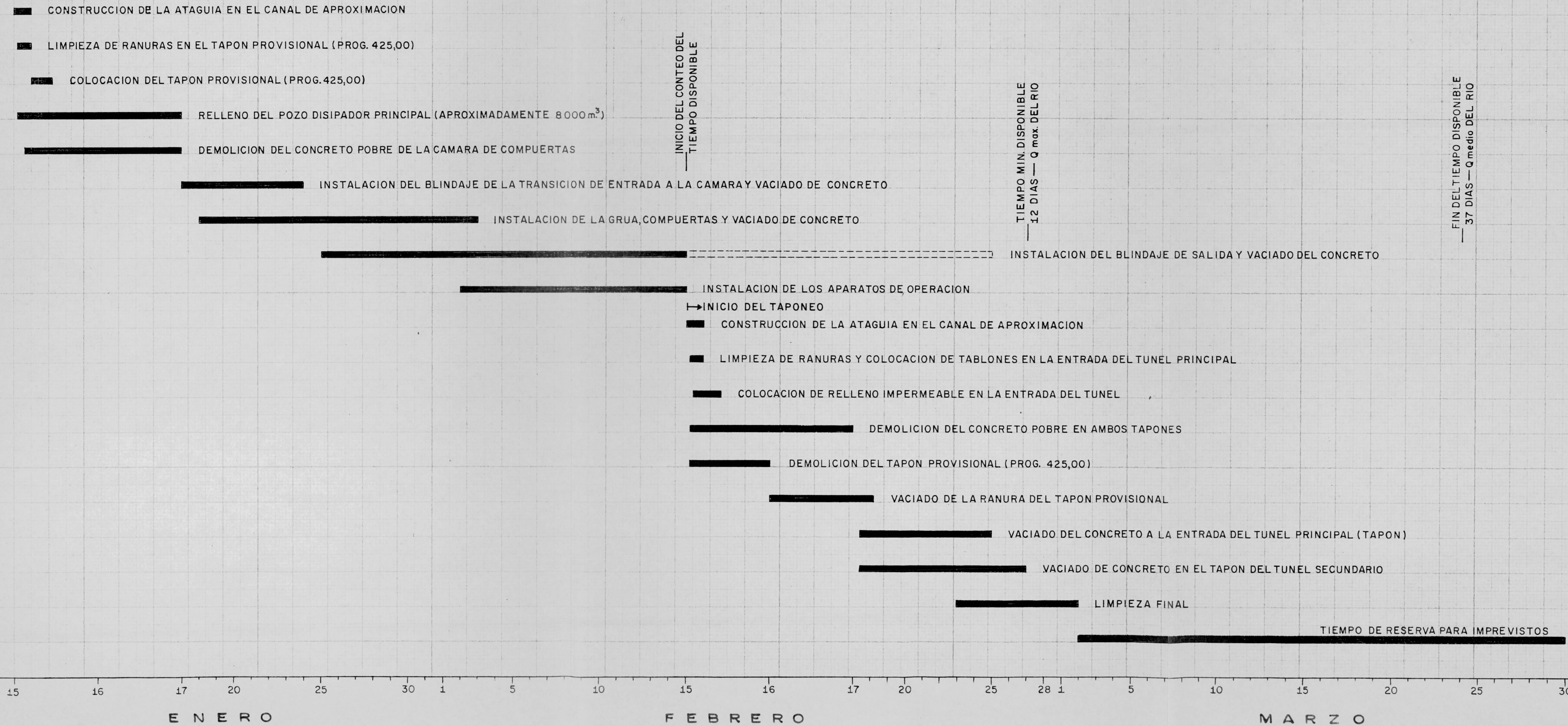


FIGURA 8

E P I L O G O

Esta publicación no solo proporciona el ca
rácter expositivo de los problemas involuntarios,
sino que sirve através de sus explicaciones y cri
terios de cálculo, como una guía para futuros tra
bajos.

LMS/AK/alg.

BIBLIOGRAFIA

Diseño de Presas Pequeñas

United States Department of the Interior

Bureau of Reclamation

Editorial Continental S. A. - México 1.967

Ingeniería Hidráulica - Tomo IV obras de Toma y Aliviaderos

Ing° Hipólito Kwiers Rodríguez

Instituto Agrario Nacional

Hydraulic Design Criteria

U. S. Army Corps of Engineers

Hidráulica - Mecánica Elemental de Fluídos

Hunter Rouse

Editorial Dossat - España 1.960

Mecánica de los Fluídos

Víctor L. Streeter

Mc. Graw - Hill - España 1.963

Elementos de la Mecánica de los Fluídos

John K. Vennard

Editorial Continental - México 1.966

Engineering Hydraulics

Edited by Hunter Rouse

John Wiley and Sons - U. S. A. 1. 964

Open Channel Hydraulics

Ven Te Chow

Mc. Graw - Hill - Kogakusha - Japón 1. 959

Water - Resources Engineering

Linsley and Franzini

Mc. Graw - Hill - Kogakusha - Japón 1. 964

Obras de Embalse Agua Viva

Aliviadero - Presa y Toma

Ministerio de Obras Públicas - Dirección de Obras

Hidráulicas - División de Diseño - Venezuela 1. 968

Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators

A. J. Peterka

U. S. Bureau of Reclamation U. S. A.

Catálogo Escher Wyss,

Intake and Bottom Outlet Gates

Zürich - Switzerland

Distribution of Head at a Rectangular Conduit Outlet

Satya Prakash Garg

Proceedings of the American Society of Civil Engineers

Journal of the Hydraulics Division

U. S. A. 1. 966

Investigation on the Running of Deep Gated Outlet Works From Reservoirs

Ingenieros Augusto Ghetti - Giampaolo Di Silvio

Hydraulic Institute of the University of Padua

Italia 1. 967

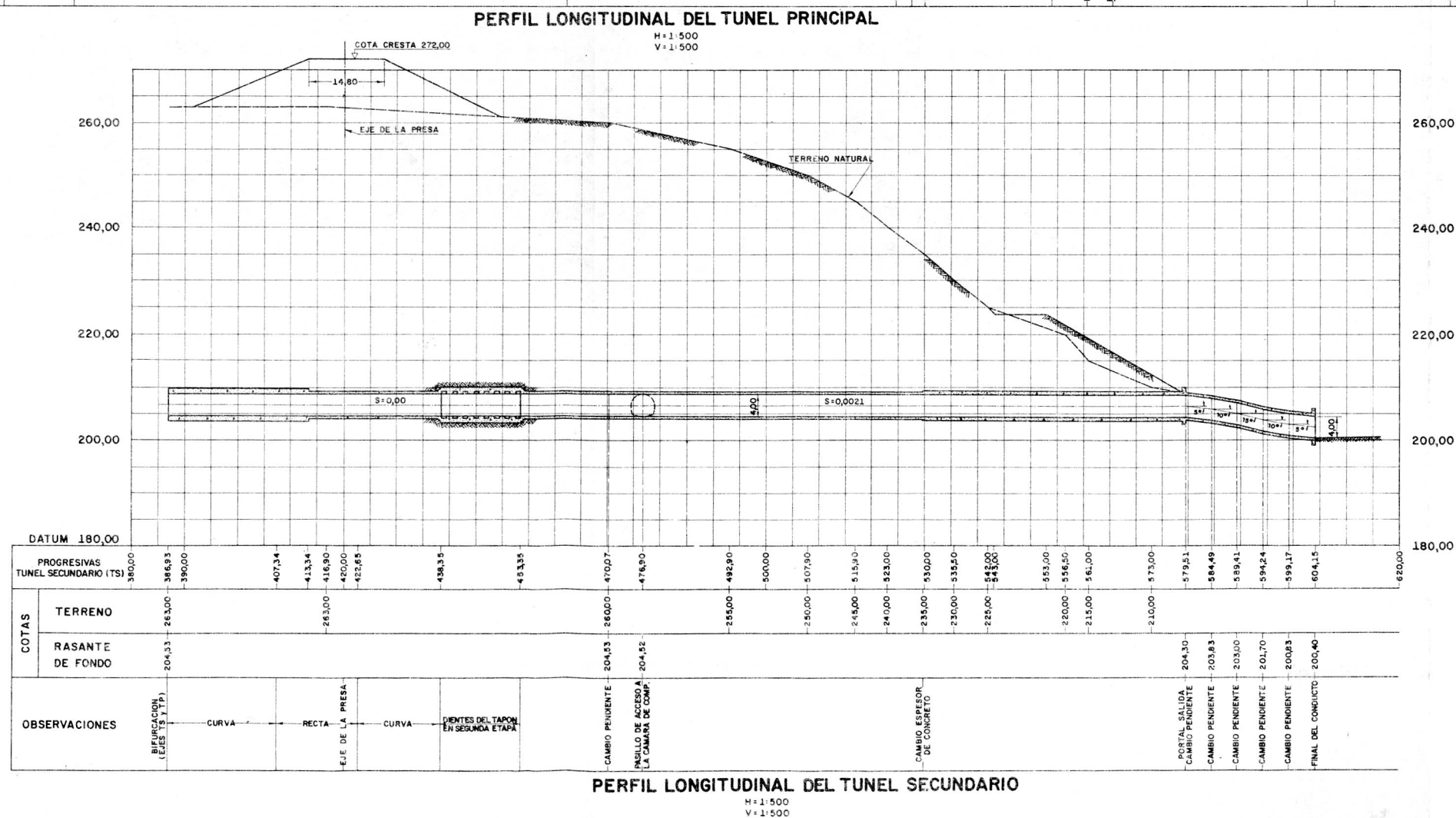
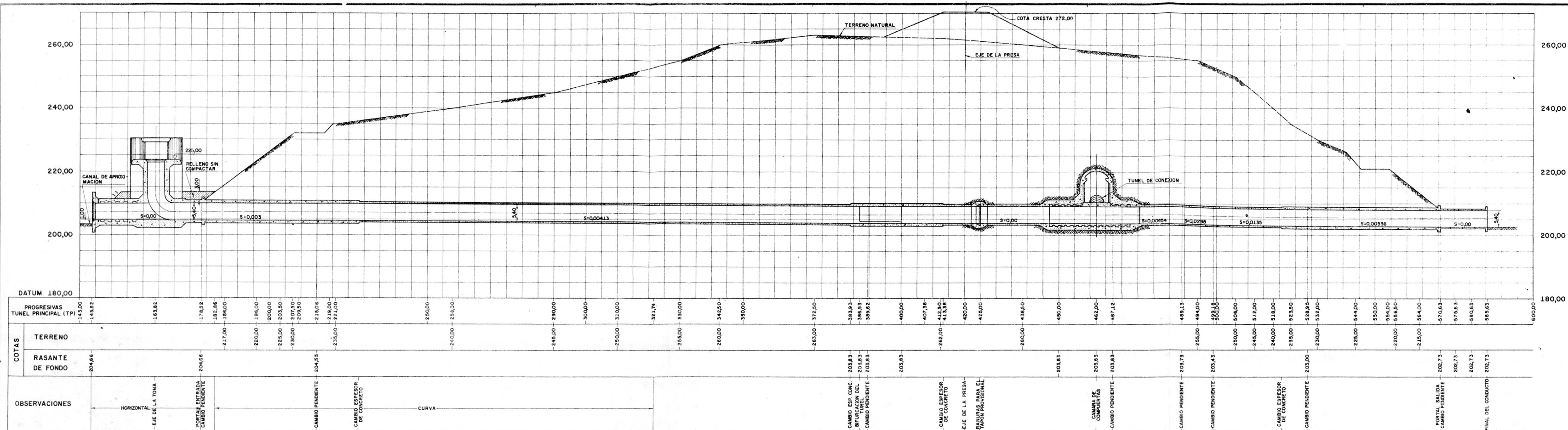
Handbook of Applied Hydraulics

Calvin V. Davis

Mc. Graw - Hill - Kogakusha

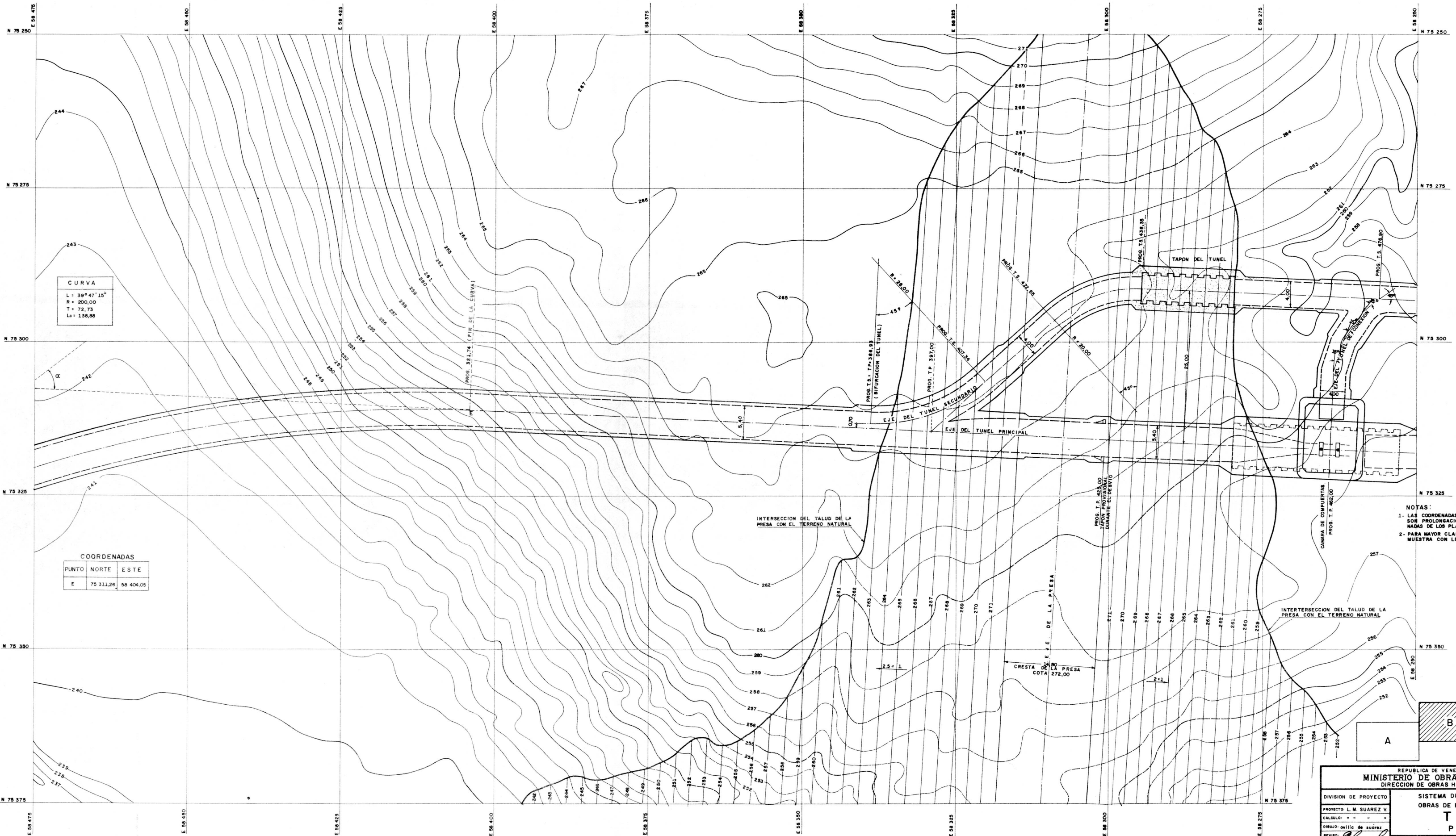
Japón 1. 952

PLANOS DEL PROYECTO



- NOTAS:
- 1.- PARA ESPESORES DE CONCRETO, JUNTAS Y REFUERZO METALICO VER PLANOS ESTRUCTURALES.
 - 2.- PARA DETALLES DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA, BIFURCACION, TAPONES, CAMARA DE COMPUERTAS Y PASILLO DE ACCESO A LA MISMA VER PLANOS CORRESPONDIENTES.
 - 3.- LAS PROGRESIVAS DE AMBOS TUNELES COINCIDEN ENTRE 143,82 Y 386,93 (TS+TP).
 - 4.- NO SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS DISIPADORAS A LA SALIDA DE LOS TUNELES, PARA DETALLES VER PLANOS CORRESPONDIENTES.
 - 5.- EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAS PROG. TS 579,51 Y TS 604,15 SE USARA SOLAMENTE DURANTE EL DES- VIO, POR LO TANTO DEBEN PREVERSE JUNTAS Y ANCLA- JES PARA SU RETIRO EN SEGUNDA ETAPA.
 - 6.- LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS PROG. TS 579,51 Y TS 604,15 Y ENTRE TP 570,63 Y TP 585,63 DEBERAN SER CAPACES DE SOPORTAR EL PESO DE MOTO TRAILLAS Y CAMIONES CARGADOS.

REPUBLICA DE VENEZUELA		MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS		DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	
DIVISION DE PROYECTO		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO			
PROYECTO: <i>Antigua</i>		OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA			
CALCULO: <i>Antigua</i>		TUNEL			
DIBUJO: M. CONTRERAS D.		PERFIL LONGITUDINAL			
REVISOR: <i>Antigua</i>		FECHA: 13 OCT 1969		SERIE:	TOTAL:
CONFORME: <i>Antigua</i>		ESCALA(S):		TOTAL HOJAS:	HOJA N°
CONFORME: <i>Antigua</i>		INDICADAS		REF.	1
APROBADO: <i>Antigua</i>					



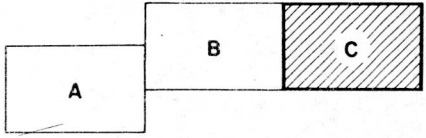
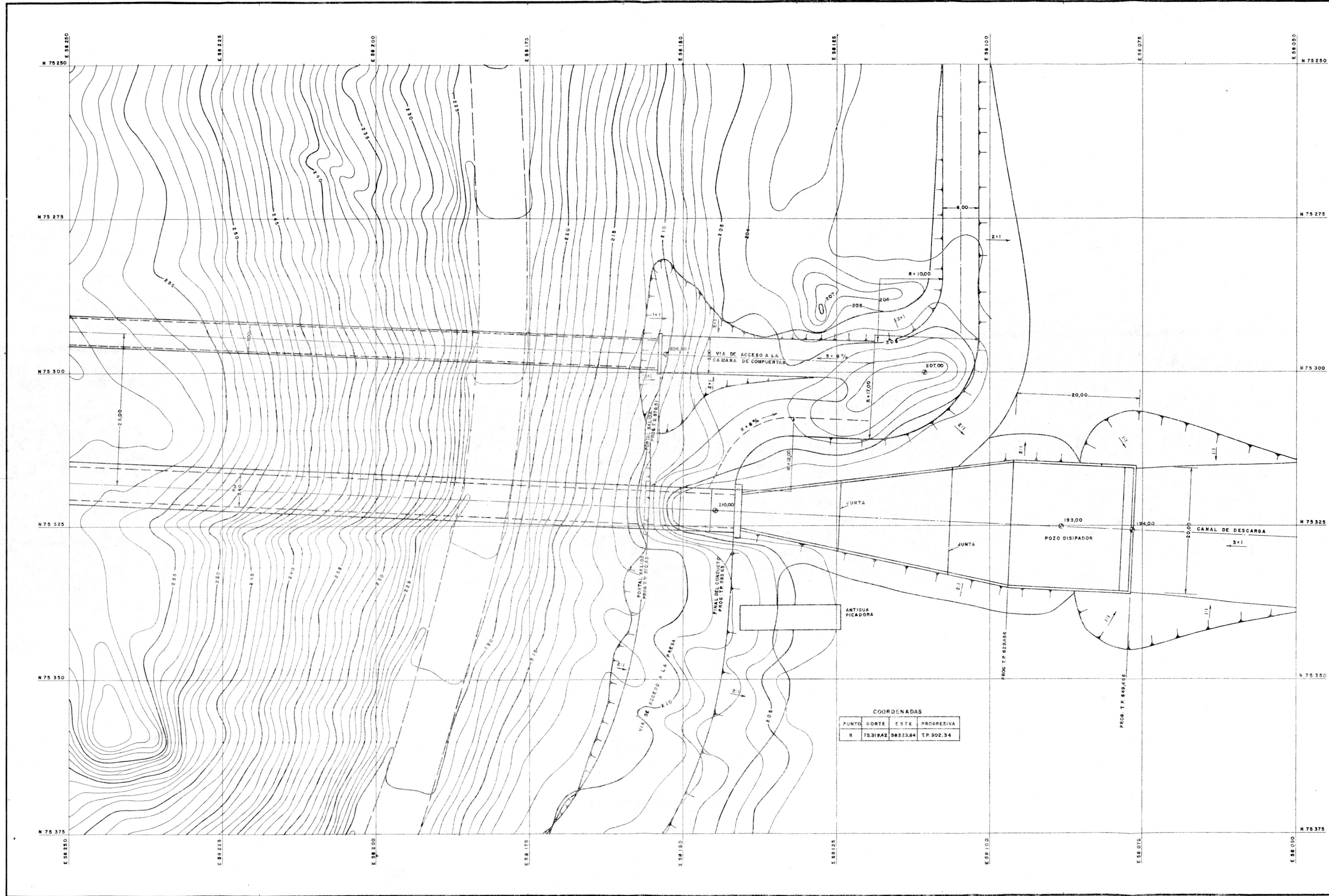
CURVA
L = 39°47'15"
R = 200.00
T = 72.73
Lc = 138.88

