

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

PROYECTO ALTO MUÑA

INGETEC

1974

CO
454.

B50

764

333.914
E221dam
Diseño N°19
1974

EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

PROYECTO ALTO MUÑA

PRESA SIBATE - EJE ALTERNATIVO

MEMORANDO DE DISEÑO No.19

DELIMITACION DEL NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE EN LA
FUNDACION DE LA PRESA - PERDIDA DE AGUA DE PERFORACION

MAYO - 1974

INGETEC

MEMORANDOS DE DISEÑO PREVIOS



<u>No.</u>	<u>FECHA</u>	<u>TITULO</u>
1	Diciembre, 1972	Estado de los estudios.
2	Diciembre, 1972	Presa Sibaté - Análisis de las propiedades mecánicas del material de la fundación.
3	Enero, 1973	Presa Sibaté - Análisis de asentamientos de la fundación bajo el terraplén de consolidación.
4	Enero, 1973	Presa Sibaté - Análisis del tiempo de consolidación de la fundación.
5	Marzo, 1973	Presas Sibaté y Charquito - Revisión de la información básica - Marzo 1973.
6	Marzo, 1973	Proyecto Alto Muña - Cubicación de materiales y precios unitarios.
	Agosto, 1973	Anexo 3 - Presa Charquito - Cubicación de materiales y precios unitarios.
7	Abril, 1973	Presas Sibaté - Análisis preliminar de estabilidad - Primera etapa de construcción El. 2713.
8	Abril, 1973	Presas Sibaté y Charquito - Conductos de salida de fondo.
9	Septiembre, 1973	Presas Charquito - Estudio teórico de infiltraciones a través de la fundación.
10	Septiembre, 1973	Presas Charquito - Ensayo de inyección en la fundación.
11	Octubre, 1973	Presas Sibaté - Estudio comparativo entre remoción y consolidación de materiales compresibles.
12	Abril, 1974	Presas Sibaté - Delimitación del nivel de material incompresible en la fundación de la presa - Niveles piezométricos - Pérdida de agua de perforación.

- | | | |
|----|-------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 13 | Abril, 1974 | Presa Sibaté - Geología |
| 14 | Abril, 1974 | Presa Sibaté - Parámetros de resistencia del material de la fundación |
| 15 | Abril, 1974 | Divisoria Muña - Alto Muña - Análisis de Estabilidad |
| 16 | Abril, 1974 | Presa Charquito - Estudio de Localización del Eje de Presa |
| 17 | Abril, 1974 | Presa Charquito - Parámetros de resistencia del material de la fundación. |
| 18 | Mayo, 1974 | Presa Charquito - Geología. |

I N D I C E

PAGINA

I	INTRODUCCION	1
II	LOCALIZACION DEL EJE Y SECCION DE LA PRESA	
	A. RECOMENDACIONES	2
	B. COMENTARIOS	3
III	DELIMITACION DEL NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE	
	A. CRITERIOS DE ANALISIS	4
	B. COMENTARIOS	6
IV	PERDIDA DE AGUA DE PERFORACION	8

DIBUJOS

REF:	02.1-2082	INVESTIGACIONES DEL SUBSUELO Y SECCIONES GEOLOGICAS
	02.1-2073	CURVAS DE MATERIAL INCOMPRESIBLE
	02.1-2083 y 02.1-2084	NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE SECCIONES LONGITUDINALES
	02.1-2084 y 02.1-2085	NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE SECCIONES TRANSVERSALES

I N D I C E

PAGINA

I	INTRODUCCION	I
II	LOCALIZACION DEL EJE Y SECCION DE LA PRESA	II
III	A. RECOMENDACIONES	III
III	B. COMENTARIOS	III
III	DELIMITACION DEL NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE	III
IV	A. CRITERIOS DE ANALISIS	IV
IV	B. COMENTARIOS	IV
V	PERDIDA DE AGUA DE PERFORACION	V
<u>DIBUJOS</u>		
02-1-2082	INVESTIGACIONES DEL SUBSUELO Y SECCIONES GEOLOGICAS	REF.
02-1-2078	CURVAS DE MATERIAL INCOMPRESIBLE	
02-1-2083 y 02-1-2084	NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE Y SECCIONES LONGITUDINALES	
02-1-2084 y 02-1-2085	NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE Y SECCIONES TRANSVERSALES	

I INTRODUCCION

Los resultados de los análisis efectuados para definir el nivel aproximado de material incompresible en la fundación de la presa Sibaté (Memorando de Diseño No. 12) mostraron - que sobre el eje de la presa, en el área comprendida entre las perforaciones PT-FP-102 y PT-FP-103, se presenta un cambio brusco en la pendiente del contorno del material incompresible, lo cual podría ocasionar asentamientos diferenciales en esta zona y por lo tanto agrietamientos transversales en la presa. Con base en lo anterior el consultor W.F. Swiger recomendó el estudio de un eje alternativo localizado a unos 300 metros aguas arriba del eje previamente analizado y estableció las normas para la sección de presa de esta alternativa.

En el presente memorando de diseño se consignan los resultados del análisis efectuado para definir el nivel aproximado de material incompresible en la fundación para la nueva alternativa. Este informe incluye, además, la información sobre pérdida de agua de perforación durante la ejecución de los sondeos.

INTRODUCCION

Los resultados de los análisis efectuados para definir el nivel aproximado de material incompresible en la fundación de la presa Sibate (Memorando de Diseño No. 12) muestran que sobre el eje de la presa, en el área comprendida entre las perforaciones PT-FP-102 y PT-FP-103, se presenta un cambio brusco en la pendiente del contorno del material incompresible, lo cual podría ocasionar asentamientos diferenciales en esta zona y por lo tanto agrietamientos transversales en la presa. Con base en lo anterior el consultor W. F. Swiger recomendó el estudio de un eje alternativo localizado a unos 300 metros aguas arriba del eje previamente analizado y establecido las normas para la sección de presa de esta alternativa.