COORDENADAS		
PUNTO	NORTE	ESTE
E	75 311.26	58 404.05

- NOTAS:
- 1- LAS COORDENADAS DE ESTE PLANO SON PROLONGACION DE LAS COORDENADAS DE LOS PLANOS ANTERIORES
 - 2- PARA MAYOR CLARIDAD EL TUNEL SE MUESTRA CON LINEAS CONTINUAS

REPUBLICA DE VENEZUELA	
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	
DIVISION DE PROYECTO	
PROYECTO: L. M. SUAREZ V.	
CALCULO: " " "	
DISEÑO: " " "	
REVISOR: " " "	
CONFORME: " " "	
CONFORME: " " "	
APROBADO: " " "	
FECHA: 31-OCT-1969	
SERIE: TOTAL	
ESCALA (S)	
1: 250	
TOTAL HOJAS:	
REF.	
HOJA N°	
3	

SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO
OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA
TOMA PLANTA

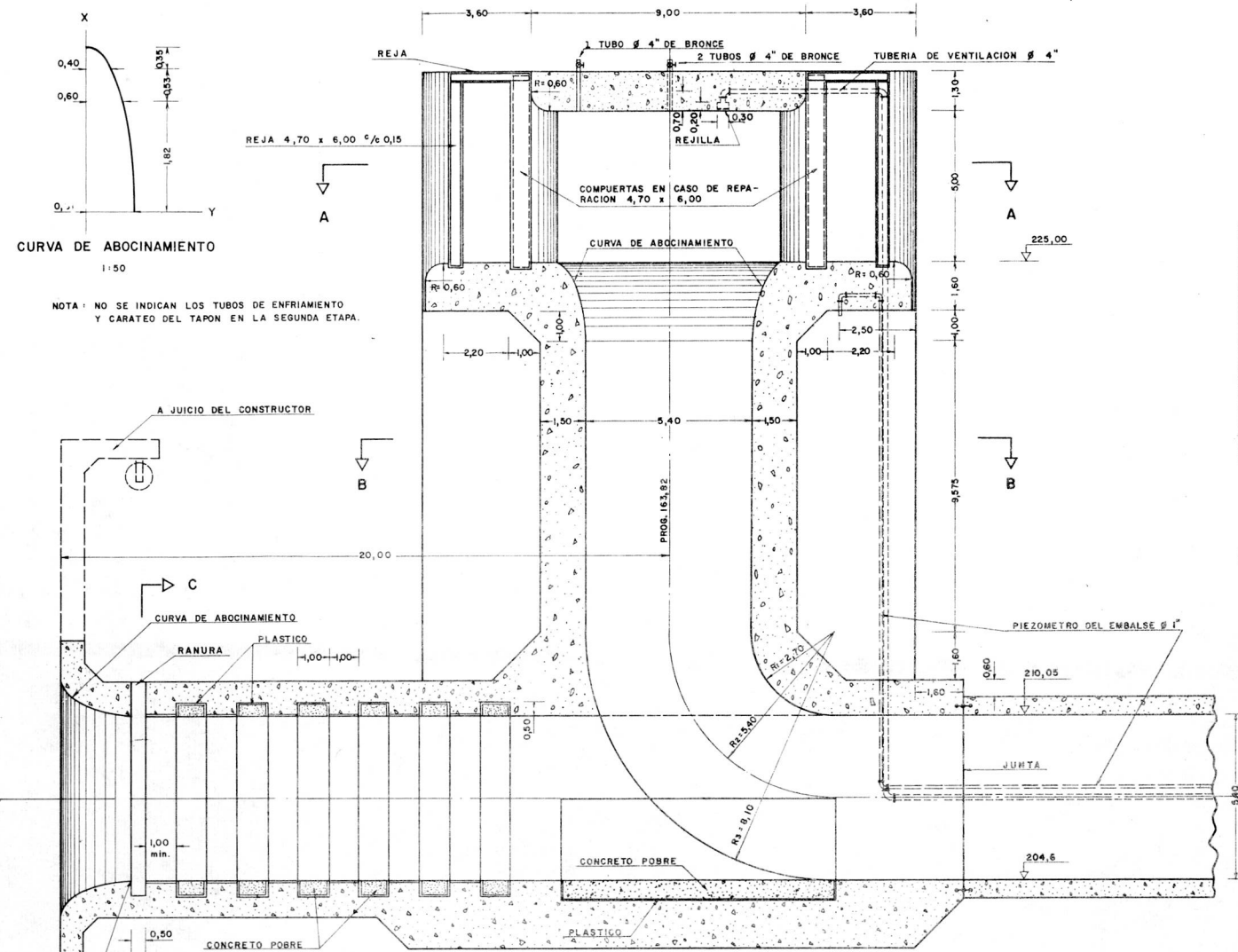


NOTAS

- 1) LAS COORDENADAS DE ESTE PLANO SON PROLONGACION DE LAS COORDENADAS DE LOS PLANOS ANTERIORES
- 2) PARA MAYOR CLARIDAD LOS TUNELES SE MUESTRAN CON LINEAS CONTINUAS.
- 3) LA FORMA DE LAS EXCAVACIONES, ASI COMO LAS PENDIENTES DE LOS TALUDES PODRAN MODIFICARSE DE ACUERDO COMO ORDENE EL ING. INSPECTOR
- 4) NO SE INDICAN LOS PORTONES A LA ENTRADA DEL TUNEL SECUNDARIO, NI LA VENTILACION DEL MISMO.

COORDENADAS			
PUNTO	NORTE	ESTE	PROGRESIVA
5	75.31942	58.22384	T.P. 502.34

REPUBLICA DE VENEZUELA			
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS			
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			
DIVISION DE PROYECTO		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO	
PROYECTO: L. M. SUAREZ V.		OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA	
CALCULO: " " " "		TOMA	
DISEÑO: CHARLES LINGSTUHL		PLANTA	
REVISOR: [Signature]	FECHA: 30 OCT. 1969	SERIE: TOTAL:	HOJA N°
CONFORME: [Signature]	ESCALA (S)	TOTAL HOJAS:	4
APROBADO: [Signature]	1:250	REF.	

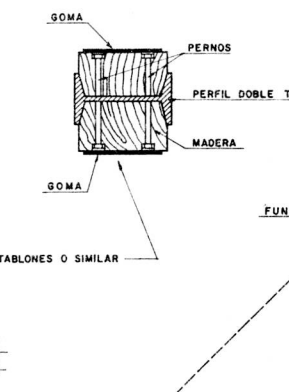


CORTE F-F

1:100

SECCION C-C

1:100



SECCION TIPICA DEL TUNEL PRINCIPAL

1:100

SECCION TIPICA DEL TUNEL SECUNDARIO Y PASILLO DE ACCESO A LA CAMARA DE COMPUERTAS

1:100

CORTE B-B

1:100

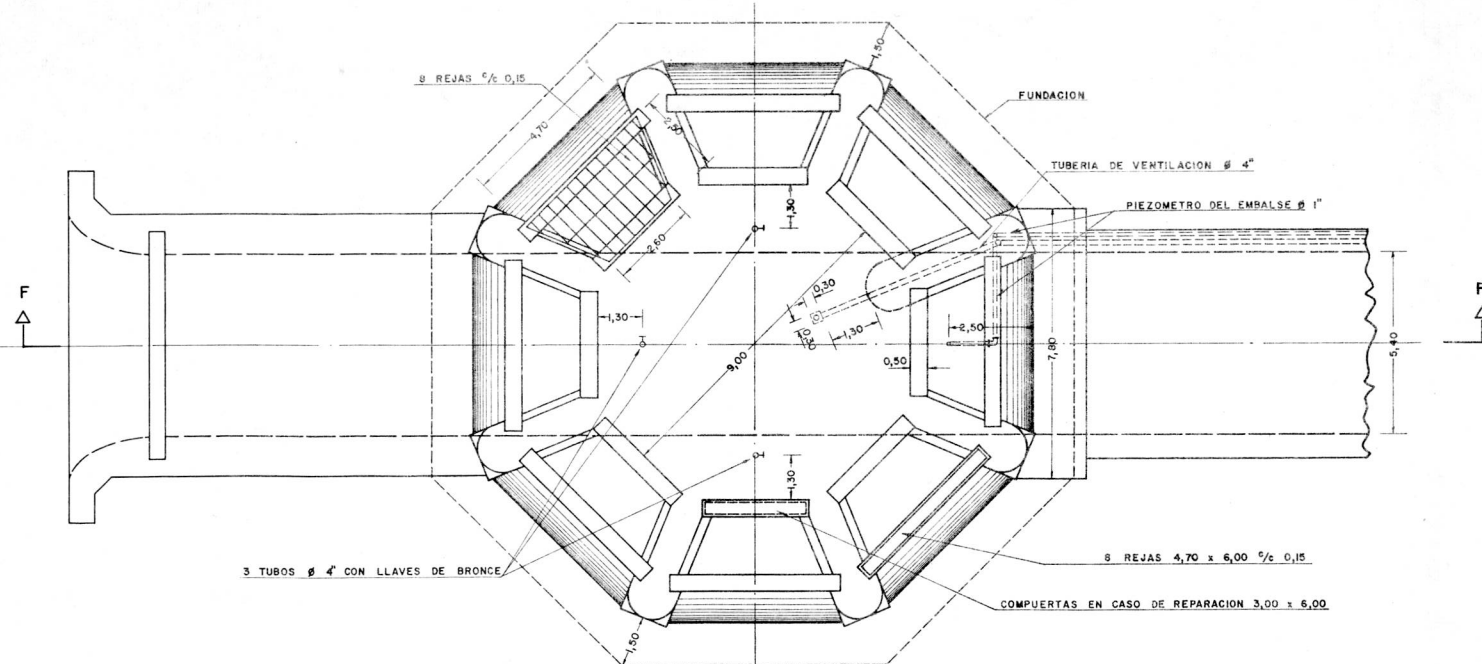
SECCION TIPICA DEL CONDUCTO PRINCIPAL

ENTRE PROG. 570,63 - 585,63

1:100

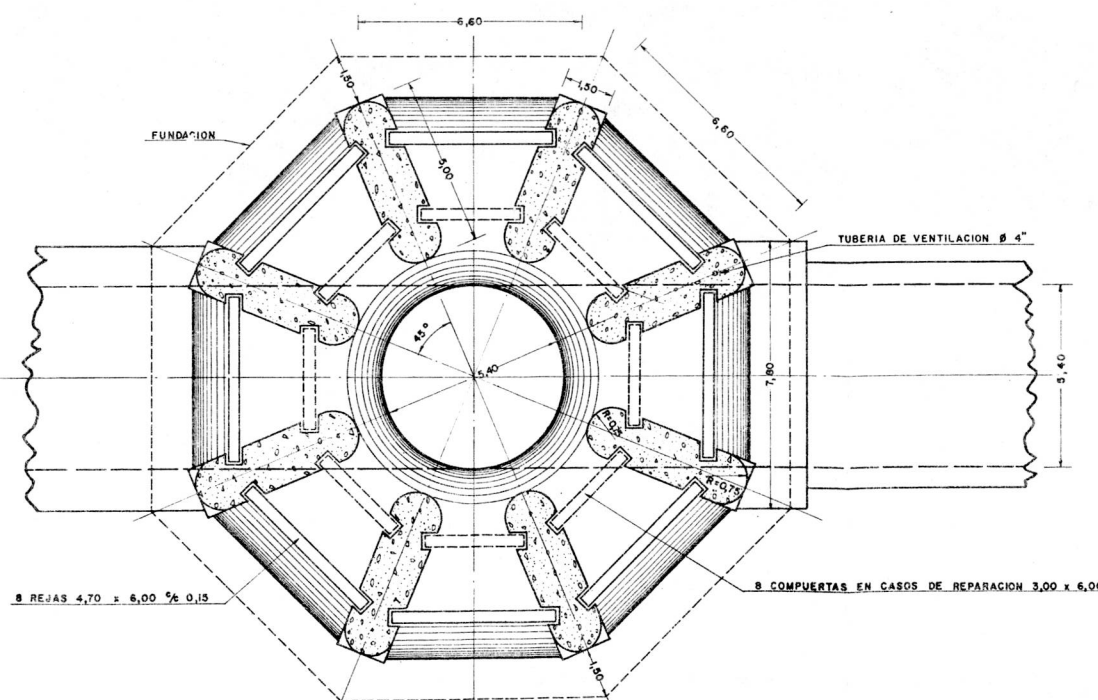
NOTAS:

- 1- PARA ESPESORES DE CONCRETO, JUNTAS Y REFUERZO METALICO VER PLANOS ESTRUCTURALES.
- 2- PARA DETALLES DE LAS REJILLAS VER PLANOS DE HIDRO-ELECTROMECANICA.
- 3- ESTE PLANO FUE MODIFICADO EN LA FECHA 21-10-69



PLANTA

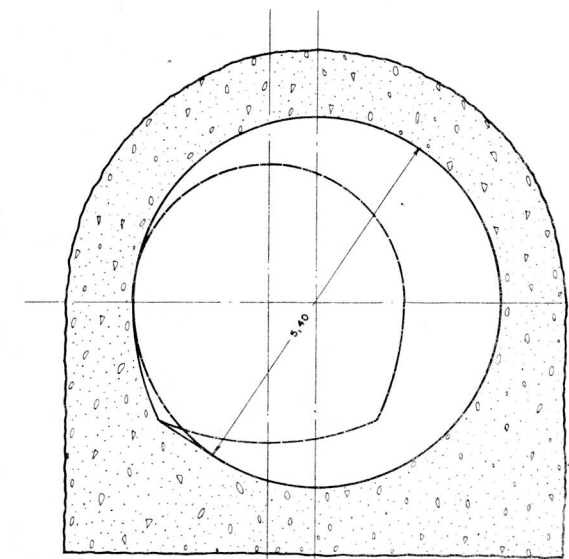
1:100



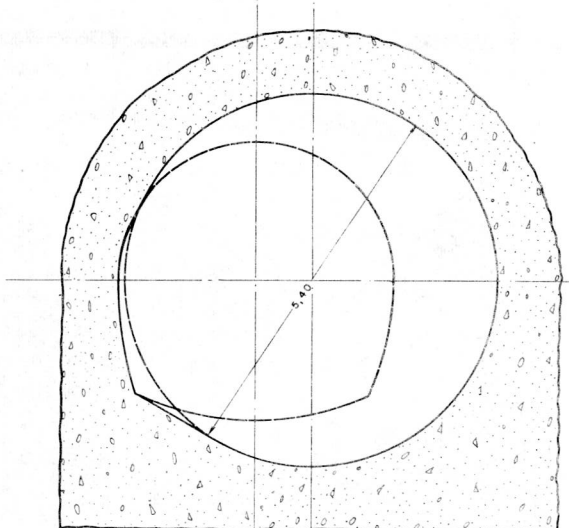
CORTE A-A

1:100

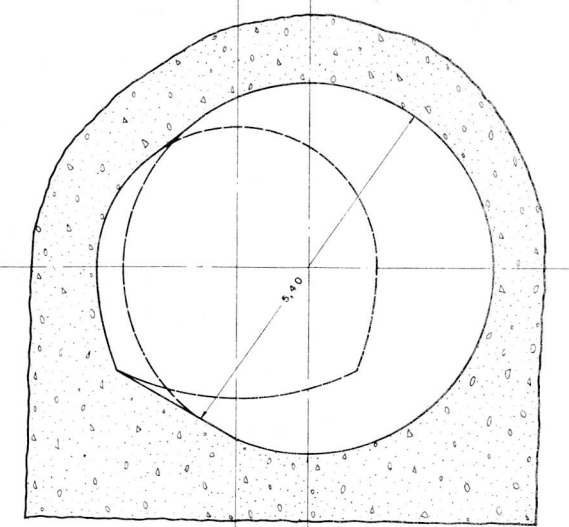
REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA TOMA ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SECCIONES	
DIVISION DE DISEÑO	PROYECTO: <i>[Signature]</i>	FECHA: 6 Febrero 1969	SERIE: TOTAL
CALCULO: <i>[Signature]</i>	DISEÑO: <i>[Signature]</i>	ESCALA (S):	TOTAL HOJAS:
REVISOR: <i>[Signature]</i>	CONFORME: <i>[Signature]</i>	INDICADAS	REF.
APROBADO: <i>[Signature]</i>			5



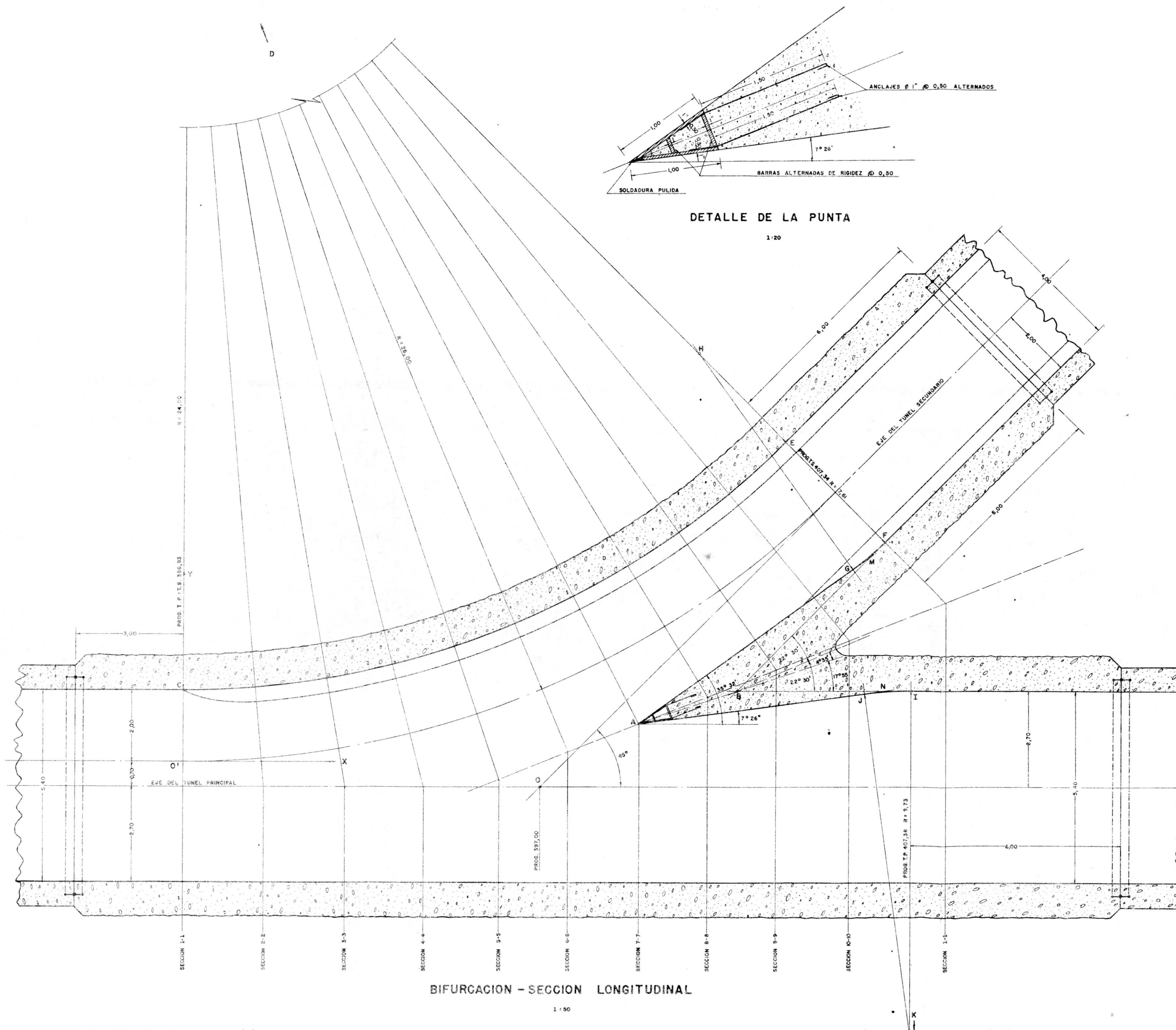
SECCION 1-1
1:50



SECCION 2-2
1:50



SECCION 3-3
1:50



DETALLE DE LA PUNTA
1:20

COORDENADAS RESPECTO A "O"

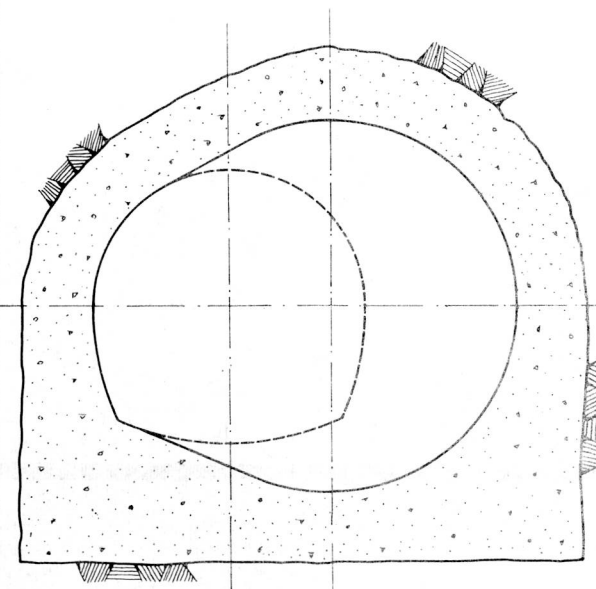
PUNTO	X	Y
C	0	2,00
D	0	26,00
E	16,97	9,03
O	10,07	-0,70
A	12,75	1,08
B	15,60	2,00
F	19,80	6,20
M	19,33	5,78
G	18,82	5,41
H	14,40	11,60
I	20,45	2,00
N	19,82	2,00
J	19,19	1,92
K	20,45	-7,73
P	10,94	4,63
R	12,28	2,00

PROGRESIVAS

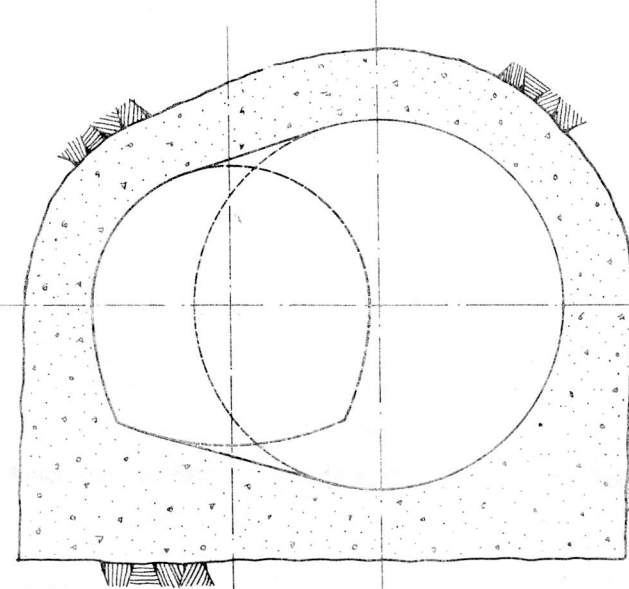
SECCION	T. P.	T. S.
1-1	386,93	386,93
2-2	389,18	389,11
3-3	391,43	391,28
4-4	393,61	393,30
5-5	395,80	395,30
6-6	397,73	397,22
7-7	399,68	399,22
8-8	401,68	401,99
9-9	403,64	403,02
10-10	405,68	404,90
11-11	408,48	407,34

- NOTAS:
- 1 - PARA ESPESORES DE CONCRETO, JUNTAS Y REFUERZO METALICO VER PLANOS ESTRUCTURALES.
 - 2 - EL RECURRIMIENTO DE ACERO ENTRE LAS PROGRESIVAS TP 383,93 Y T.P. 413,38 Y ENTRE LAS PROGRESIVAS T.P. 383,93 Y T.S. 413,34 SERA COMO MINIMO DE 0,10 m.
 - 3 - PARA DETALLES DEFINITIVOS DE LA PUNTA "A" VER PLANOS ESTRUCTURALES.
 - 4 - EL ACABADO DEL CONCRETO EN LA BIFURCACION DEBE SER LISO. EN CASO DE CONSIDERARSE NECESARIO DEBERA PULIRSE, O ALISARSE CON MEZCLILLA O SIMILAR.

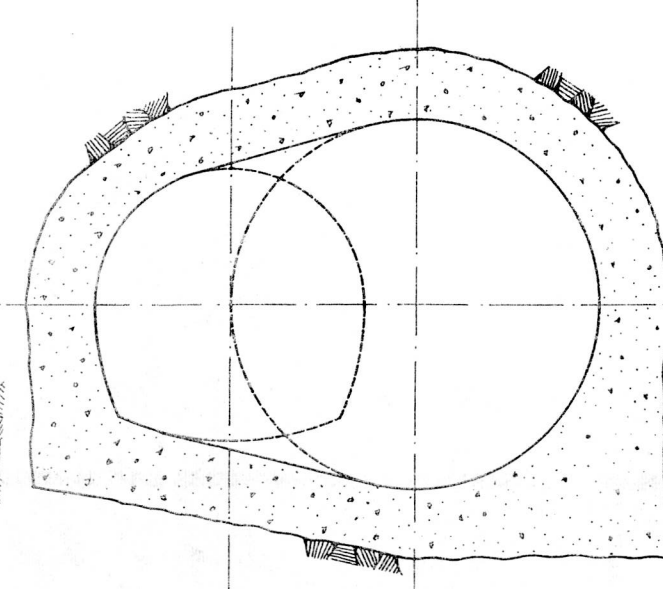
REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO PRESA AGUA VIVA TUNEL BIFURCACION - SECCIONES Y DETALLES	
DIVISION DE PROYECTOS PROYECTO: Luis M. Suarez CALCULO: Alvaro Palacios DISEÑO: Eleazar Bustillo R.		FECHA: 13 Octubre 1969 SERIE: TOTAL HOJA N° 6	
REVISOR: <i>[Signature]</i> CONFORME: <i>[Signature]</i> APROBADO: <i>[Signature]</i>		INDICADAS REF.	



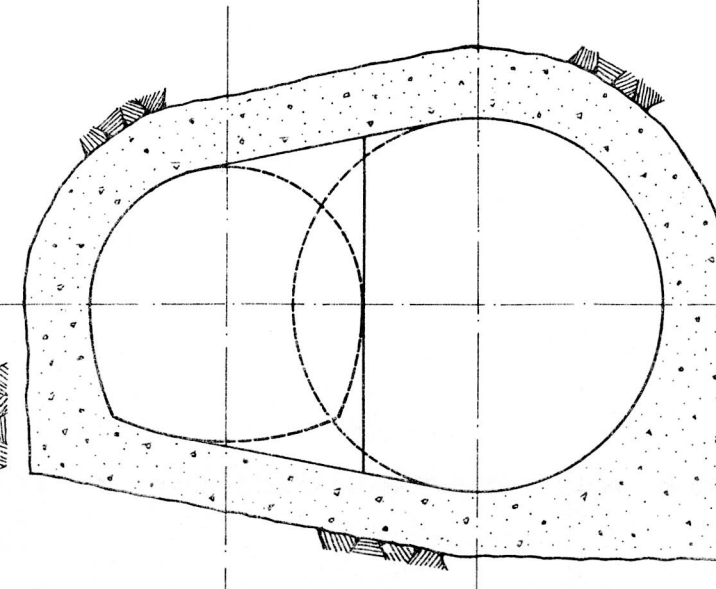
SECCION 4-4
1:50



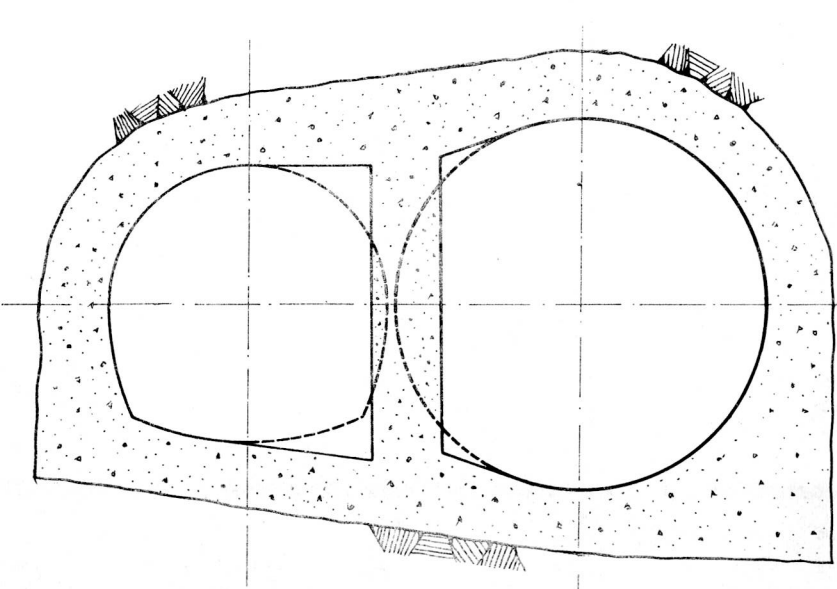
SECCION 5-5
1:50



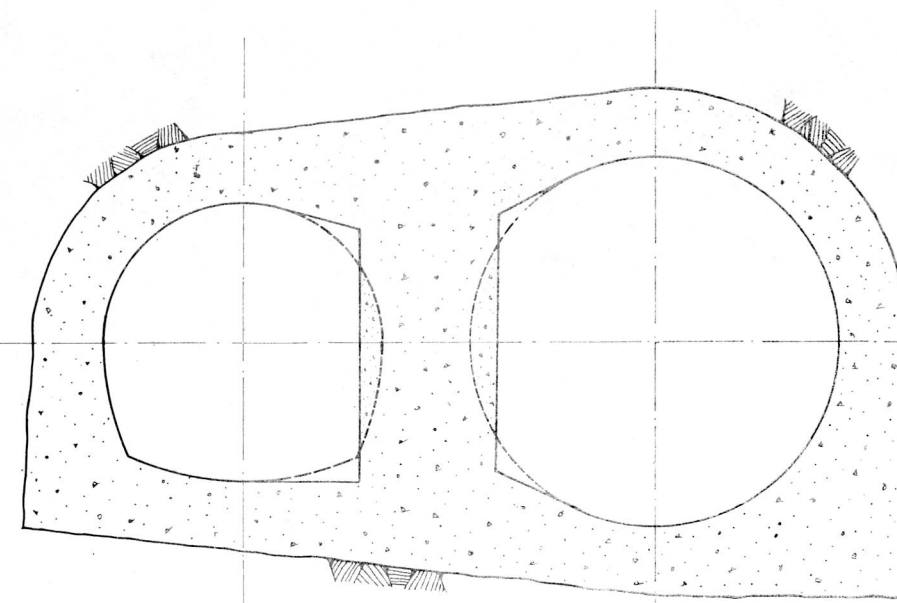
SECCION 6-6
1:50



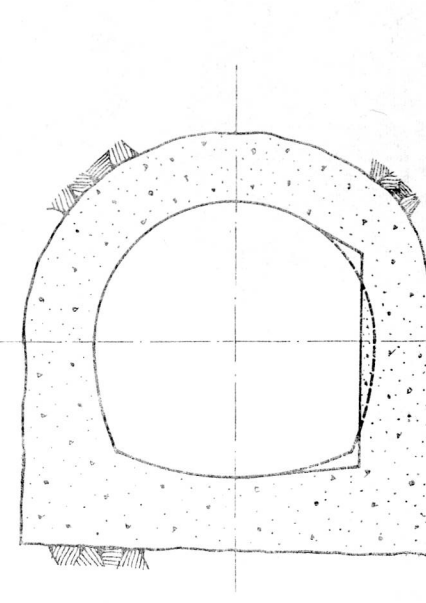
SECCION 7-7
1:50



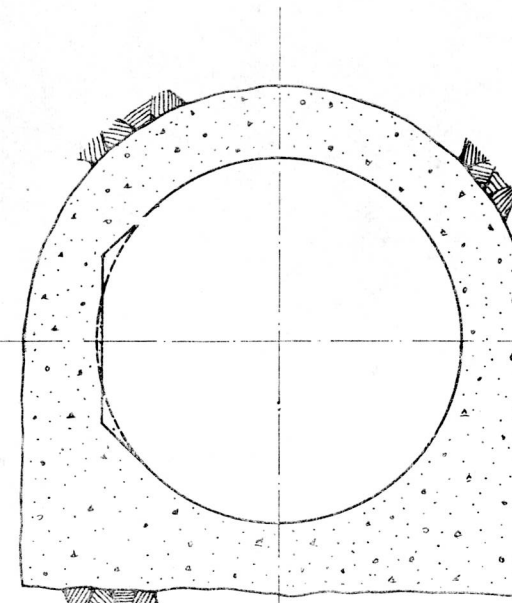
SECCION 8-8
1:50



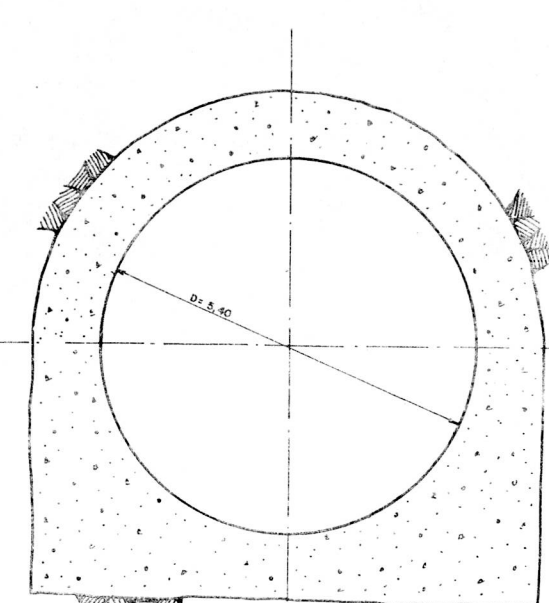
SECCION 9-9
1:50



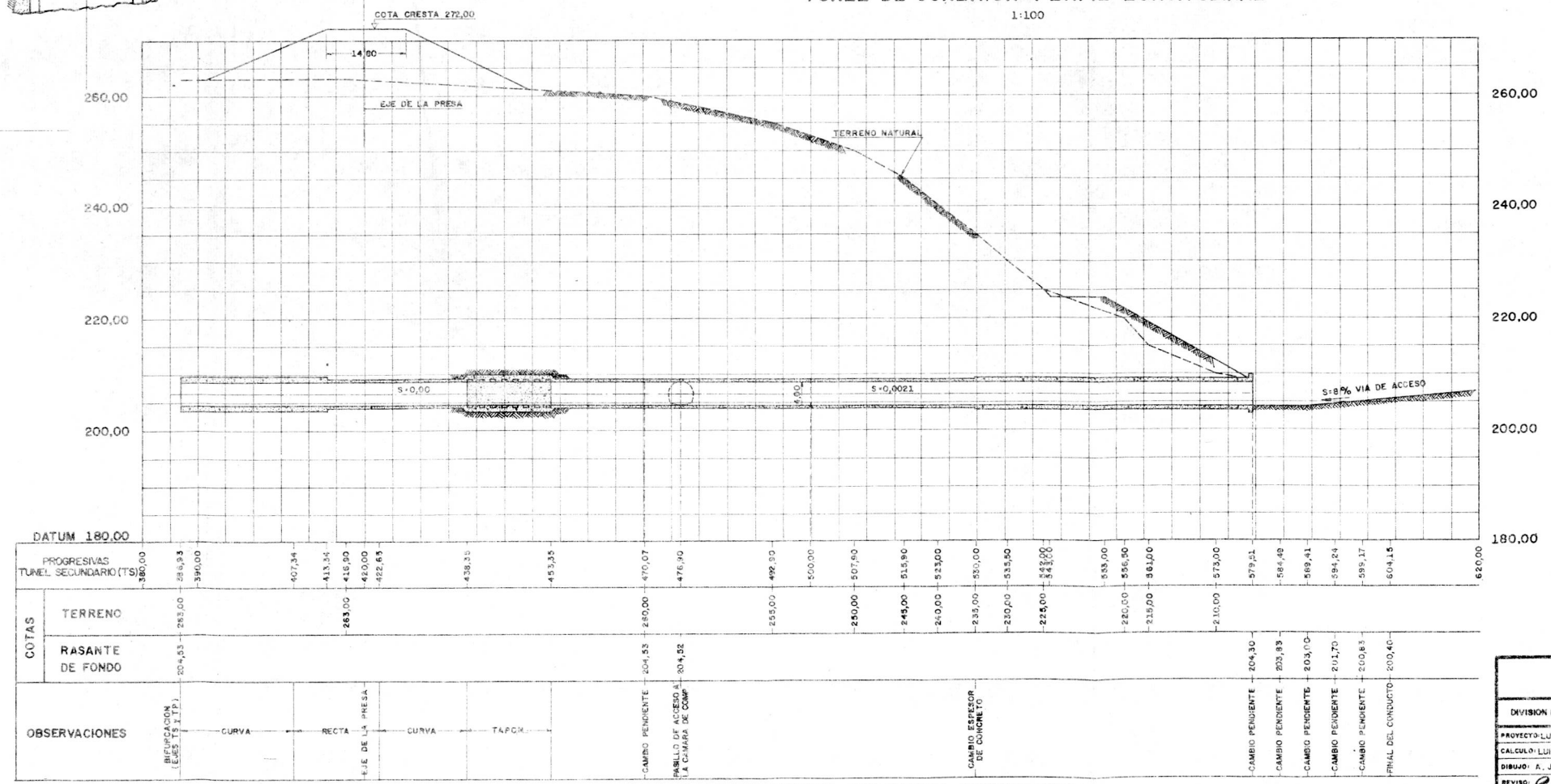
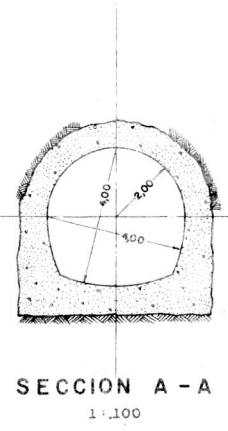
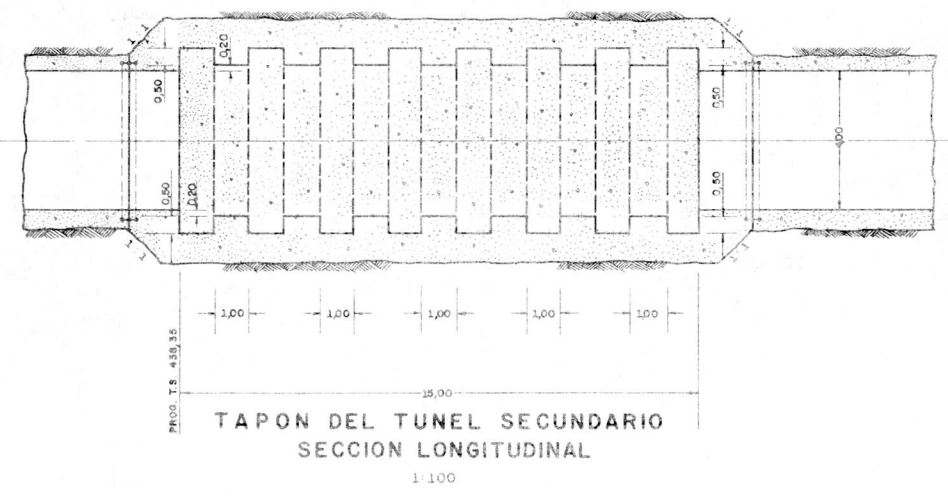
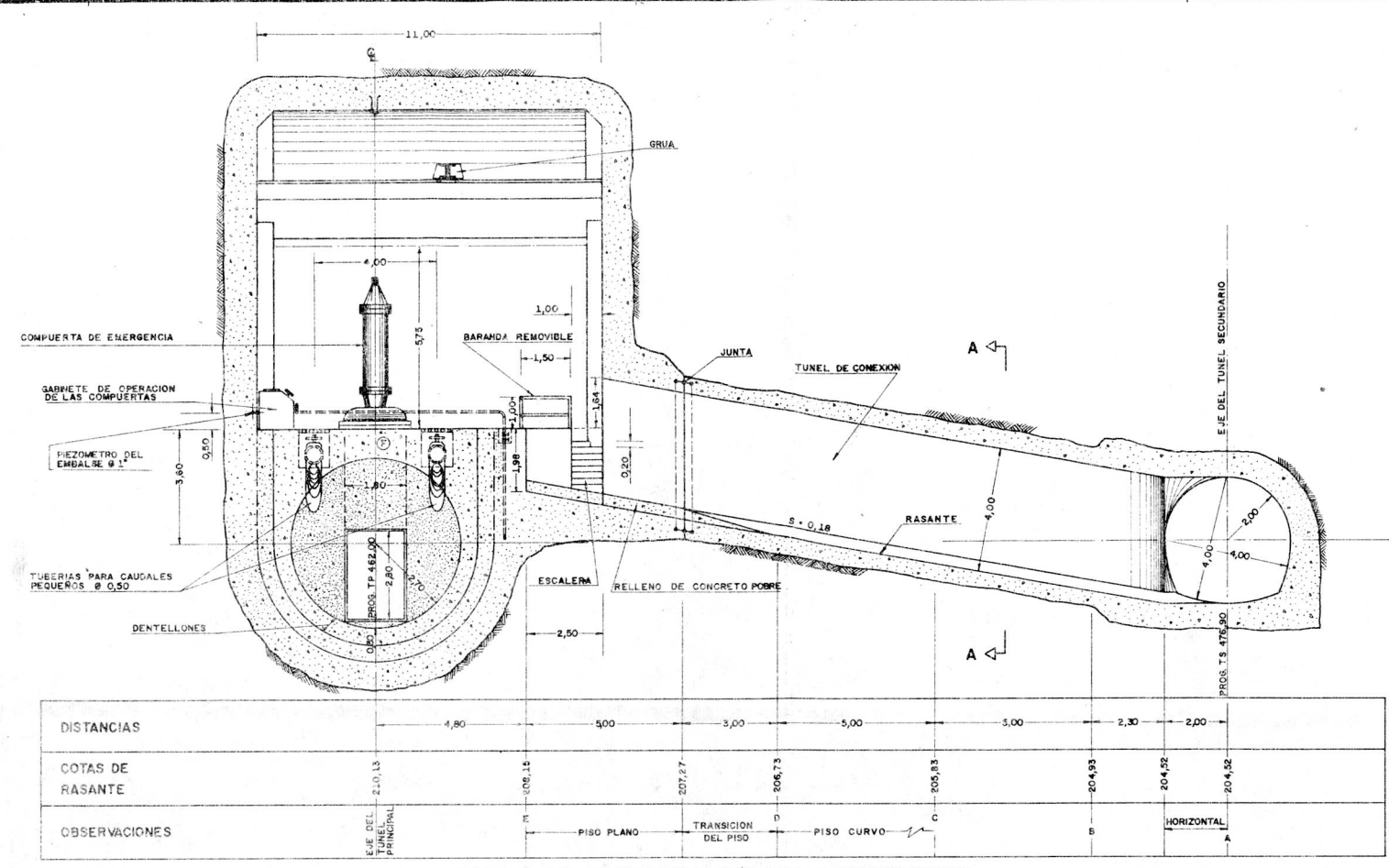
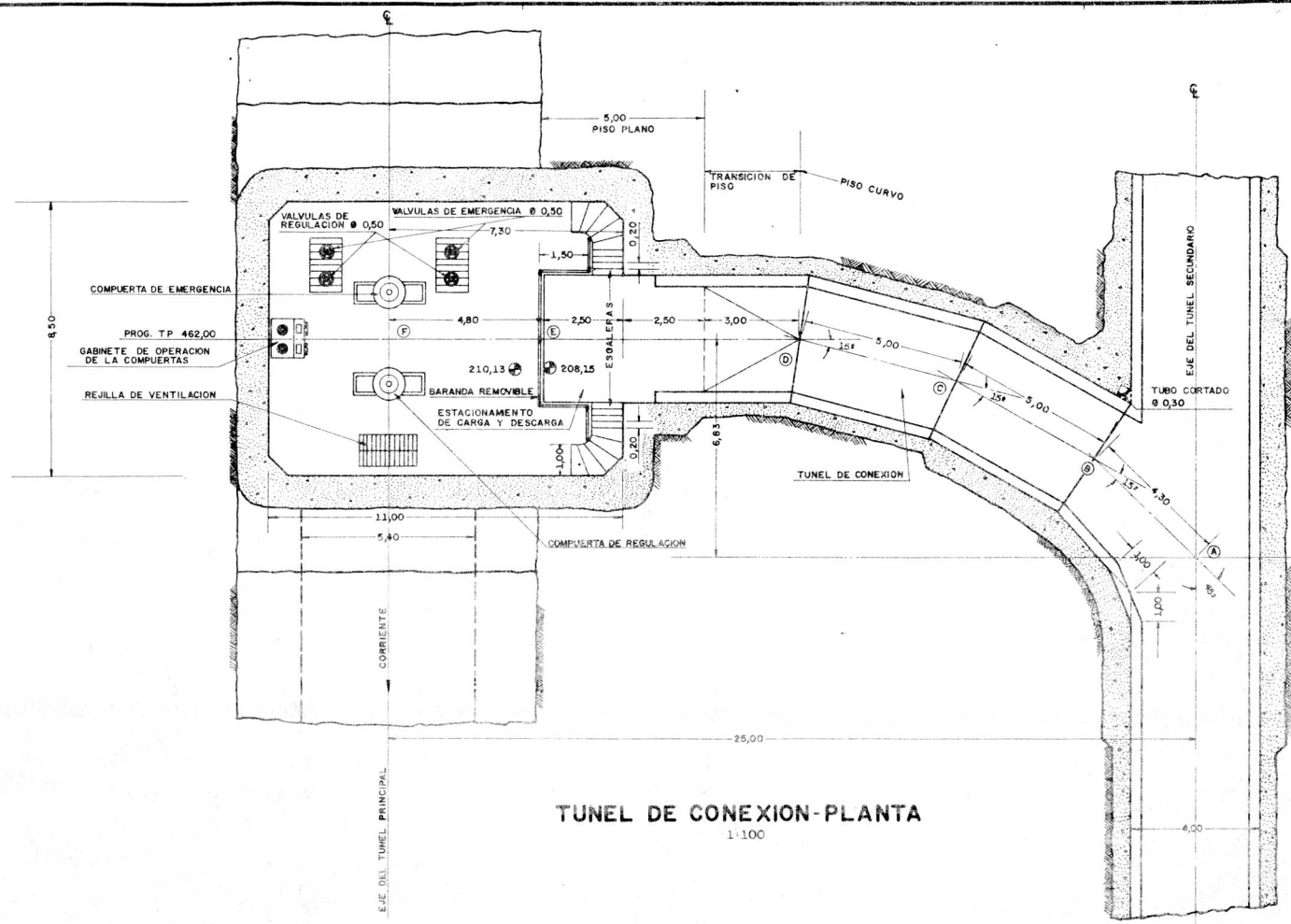
SECCION 10-10
1:50



SECCION 11-11
1:50

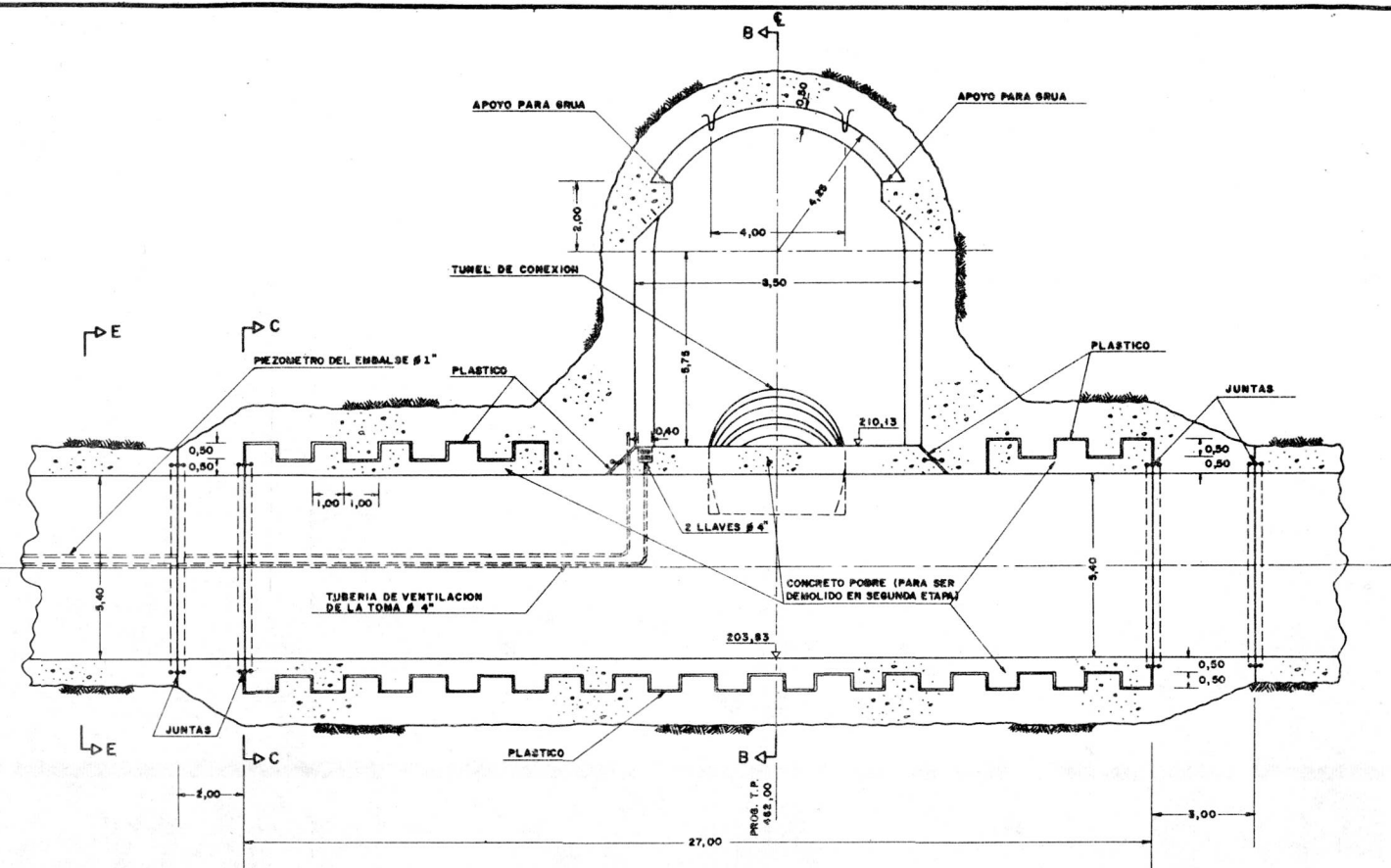


REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	
DIVISION DE PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO PROYECTO: PRESA AGUA VIVA TUNEL SECCIONES DE LA BIFURCACION	
DISEÑO: ALVARO PALACIOS REVISADO: Asocio Aguilar B. APROBADO: [Signature] CONFORME: [Signature] APROBADO: [Signature]	FECHA: 6 OCTUBRE 1969 ESCALA (S): 1:50 TOTAL: 7 HOJA N°: 7

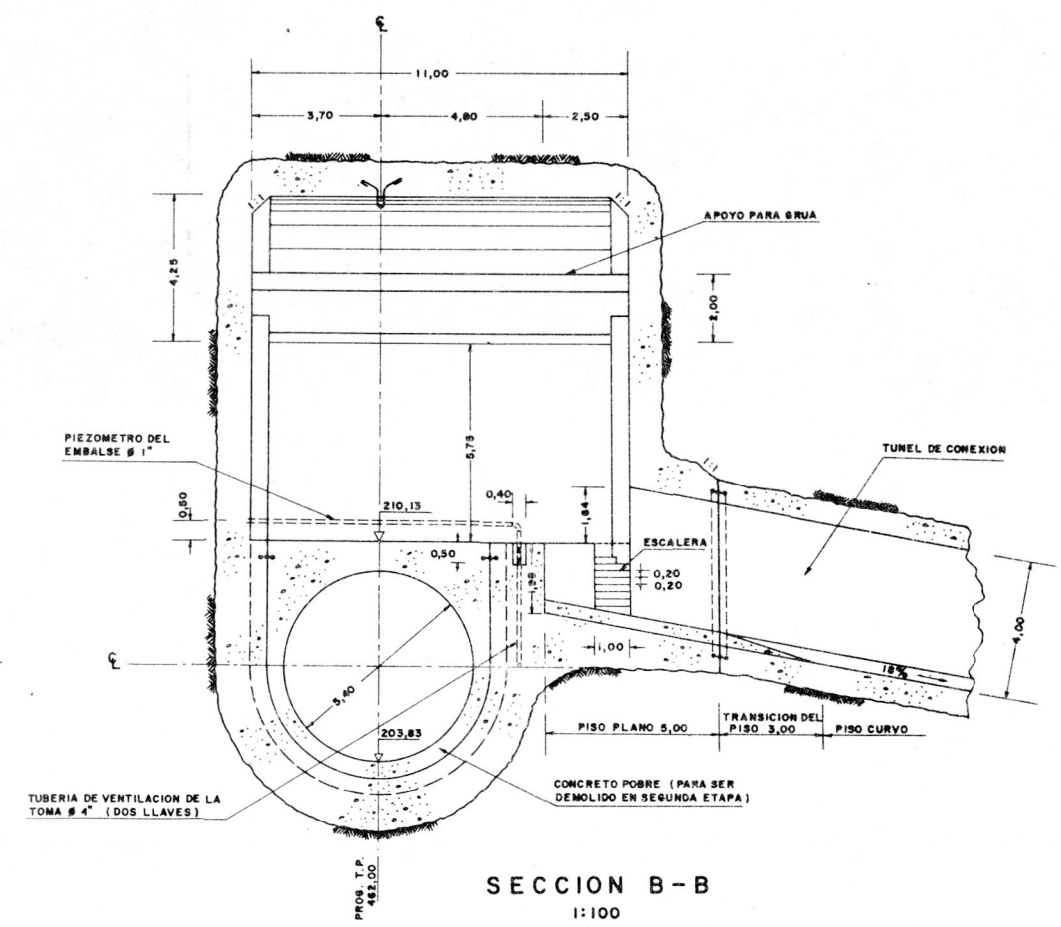


- NOTAS:**
- 1.- PARA ESPESORES DE CONCRETO JUNTAS Y REFUERZO METALICO VER PLANOS ESTRUCTURALES.
 - 2.- NO SE INDICAN INSTALACIONES DE CABLES NI ILUMINACION.
 - 3.- EL PISO DEL TUNEL DE CONEXION DEBERA SER RUGOSO O RAYADO TRANSVERSALMENTE PARA FACILITAR EL DESPLAZAMIENTO DE VEHICULOS.
 - 4.- NO SE INDICAN LOS PORTONES A LA ENTRADA DEL TUNEL SECUNDARIO, NI LA VENTILACION DEL MISMO.

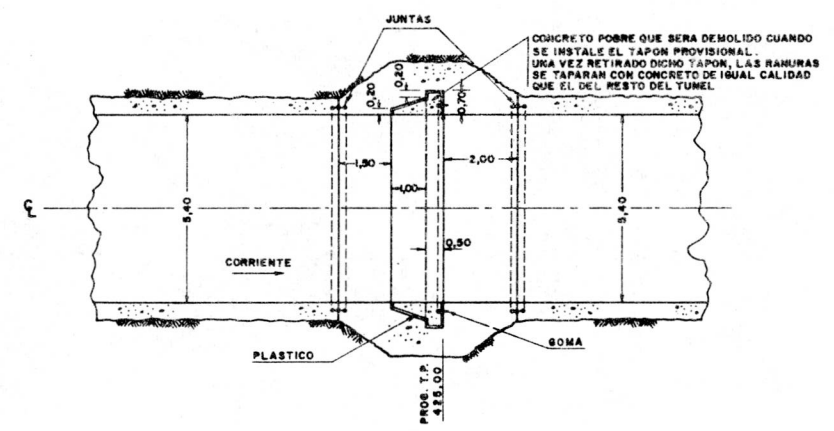
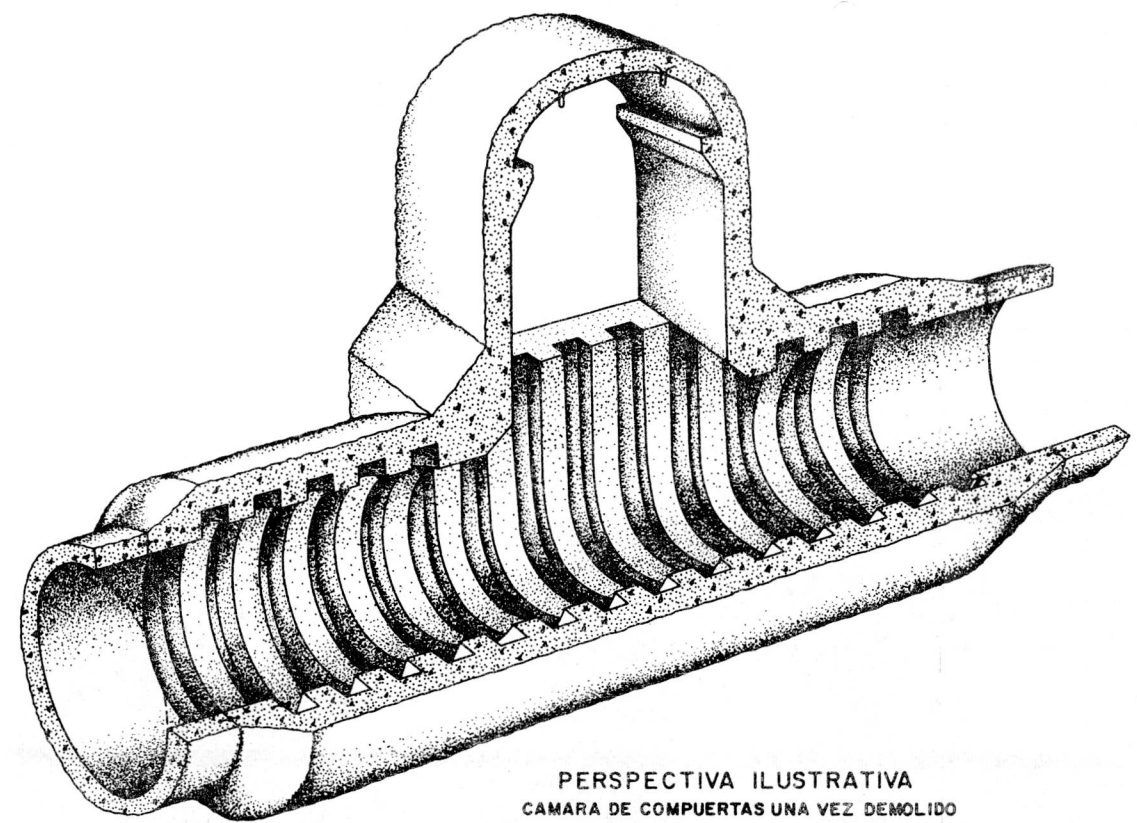
REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			
DIVISION DE PROYECTO PROYECTO: LUIS M. SUAREZ CALCULO: LUIS M. SUAREZ DIBUJO: A. J. GARCIA		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA TUNELES SECUNDARIO Y DE CONEXION SECCIONES Y DETALLES	
REVISOR: [Signature] CONFORME: [Signature] APROBADO: [Signature]	FECHA: NOVIEMBRE 3 - 69 ESCALA: 1:1 INDICADAS	SERIE: [Blank] TOTAL: [Blank] TOTAL HOJAS: [Blank]	HOJA Nº: 8

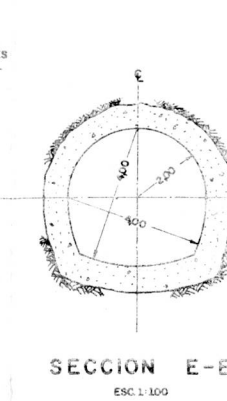
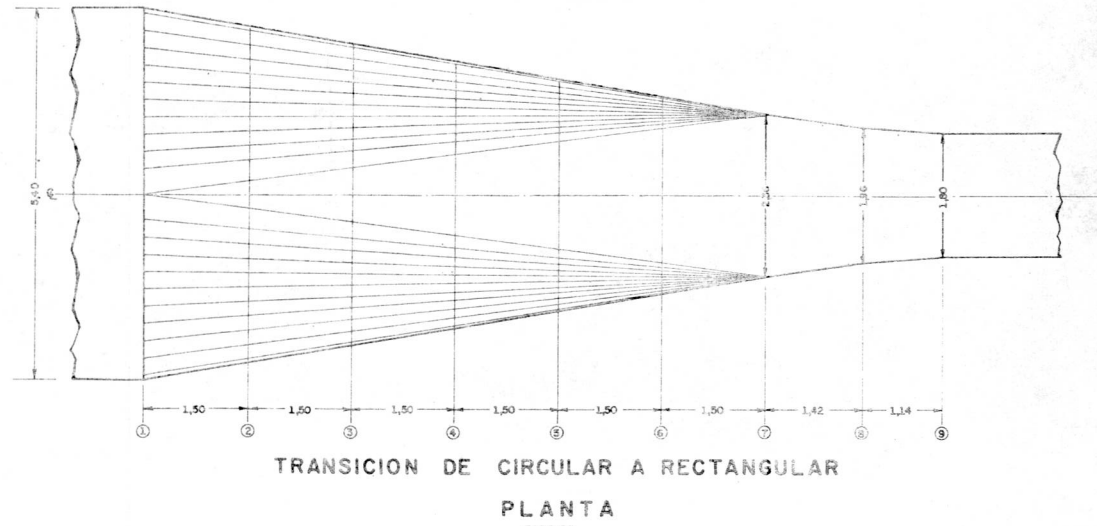
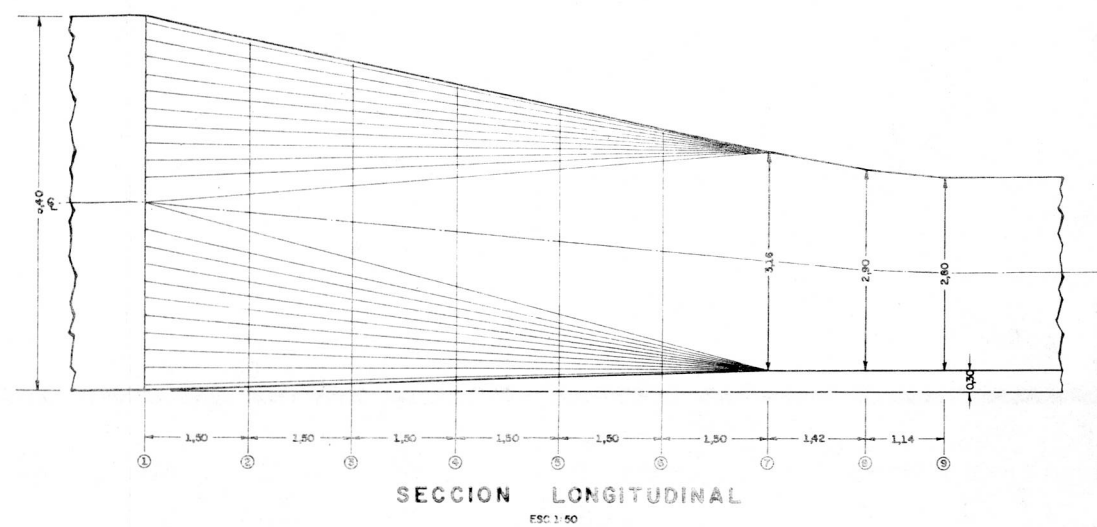
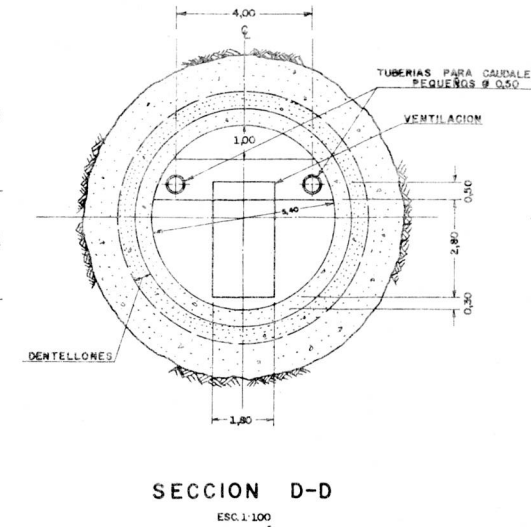
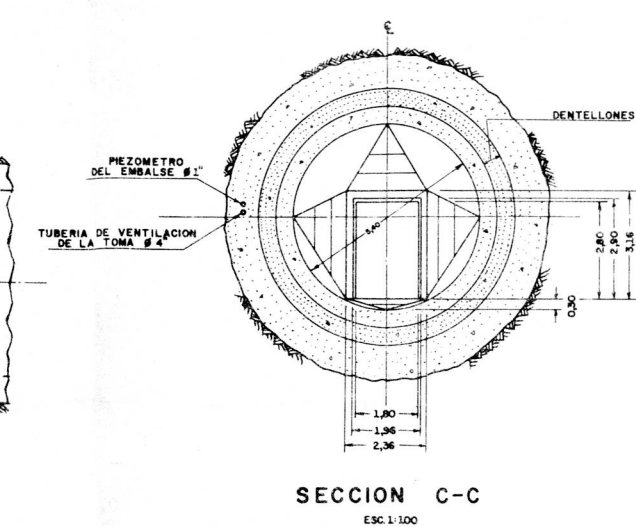
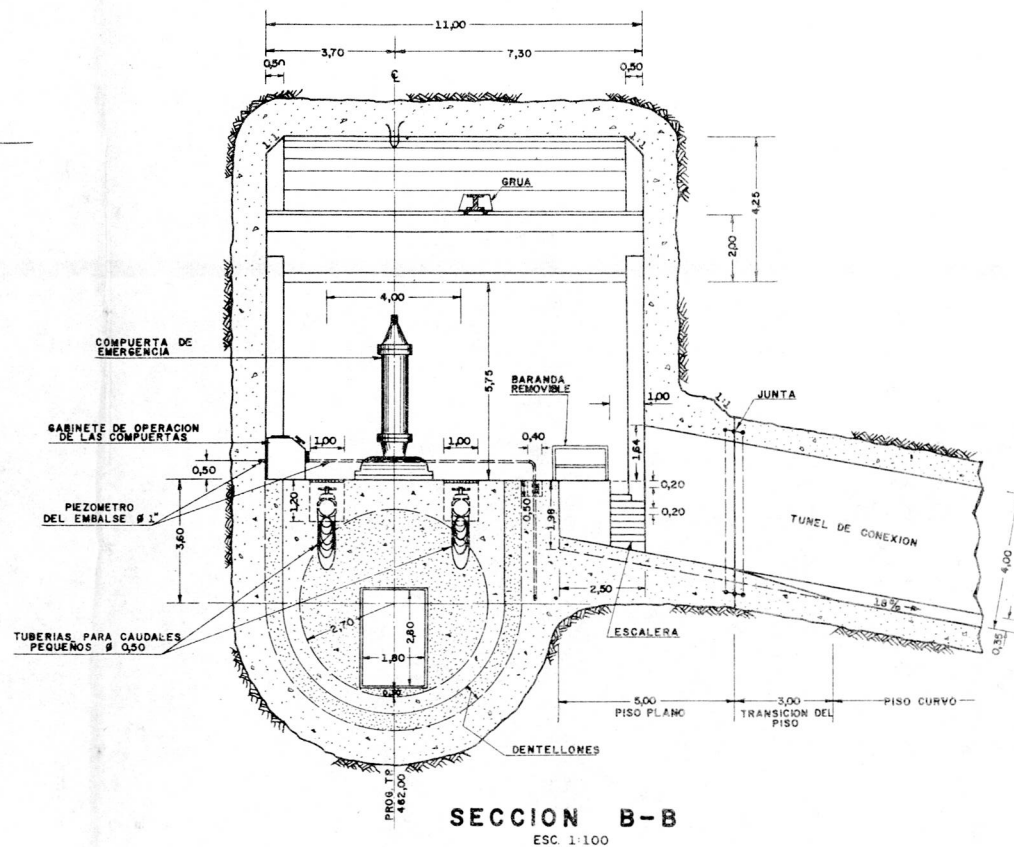
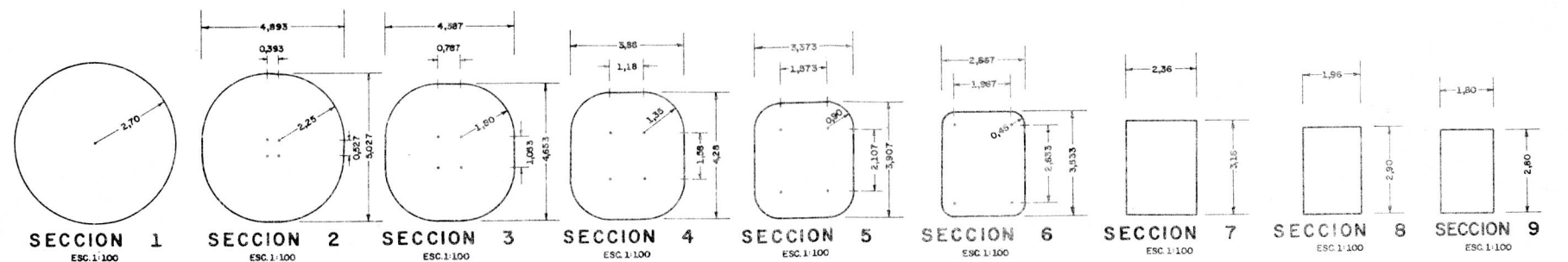
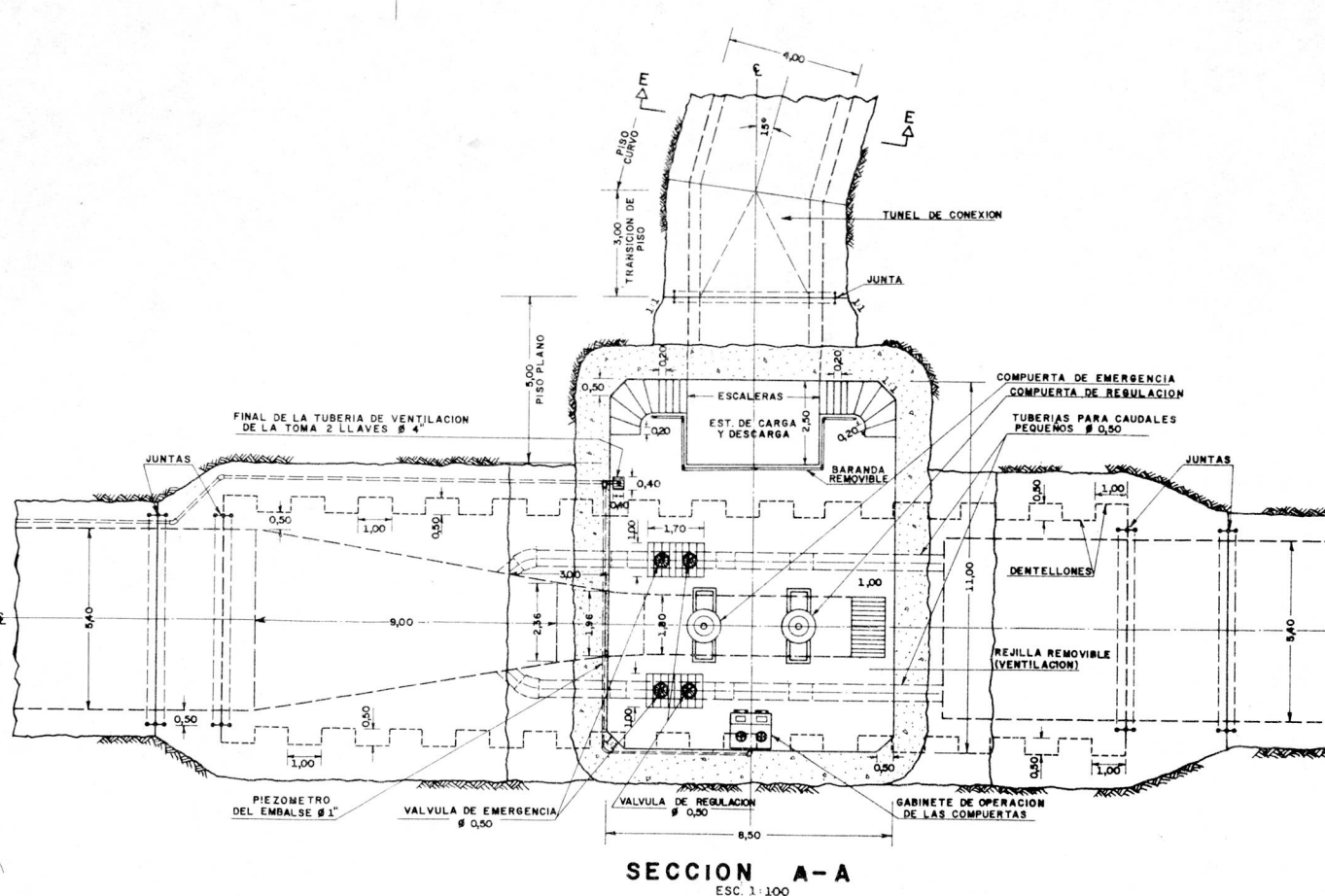
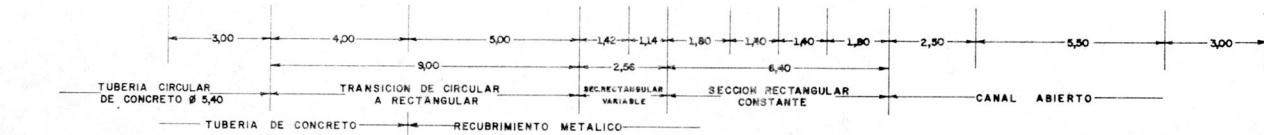
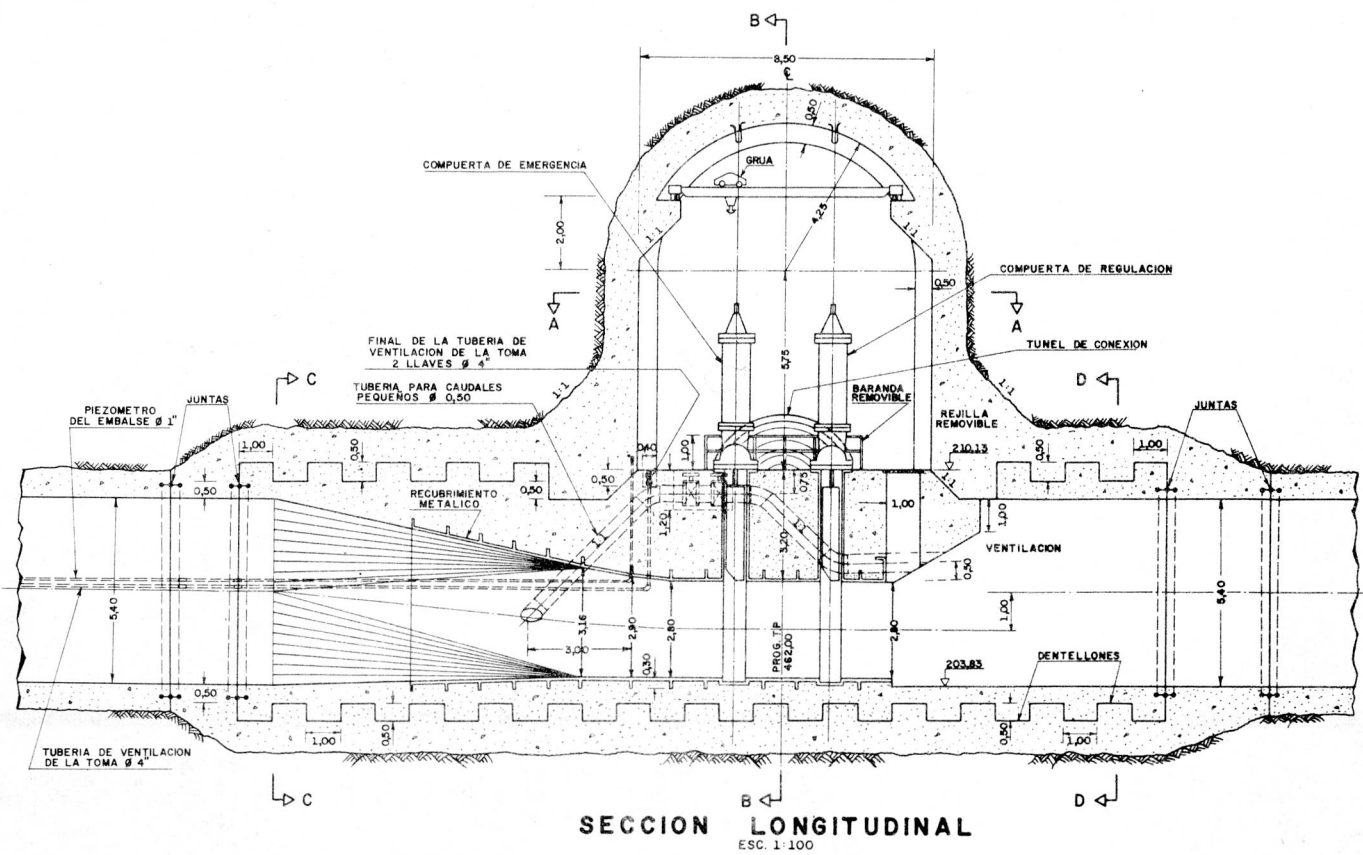


CAMARA DE COMPUERTAS
SECCION LONGITUDINAL
1:100



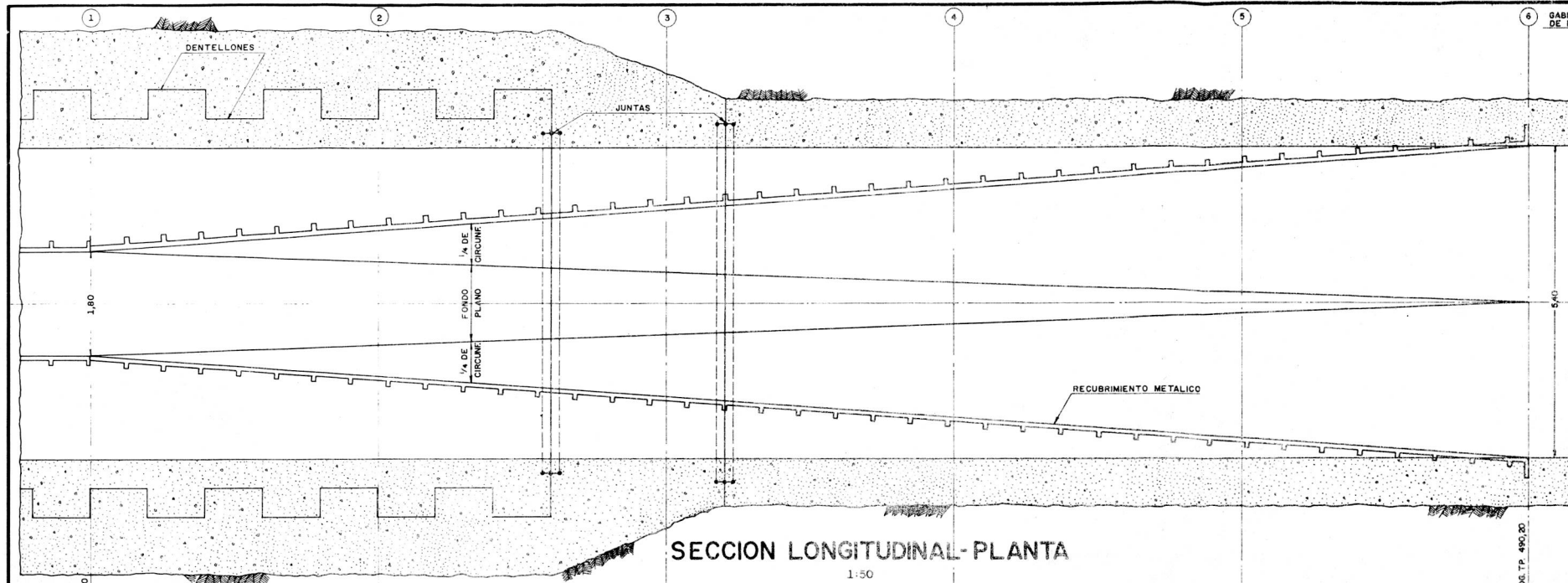
SECCION B-B
1:100



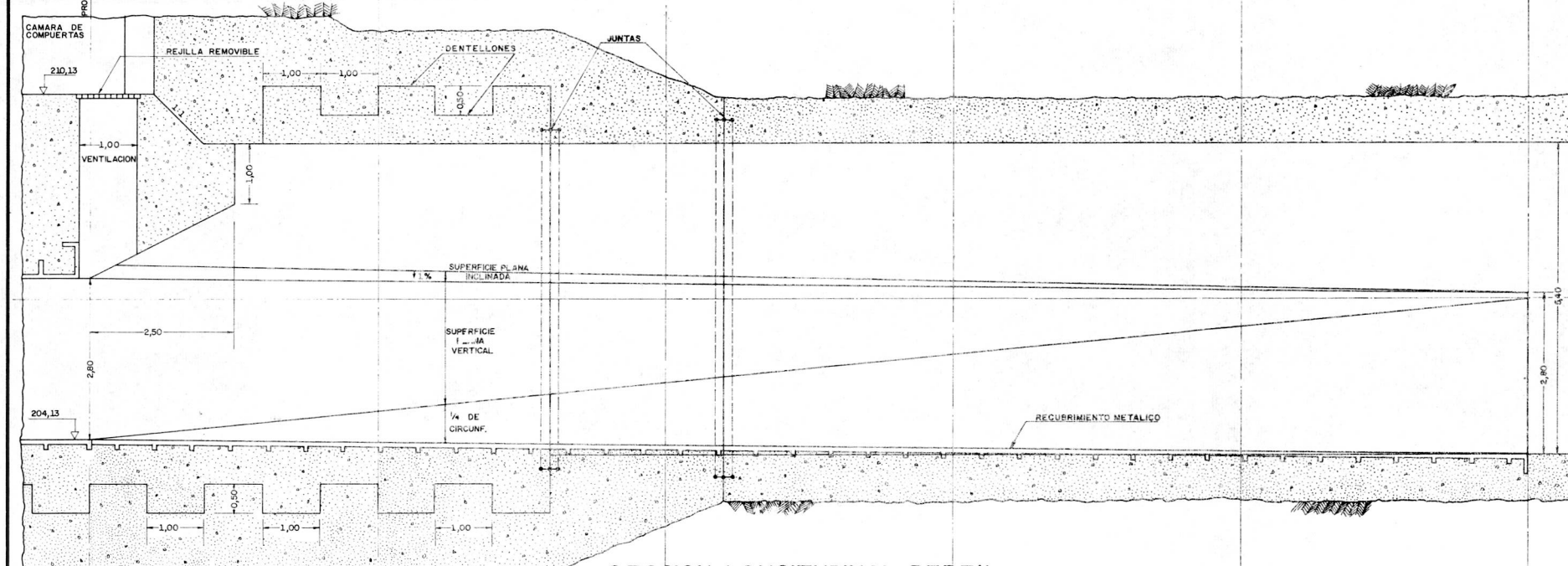


- NOTAS:**
- 1) TODOS LOS ESPESORES DE CONCRETO SON APROXIMADOS, PARA ESPESORES DEFINITIVOS, ASI COMO DETALLES DE JUNTAS Y REFUERZOS VER PLANOS ESTRUCTURALES.
 - 2) PARA DETALLES DE LAS PARTES METALICAS, TUBERIAS, VALVULAS Y COMPUERTAS VER PLANOS DE MECO-ELECTRO-MECANICA.
 - 3) NO SE INDICAN INSTALACIONES DE CABLES NI ILUMINACION.
 - 4) LA ALTURA DE LA GRUA ESTA SUJETA A CAMBIOS VIRTUALES.
 - 5) PARA DETALLES DEL CANAL DE SALIDA DE LA CAMARA DE COMPUERTAS VER PLANO CORRESPONDIENTE.
 - 6) LA UBICACION DE LAS COMPUERTAS, VALVULAS Y GABINETE DE OPERACION ESTA SUJETA A CAMBIOS EVENTUALES.
 - 7) EL PISO DEL TUNEL DE ACCESO A LA CAMARA DE COMPUERTAS DEBERA SER RUGOSO O RAYADO TRANSVERSALMENTE PARA FACILITAR EL DESPLAZAMIENTO DE VEHICULOS.
 - 8) EL PISO DE LA CAMARA DE COMPUERTAS DEBERA TENER UNA PENDIENTE EN TODAS DIRECCIONES HACIA LA REJILLA DE VENTILACION PARA FACILITAR EL DRENAJE.

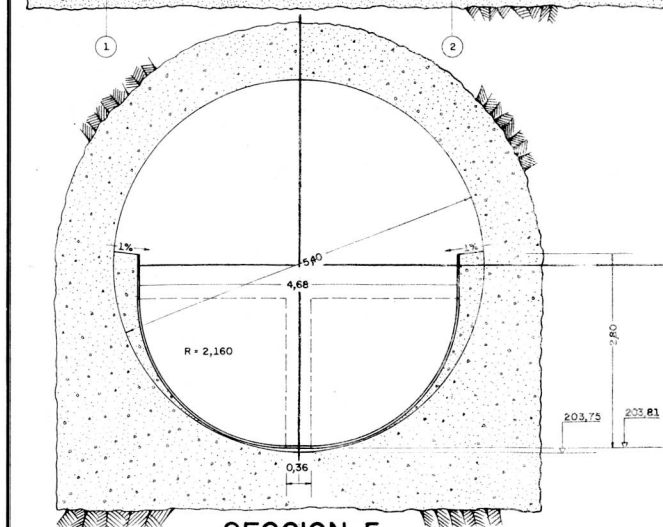
REPUBLICA DE VENEZUELA			
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS			
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			
DIVISION DE PROYECTO	SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO		
PROYECTO: LUIS M. SUAREZ	OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA		
CALCULO: LUIS M. SUAREZ	CAMARA DE COMPUERTAS		
DISEÑO: Mariano Ramos R.	SECCIONES Y DETALLES		
REVISOR: <i>[Signature]</i>	FECHA: NOVIEMBRE-1969	SERIE:	TOTAL:
CONFORME: <i>[Signature]</i>	ESCALA(S):	TOTAL HOJAS:	HOJA #
CONFORME: <i>[Signature]</i>	INDICADAS:	REX:	10
APROBADO: <i>[Signature]</i>			



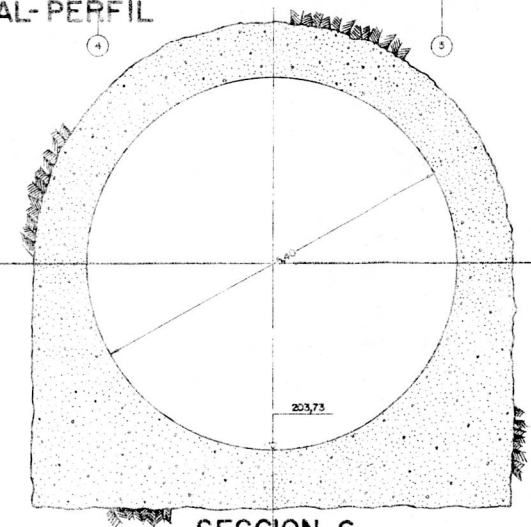
SECCION LONGITUDINAL-PLANTA
1:50



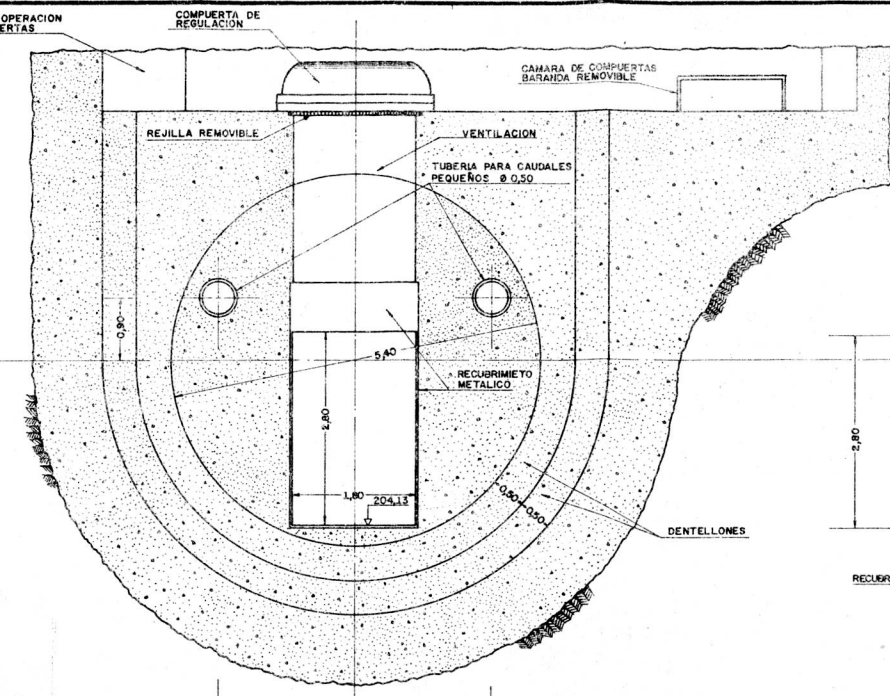
SECCION LONGITUDINAL-PERFIL
1:50



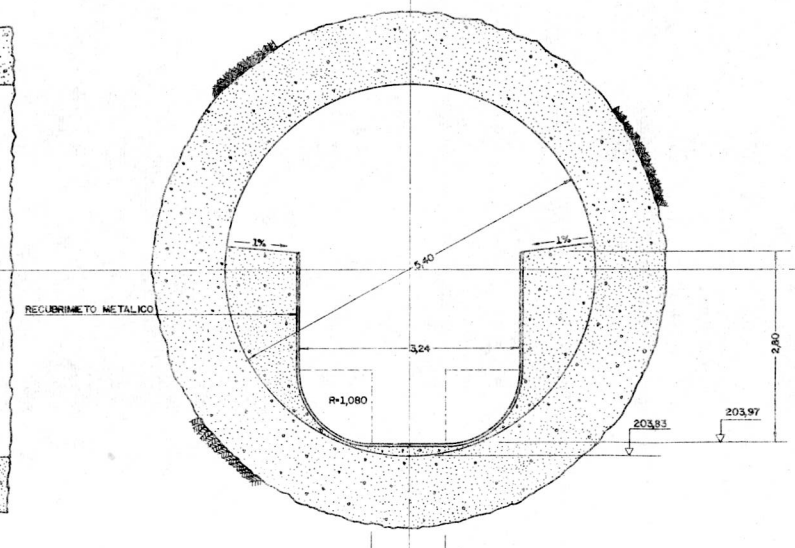
SECCION 5
1:50



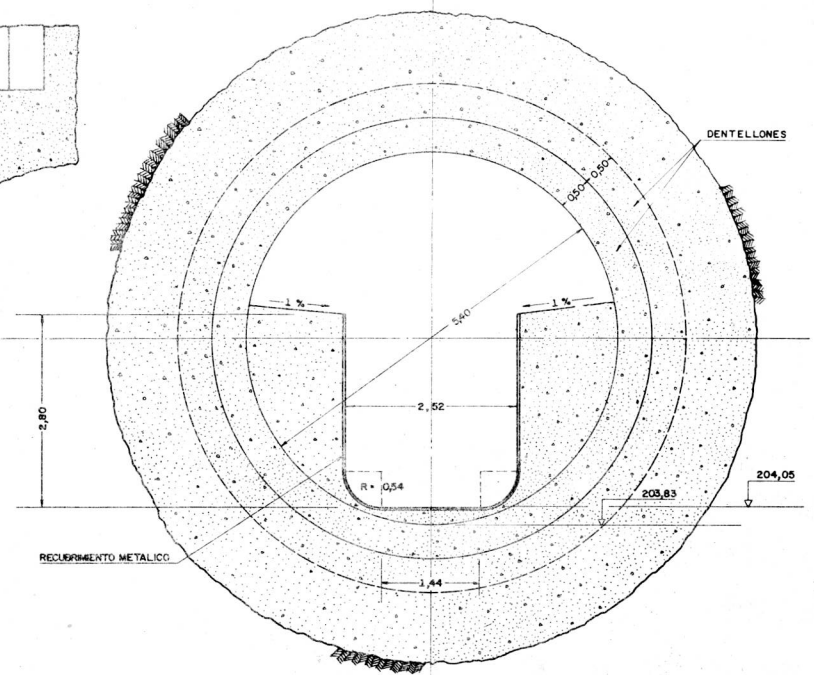
SECCION 6
1:50



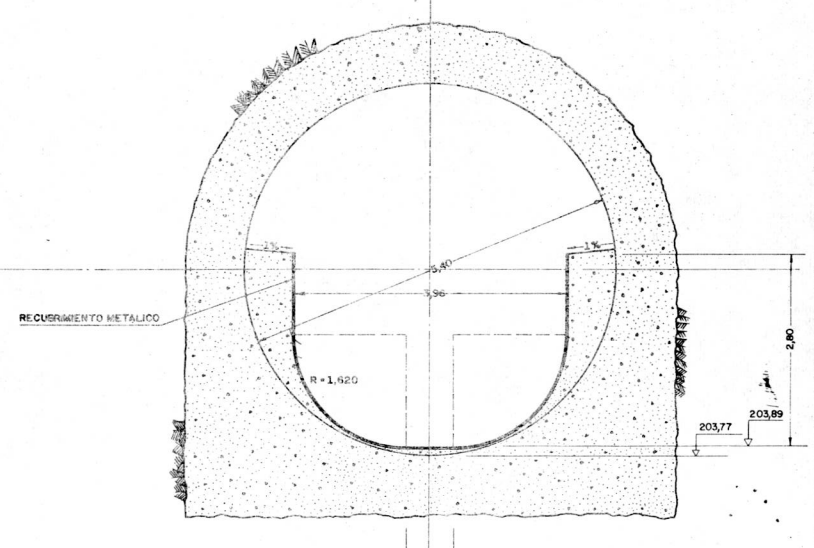
SECCION 1
1:50



SECCION 3
1:50



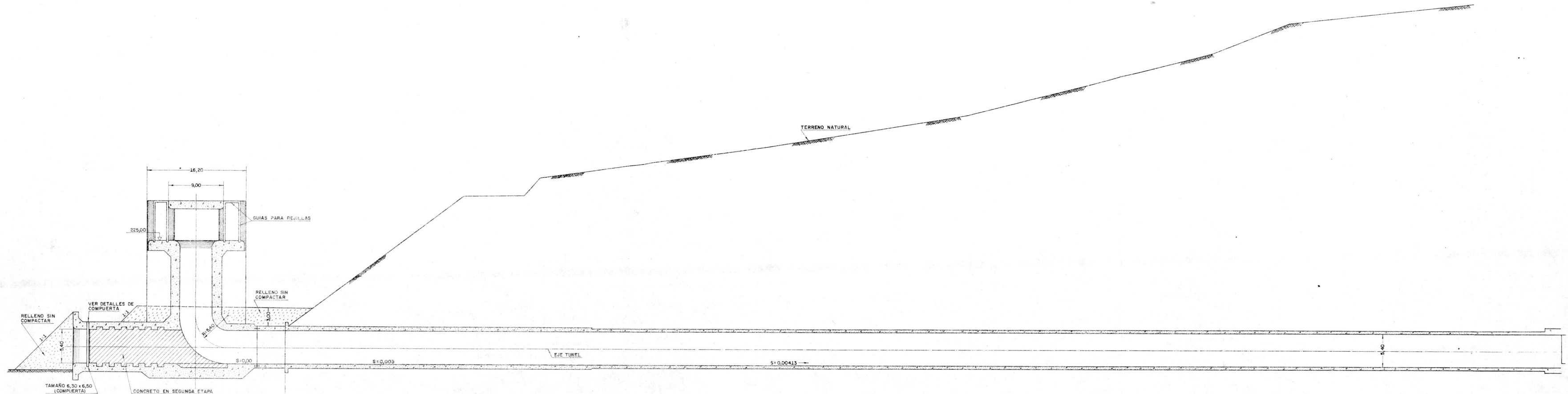
SECCION 2
1:50



SECCION 4
1:50

- NOTAS:
- 1- PARA ESPESORES DE CONCRETO, JUNTAS Y REFUERZO METALICO VER PLANOS ESTRUCTURALES
 - 2- PARA DETALLES DEL RECUBRIMIENTO METALICO VER PLANOS HIDRO-ELECTROMECANICA

REPUBLICA DE VENEZUELA			
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS			
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			
DIVISION DE PROYECTO		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO	
PROYECTO: LUIS M. SUAREZ		OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA	
CALCULO: LUIS M. SUAREZ		TOMA	
DISEÑO: A. J. GARCIA		TRANSICION DE SALIDA DE LA	
REVISO: [Signature]		CAMARA DE CUERTAS	
CONFORME: [Signature]		FECHA: ENERO-21-1970	SERIE: TOTAL
CONFORME: [Signature]		ESCALA(S)	TOTAL HOJAS
APPROBADO: [Signature]		REF.	HOJA N°
			11

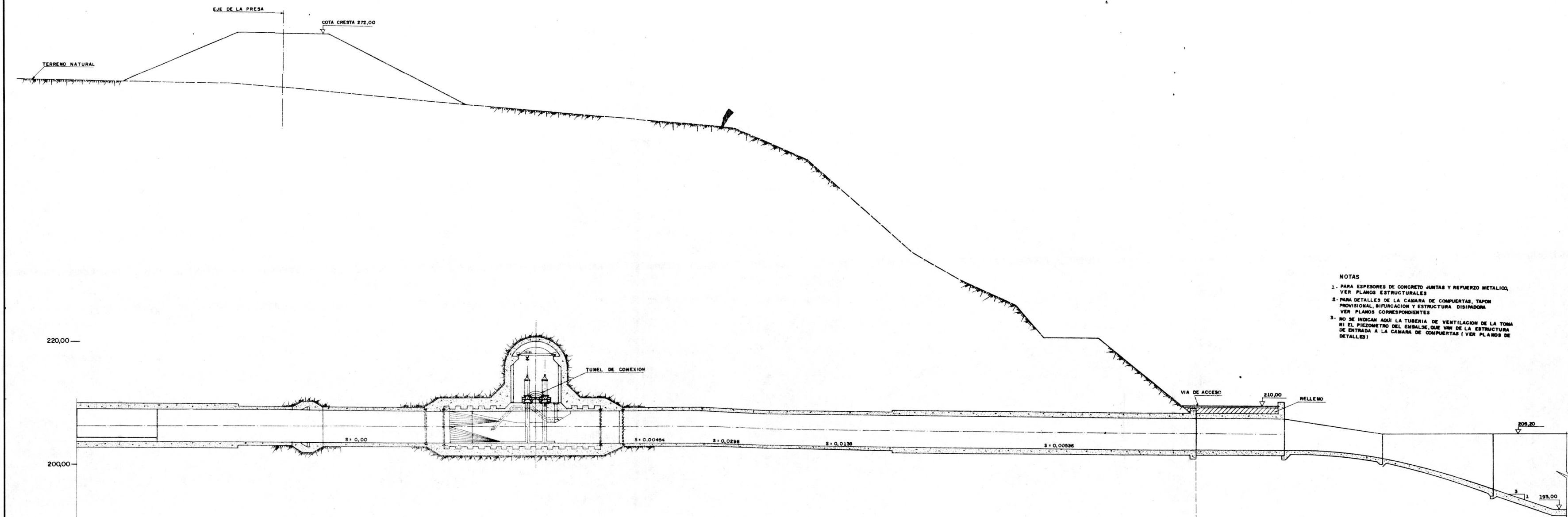


- NOTAS:
- 1.- PARA ESPESORES DE CONCRETO JUNTAS Y REFUERZO METALICO, VER PLANOS ESTRUCTURALES.
 - 2.- PARA DETALLES DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA Y TAPON VER PLANOS CORRESPONDIENTES.
 - 3.- NO SE INDICAN AQUI LA TUBERIA DE VENTILACION DE LA TOMA NI EL PIEZOMETRO DEL EMBALSE QUE VAN DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA A LA CAMARA DE COMPUERTAS. (VER PLANOS DE DETALLES)

DATUM 170.00		ENTRADA DEL DESVIO	173.82	EJE DE LA TOMA	183.82	PORTAL ENTRADA	178.82	182.86	186.00	196.00	200.00	203.50	207.50	209.50	215.00	219.00	221.00	235.00	240.00	246.00	245.00	290.00	300.00	310.00	321.74	330.00	342.50	350.00	372.50	385.93	386.43
COTAS	TERRENO		173.82		183.82		178.82	182.86	186.00	196.00	200.00	203.50	207.50	209.50	215.00	219.00	221.00	235.00	240.00	246.00	245.00	290.00	300.00	310.00	321.74	330.00	342.50	350.00	372.50	385.93	386.43
	RASANTE DE FONDO	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	204.66	203.83	203.83	
OBSERVACIONES		HORIZONTAL		CAMBIO PENDIENTE		CAMBIO ESPESOR DE CONCRETO		CURVA		CAMBIO ESP. CONC. BIFURCACION DEL TUNEL																					

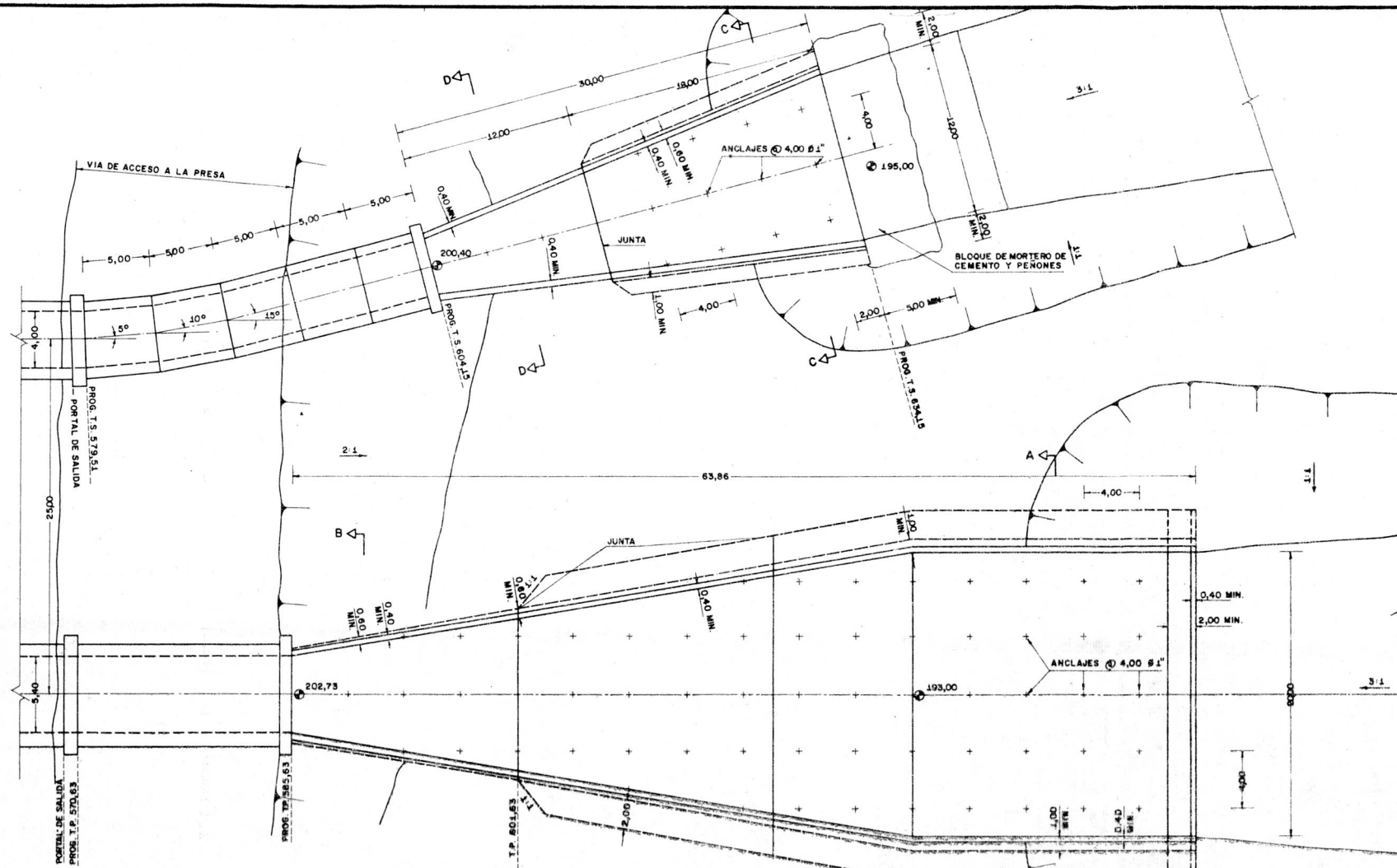


REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			
DIVISION DE DISEÑO PROYECTO: <i>El Cuzco</i> CALCULO: <i>El Cuzco</i> DISEÑO: M. CONTRERAS D. REVISO: <i>R. Rangel</i> CONFORME: <i>R. Rangel</i> APROBADO: <i>R. Rangel</i>		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA TOMA PERFIL LONGITUDINAL FECHA: 23 ENE. 1969 ESCALA: 1:1 SERIE: TOTAL TOTAL HOJAS: 12 HOJA Nº: 12	

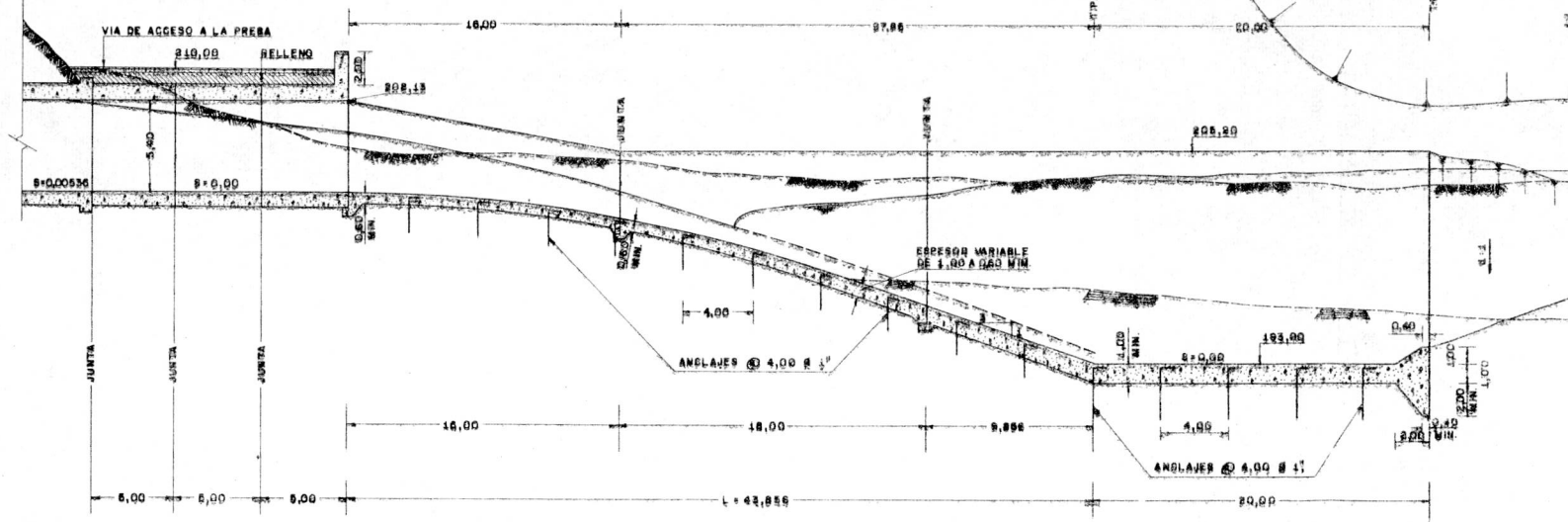


- NOTAS
- 1- PARA ESPESORES DE CONCRETO JUNTAS Y REFUERZO METALICO, VER PLANOS ESTRUCTURALES
 - 2- PARA DETALLES DE LA CAMARA DE COMPUERTAS, TAPON PROVISIONAL, BIFURCACION Y ESTRUCTURA DISIPADORA, VER PLANOS CORRESPONDIENTES
 - 3- NO SE INDICAN AQUI LA TUBERIA DE VENTILACION DE LA TOMA NI EL PIEZOMETRO DEL EMBALSE, QUE VAN DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA A LA CAMARA DE COMPUERTAS (VER PLANOS DE DETALLES)

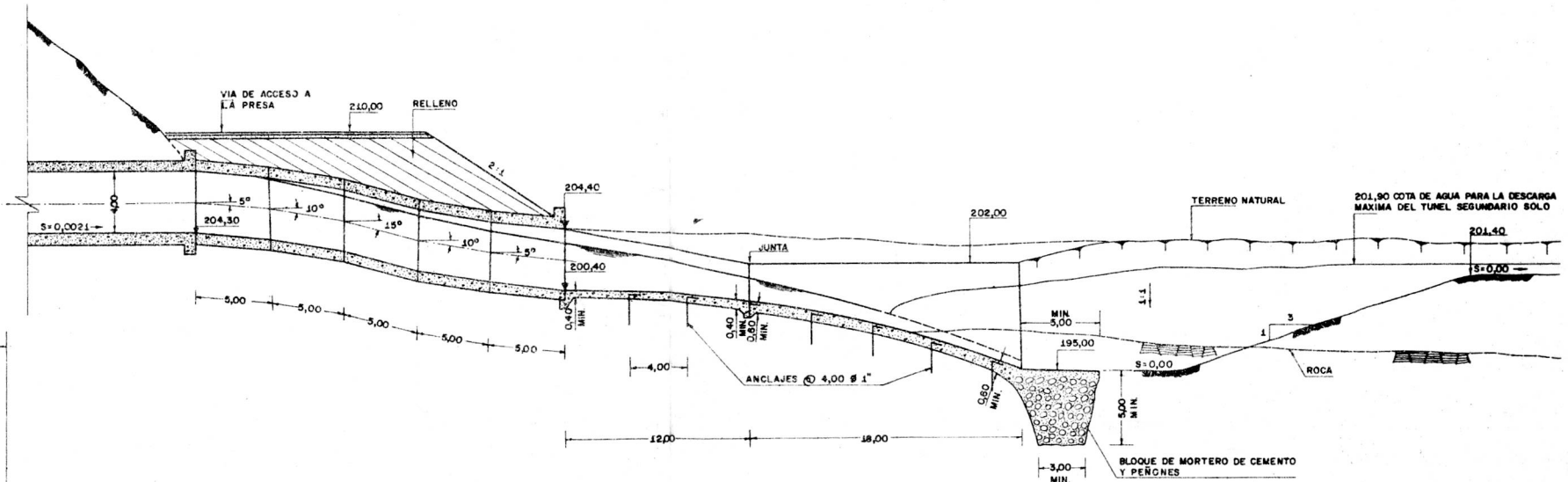
DATUM 180.00		PROGRESIVAS TUNEL PRINCIPAL (TP)	TERRENO	RASANTE DE FONDO	OBSERVACIONES
		386.93		204.93	BIFURCACION DEL TUNEL
		389.82		203.83	CAMBIO PENDIENTE
		400.00		203.83	
		407.38			
		412.50		202.00	CAMBIO ESPESOR DE CONCRETO
		413.38			
		420.00			EJE DE LA PRESA
		423.00			RANURAS PARA EL TAPON PROVISIONAL
		430.00			
		436.00		203.83	CAMBIO PENDIENTE
		437.12			
		448.13		203.75	CAMBIO PENDIENTE
		454.00			
		459.18		205.43	CAMBIO PENDIENTE
		460.00			
		468.00		204.00	CAMBIO ESPESOR DE CONCRETO
		473.00			
		478.50		203.00	CAMBIO PENDIENTE
		482.00			
		488.00		202.00	CAMBIO PENDIENTE
		494.00			
		499.00		201.00	CAMBIO PENDIENTE
		504.00			
		509.00		200.00	CAMBIO PENDIENTE
		514.00			
		519.00		199.00	CAMBIO PENDIENTE
		524.00			
		529.00		198.00	CAMBIO PENDIENTE
		534.00			
		539.00		197.00	CAMBIO PENDIENTE
		544.00			
		549.00		196.00	CAMBIO PENDIENTE
		554.00			
		559.00		195.00	CAMBIO PENDIENTE
		564.00			
		569.00		194.00	CAMBIO PENDIENTE
		574.00			
		579.00		193.00	CAMBIO PENDIENTE
		584.00			
		589.00		192.00	CAMBIO PENDIENTE
		594.00			
		599.00		191.00	CAMBIO PENDIENTE
		604.00			
		609.00		190.00	CAMBIO PENDIENTE
		614.00			
		619.00		189.00	CAMBIO PENDIENTE
		624.00			
		629.00		188.00	CAMBIO PENDIENTE
		634.00			
		639.00		187.00	CAMBIO PENDIENTE
		644.00			
		649.00		186.00	CAMBIO PENDIENTE
		654.00			
		659.00		185.00	CAMBIO PENDIENTE
		664.00			
		669.00		184.00	CAMBIO PENDIENTE
		674.00			
		679.00		183.00	CAMBIO PENDIENTE
		684.00			
		689.00		182.00	CAMBIO PENDIENTE
		694.00			
		699.00		181.00	CAMBIO PENDIENTE
		704.00			
		709.00		180.00	CAMBIO PENDIENTE
		714.00			
		719.00		179.00	CAMBIO PENDIENTE
		724.00			
		729.00		178.00	CAMBIO PENDIENTE
		734.00			
		739.00		177.00	CAMBIO PENDIENTE
		744.00			
		749.00		176.00	CAMBIO PENDIENTE
		754.00			
		759.00		175.00	CAMBIO PENDIENTE
		764.00			
		769.00		174.00	CAMBIO PENDIENTE
		774.00			
		779.00		173.00	CAMBIO PENDIENTE
		784.00			
		789.00		172.00	CAMBIO PENDIENTE
		794.00			
		799.00		171.00	CAMBIO PENDIENTE
		804.00			
		809.00		170.00	CAMBIO PENDIENTE
		814.00			
		819.00		169.00	CAMBIO PENDIENTE
		824.00			
		829.00		168.00	CAMBIO PENDIENTE
		834.00			
		839.00		167.00	CAMBIO PENDIENTE
		844.00			
		849.00		166.00	CAMBIO PENDIENTE
		854.00			
		859.00		165.00	CAMBIO PENDIENTE
		864.00			
		869.00		164.00	CAMBIO PENDIENTE
		874.00			
		879.00		163.00	CAMBIO PENDIENTE
		884.00			
		889.00		162.00	CAMBIO PENDIENTE
		894.00			
		899.00		161.00	CAMBIO PENDIENTE
		904.00			
		909.00		160.00	CAMBIO PENDIENTE
		914.00			
		919.00		159.00	CAMBIO PENDIENTE
		924.00			
		929.00		158.00	CAMBIO PENDIENTE
		934.00			
		939.00		157.00	CAMBIO PENDIENTE
		944.00			
		949.00		156.00	CAMBIO PENDIENTE
		954.00			
		959.00		155.00	CAMBIO PENDIENTE
		964.00			
		969.00		154.00	CAMBIO PENDIENTE
		974.00			
		979.00		153.00	CAMBIO PENDIENTE
		984.00			
		989.00		152.00	CAMBIO PENDIENTE
		994.00			
		999.00		151.00	CAMBIO PENDIENTE
		1004.00			
		1009.00		150.00	CAMBIO PENDIENTE
		1014.00			
		1019.00		149.00	CAMBIO PENDIENTE
		1024.00			
		1029.00		148.00	CAMBIO PENDIENTE
		1034.00			
		1039.00		147.00	CAMBIO PENDIENTE
		1044.00			
		1049.00		146.00	CAMBIO PENDIENTE
		1054.00			
		1059.00		145.00	CAMBIO PENDIENTE
		1064.00			
		1069.00		144.00	CAMBIO PENDIENTE
		1074.00			
		1079.00		143.00	CAMBIO PENDIENTE
		1084.00			
		1089.00		142.00	CAMBIO PENDIENTE
		1094.00			
		1099.00		141.00	CAMBIO PENDIENTE
		1104.00			
		1109.00		140.00	CAMBIO PENDIENTE
		1114.00			
		1119.00		139.00	CAMBIO PENDIENTE
		1124.00			
		1129.00		138.00	CAMBIO PENDIENTE
		1134.00			
		1139.00		137.00	CAMBIO PENDIENTE
		1144.00			
		1149.00		136.00	CAMBIO PENDIENTE
		1154.00			
		1159.00		135.00	CAMBIO PENDIENTE
		1164.00			
		1169.00		134.00	CAMBIO PENDIENTE
		1174.00			
		1179.00		133.00	CAMBIO PENDIENTE
		1184.00			
		1189.00		132.00	CAMBIO PENDIENTE
		1194.00			
		1199.00		131.00	CAMBIO PENDIENTE
		1204.00			
		1209.00		130.00	CAMBIO PENDIENTE
		1214.00			
		1219.00		129.00	CAMBIO PENDIENTE
		1224.00			
		1229.00		128.00	CAMBIO PENDIENTE
		1234.00			
		1239.00		127.00	CAMBIO PENDIENTE
		1244.00			
		1249.00		126.00	CAMBIO PENDIENTE
		1254.00			
		1259.00		125.00	CAMBIO PENDIENTE
		1264.00			
		1269.00		124.00	CAMBIO PENDIENTE
		1274.00			
		1279.00		123.00	CAMBIO PENDIENTE
		1284.00			
		1289.00		122.00	CAMBIO PENDIENTE
		1294.00			
		1299.00		121.00	CAMBIO PENDIENTE
		1304.00			
		1309.00		120.00	CAMBIO PENDIENTE
		1314.00			
		1319.00		119.00	CAMBIO PENDIENTE
		1324.00			
		1329.00		118.00	CAMBIO PENDIENTE
		1334.00			
		1339.00		117.00	CAMBIO PENDIENTE
		1344.00			
		1349.00		116.00	CAMBIO PENDIENTE
		1354.00			
		1359.00		115.00	CAMBIO PENDIENTE
		1364.00			
		1369.00		114.00	CAMBIO PENDIENTE
		1374.00			
		1379.00		113.00	CAMBIO PENDIENTE
		1384.00			
		1389.00		112.00	CAMBIO PENDIENTE
		1394.00			
		1399.00		111.00	CAMBIO PENDIENTE
		1404.00			
		1409.00		110.00	CAMBIO PENDIENTE
		1414.00			
		1419.00		109.00	CAMBIO PENDIENTE
		1424.00			
		1429.00		108.00	CAMBIO PENDIENTE
		1434.00			
		1439.00		107.00	CAMBIO PENDIENTE
		1444.00			
		1449.00		106.00	CAMBIO PENDIENTE
		1454.00			
		1459.00		105.00	CAMBIO PENDIENTE
		1464.00			
		1469.00		104.00	CAMBIO PENDIENTE
		1474.00			
		1479.00		103.00	CAMBIO PENDIENTE
		1484.00			
		1489.00		102.00	CAMBIO PENDIENTE
		1494.00			
		1499.00		101.00	CAMBIO PENDIENTE
		1504.00			
		1509.00		100.00	CAMBIO PENDIENTE
		1514.00			
		1519.00		99.00	CAMBIO PENDIENTE
		1524.00			
		1529.00		98.00	CAMBIO PENDIENTE
		1534.00			
		1539.00		97.00	CAMBIO PENDIENTE
		1544.00			
		1549.00		96.00	CAMBIO PENDIENTE
		1554.00			
		1559.00		95.00	CAMBIO PENDIENTE
		1564.00			
		1569.00		94.00	CAMBIO PENDIENTE
		1574.00			
		1579.00		93.00	CAMBIO PENDIENTE
		1584.00			
		1589.00		92.00	CAMBIO PENDIENTE
		1594.00			
		1599.00		91.00	CAMBIO PENDIENTE
		1604.00			
		1609.00		90.00	CAMBIO PENDIENTE
		1614.00			
		1619.00		89.00	CAMBIO PENDIENTE
		1624.00			
		1629.00		88.00	CAMBIO PENDIENTE
		1634.00			
		1639.00		87.00	CAMBIO PENDIENTE
		1644.00			
		1649.00		86.00	CAMBIO PENDIENTE
		1654.00			
		1659.00		85.00	CAMBIO PENDIENTE
		1664.00			
		1669.00		84.00	CAMBIO PENDIENTE
		1674.00			
		1679.00		83.00	CAMBIO PENDIENTE
		1684.00			
		1689.00		82.00	CAMBIO PENDIENTE
		1694.00			
		1699.00		81.00	CAMBIO PENDIENTE
		1704.00			
		1709.00		80.00	CAMBIO PENDIENTE
		1714.00			
		1719.00		79.00	CAMBIO PENDIENTE
		1724.00			
		1729.00		78.00	CAMBIO PENDIENTE
		1734.00			
		1739.00		77.00	CAMBIO PENDIENTE
		1744.00			</



PLANTA



DISIPADOR DEL TUNEL PRINCIPAL
PERFIL LONGITUDINAL



DISIPADOR DEL TUNEL SECUNDARIO
PERFIL LONGITUDINAL

DATUM 180.00									
PROGRESIVAS TS									
	278.88	279.31	284.49	286.41	288.24	291.17	292.00	294.15	295.15
COTAS	TERRENO	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
	ROCA	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
	RASANTE DE FONDO	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75
OBSERVACIONES	CAMBIO DE PENDIENTE DE 1.00 A 0.00 MIN.	CAMBIO DE PENDIENTE DE 1.00 A 0.00 MIN.	CAMBIO DE PENDIENTE DE 1.00 A 0.00 MIN.	CAMBIO DE PENDIENTE DE 1.00 A 0.00 MIN.	CAMBIO DE PENDIENTE DE 1.00 A 0.00 MIN.	FINAL DEL CONDUITO COMIENZO DE LA CAIDA Y EXPANSION	CAIDA PARABOLICA		FINAL DE LA CAIDA

- NOTAS:
- 1) PARA ESPESORES DEFINITIVOS DE CONCRETO, DETALLES DE JUNTAS Y REFUEZO METALICO VER PLANOS ESTRUCTURALES.
 - 2) LA LONGITUD DE LOS ANCLAJES SERA DETERMINADA MEDIANTE PRUEBAS DE CAMPO, DE ACUERDO A COMO ORDENE EL ING. INSPECTOR.
 - 3) PARA MAYOR CLARIDAD, EN LA PLANTA EL TUNEL SE INDICA CON LINEA CONTINUA.
 - 4) EL RECURRIMIENTO EN AMBOS POZOS DISIPADORES SERA COMO MINIMO DE 0.10 MIN.

DATUM 180.00									
PROGRESIVAS TP									
COTAS	TERRENO	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
	ROCA	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
	RASANTE DE FONDO	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75	202.75
OBSERVACIONES	PORTAL DE SALIDA CAMBIO DE PENDIENTE		COMIENZO DE LA EXPANSION Y CAIDA		CAIDA DE FORMA PARABOLICA L = 99.55 MTS		COMIENZO DE PENDIENTE 1:1 L = 14.99 MTS		FIN DE CAIDA
		TRANSICION L = 15 MTS						PISO HORIZONTAL	
								FINAL DEL CONCRETO	

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS

SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO
OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA

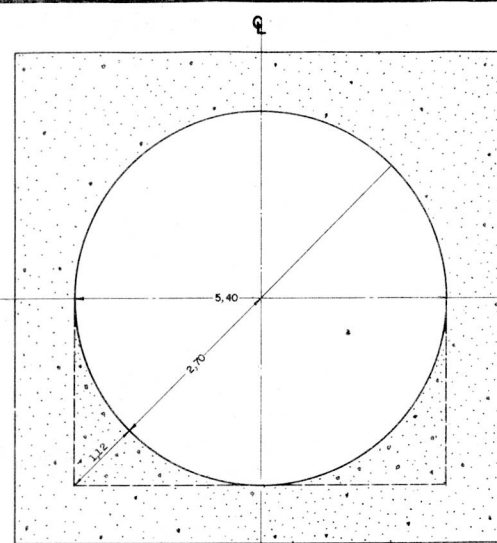
DISIPADORES DE LOS TUNELES
PRINCIPAL Y SECUNDARIO

DIVISION DE PROYECTO
PROYECTO: CUARTEL - PALACIOS
CALCULO: CUARTEL - PALACIOS
REVISADO: JESUS A. GARCIA
FECHA: 18-DIC-1968
Escala: 1:200

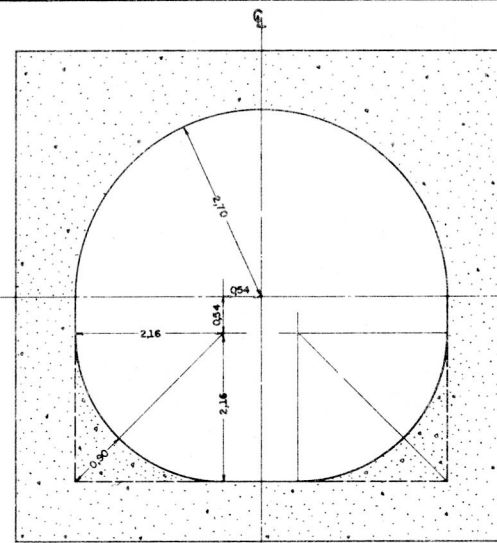
ORILLA DEL RIO

FECHA: 18-DIC-1968
Escala: 1:200

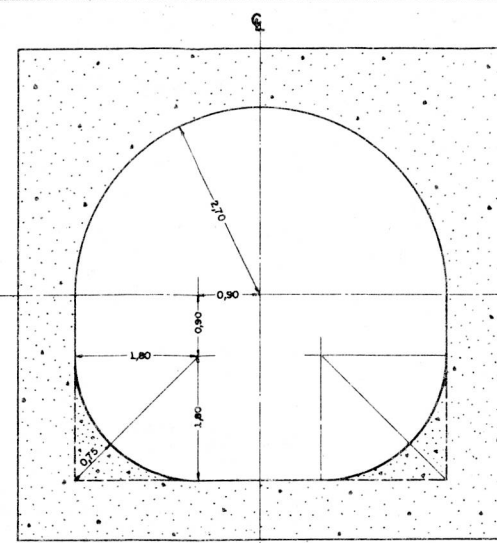
14



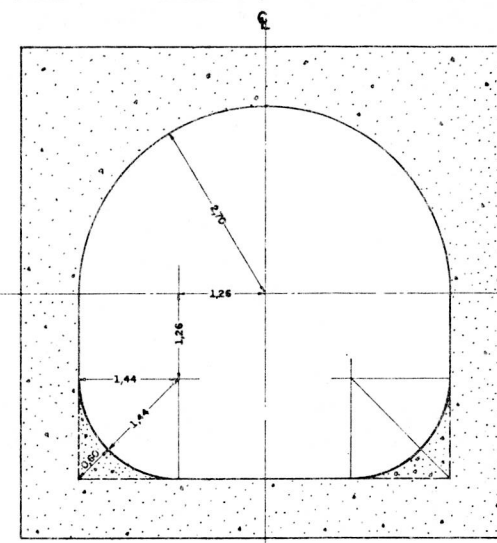
PROG. 570.63
1:50



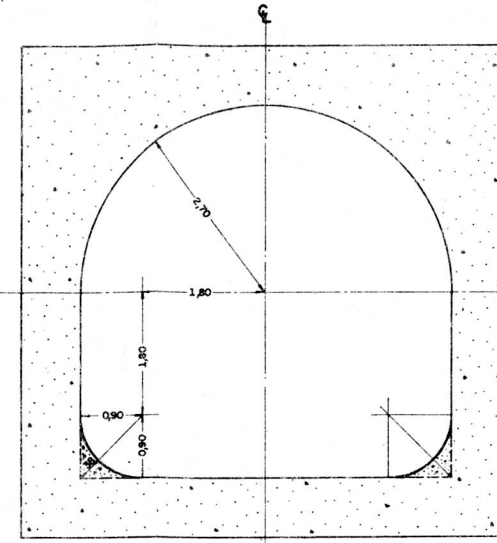
PROG. 573.63
1:50



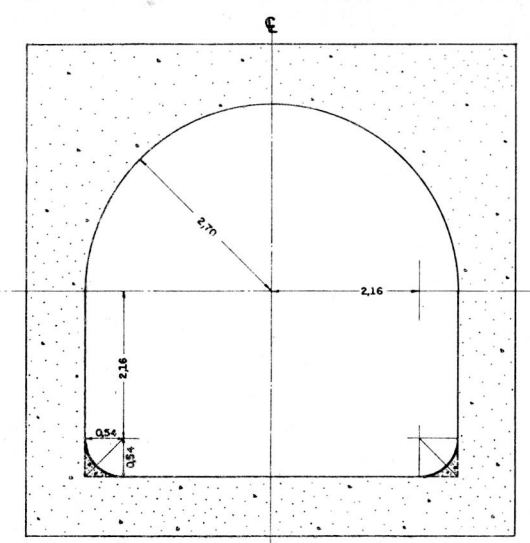
PROG. 575.63
1:50



PROG. 577.63
1:50

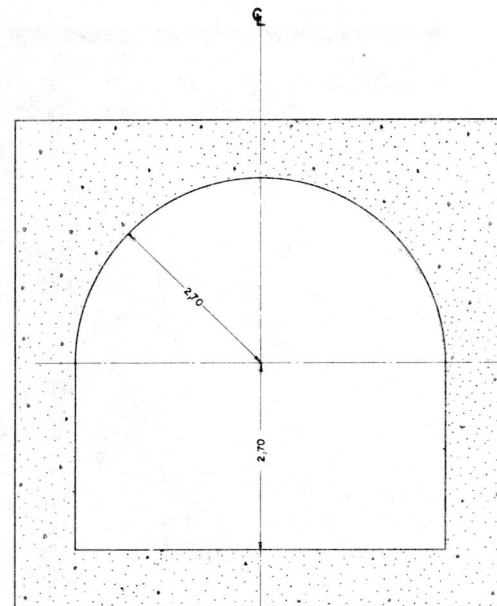


PROG. 580.63
1:50

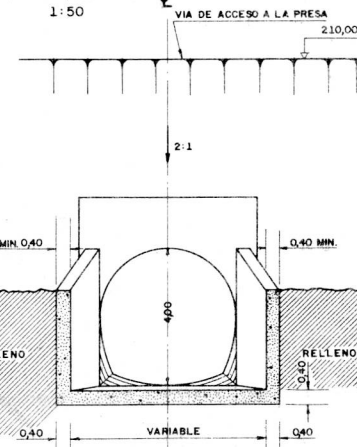


PROG. 582.63
1:50

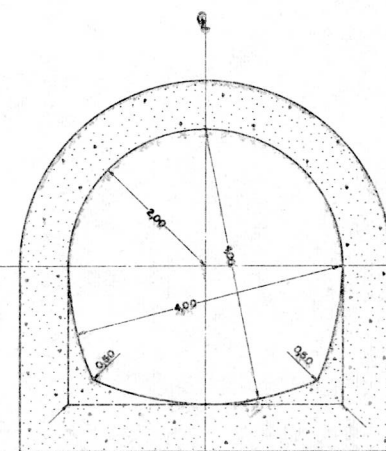
TUNEL PRINCIPAL SECCIONES DE LA TRANSICION DE SALIDA
1:50



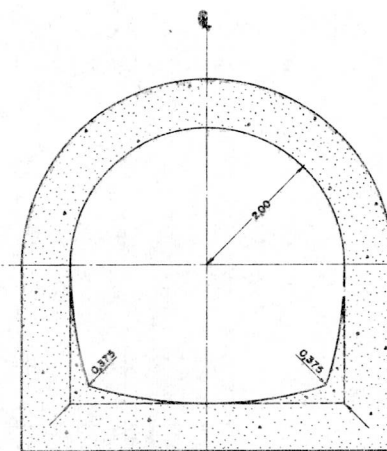
TUNEL PRINCIPAL SECCIONES DE LA TRANSICION DE SALIDA
PROG. 585.63
1:50



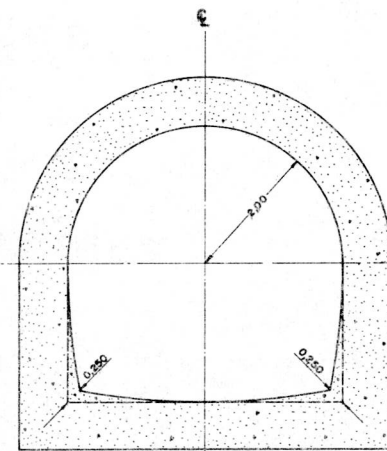
SECCION D-D
1:100



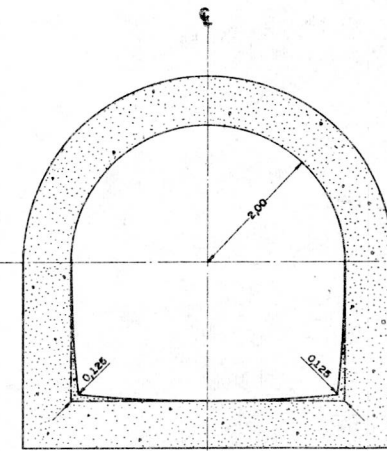
PROG. TS. 594.24
1:50



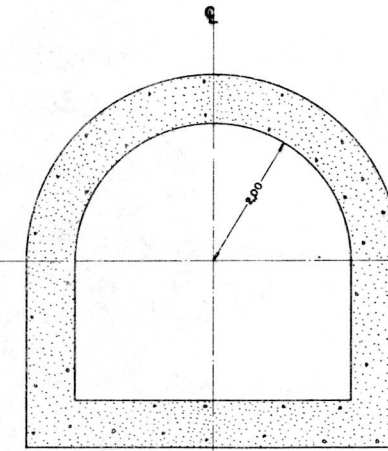
PROG. TS. 596.76
1:50



PROG. TS. 599.17
1:50

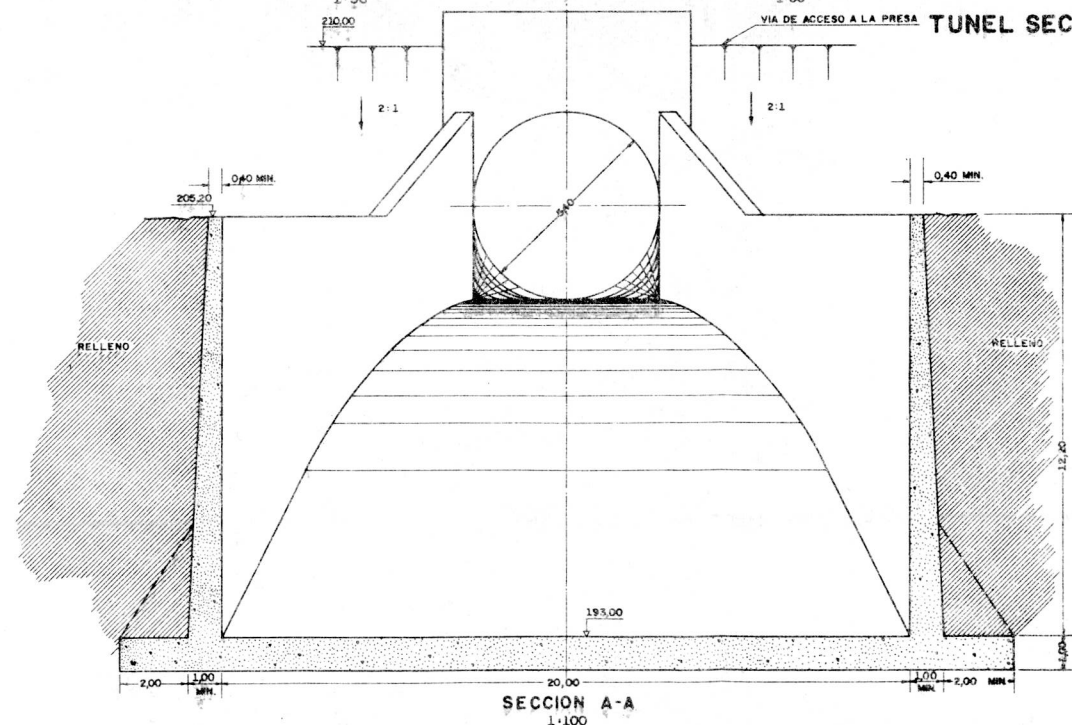


PROG. TS. 601.69
1:50

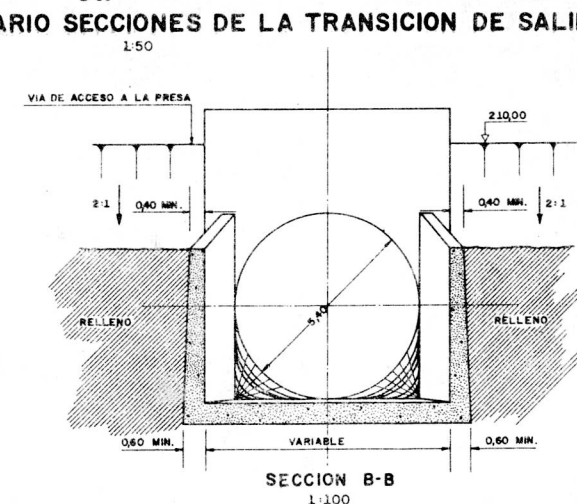


PROG. TS. 604.15
1:50

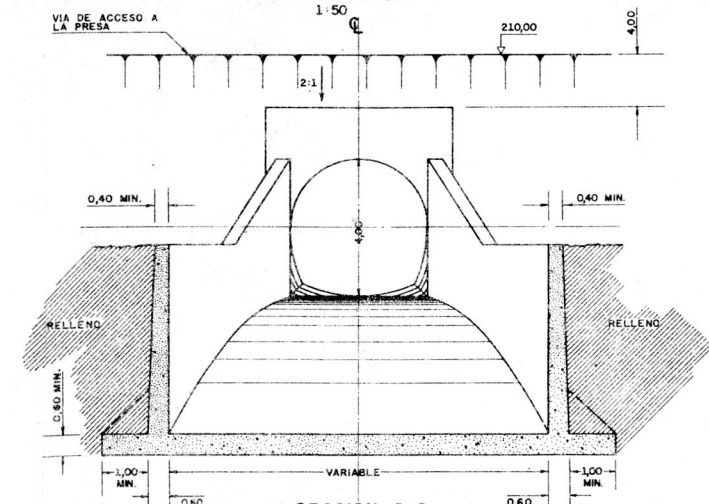
TUNEL SECUNDARIO SECCIONES DE LA TRANSICION DE SALIDA
1:50



SECCION A-A
1:100



SECCION B-B
1:100



SECCION C-C
1:100

NOTAS:
PARA ESPESORES DEFINITIVOS DE CONCRETO, JUNTAS
Y REFUERZO METALICO, VER PLANOS ESTRUCTURALES

REPUBLICA DE VENEZUELA MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			
DIVISION DE PROYECTO PROYECTO: LUIS SUAREZ CALCULO: LUIS SUAREZ DISEÑO: A. J. GARCIA		SISTEMA DE RIEGO EL CENIZO OBRAS DE EMBALSE AGUA VIVA TOMA TRANSICIONES DE SALIDA Y POZOS DISIPADORES	
REVISOR: <i>[Signature]</i> CONFORME: <i>[Signature]</i> APROBADO: <i>[Signature]</i>	FECHA: DICIEMBRE 19-1969 ESCALA: 1:50 INDICADAS	SERIE: <i>[Signature]</i> TOTAL: <i>[Signature]</i> REF.	HOJA N° 15