En el presente memorando de diseño se consiguen los resultados del análisis efectuado para definir el nivel aproximado de material incompresible en la fundación para la nueva alternativa. Este informe incluye, además, la información sobre pérdida de agua de perforación durante la ejecución de las alternativas.

Dado que para esta alternativa el registro y análisis de los niveles piezométricos medidos hasta Diciembre de 1973 es básicamente el mismo que el presentado en el Memorando de Diseño No. 12, no se incluye esta información en el presente memorando.

II LOCALIZACION DEL EJE Y SECCION DE LA PRESA

A. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados de las perforaciones ejecutadas en el sitio de presa y en las observaciones de campo efectuadas, el consultor W. F. Swiger recomendó que el nuevo eje debería partir en el estribo derecho, de una cañada localizada aproximadamente en las coordenadas N 985.000 y E 977.600 y rematar en el estribo izquierdo aguas arriba de la perforación PT-WT-2.

La sección de la presa tendría los siguientes taludes exteriores :

- De la cota 2756 (cresta de la presa) hasta la co-

Tanto que esta vez alternativa el vegetal y análisis de los
niveles presentados medidos hasta Diciembre de 1973 en
diferencia al mismo que el presentado en el Memorando
de Diseño No. 15, no se incluye esta información en el pro-
yecto memorando.

II LOCALIZACIÓN DEL EJE Y SECCIÓN DE LA PRESA

A. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados de las perforaciones ejecu-
tadas en el sitio de presa y en las observaciones de
campo efectuadas, el analista W. F. Swiger recomen-
da que el nuevo eje debería partir en el estrato derecho
de una cañada localizada aproximadamente en las coor-
denadas N 482.000 y E 477.000 y rematar en el estrato
inferior aguas arriba de la perforación PT-WT-5.

La sección de la presa tendrá las siguientes taludes

de la cota 2700 los taludes tanto aguas arriba como aguas
abajo serían de 2.75 H : 1 V.

- El espaldón de aguas arriba por debajo de la co-
ta 2700 tendría un talud de 4 H : 1 V.
- El espaldón de aguas abajo por debajo de la cota
2700 tendría una berma de 10 H : 1 V la cual rema-
taría con un talud de 3 H : 1 V. El pie de la pre-
sa para este espaldón debería rematar cerca a la
perforación PT-FP-4 (cota 2670 aproximadamen-
te).

B. COMENTARIOS

Al analizar la sección del espaldón aguas abajo de la
presa se observó que la berma con talud 10 H : 1 V ten-
dría solamente un ancho de 15 metros, lo cual se con-
sidera impráctico desde el punto de vista constructivo.
Por lo tanto, se decidió establecer para el espaldón
de aguas abajo los mismos taludes fijados para el es-
paldón de aguas arriba. En el Dibujo Ref: 02.1-2082
se presenta la planta del eje en estudio y en los Dibujos

Ref: 02.1-2083 a 2085 se muestran secciones de la -
presa. con el material incompresible que el material

El volumen total de material que se emplearía en esta
alternativa sería del orden de 7'200.000 metros cúbicos.
Esta cantidad es menor en 500.000 metros cúbicos a la
estimada para la presa inicialmente estudiada.

III DELIMITACION DEL NIVEL DE MATERIAL INCOMPRESIBLE

A. CRITERIOS DE ANALISIS

Para definir el nivel de material incompresible en el
área de la fundación de la presa se llevó a cabo una
revisión de los registros de las perforaciones ejecutadas
junto con una revisión de cajas de núcleos de roca
obtenidos en las mismas.

Se consideró que el material incompresible estaba con
formado por roca "in-situ" o por una concentración

importante de cantos o grandes bloques. Además, se consideró como material incompresible aquel material, esencialmente fino, que cumpliera los siguientes criterios, recomendados por el consultor W.F. Swiger.

- Penetración standard : + 50 G/pie
- Penetración con "California Sampler" y martillo de 140 lbs. : + 150 G/pie
- Índice de liquidez : $\leq 25\%$

También se tuvo en cuenta la resistencia al esfuerzo cortante de los materiales, obtenida de ensayos de compresión inconfiada y compresión triaxial.

Con base en los criterios anteriormente descritos, los resultados de perforaciones adyacentes y los estudios geológicos realizados en la zona se estableció, para cada perforación, el nivel de material incompresible y se prepararon secciones longitudinales y transversales al eje de la presa donde se muestra el perfil de material incompresible. Se indica también en cada perforación la estratigrafía de la fundación.

En el Dibujo Ref: 02.1-2073 se muestran en planta las curvas de material incompresible y en los Dibujos Ref: 02.1-2083 a 02.1-2085 se presentan 5 secciones transversales y 4 secciones longitudinales al eje de la presa. En el Dibujo Ref: 02.1-2082 se presenta la localización de perforaciones ejecutadas en la fundación de la presa y la localización en planta de las secciones analizadas.

B. COMENTARIOS

En general, en el área del espaldón de aguas abajo de la presa el espesor de material compresible aumenta gradualmente de unos 8 metros en el lecho del río Muña, a 45 metros aproximadamente sobre el estribo de drecho de la presa. Esta condición es favorable dado que la altura del terraplén en esta área varía inversa^mente con el espesor de material compresible. El espesor máximo de material compresible en el lecho del río es de 10 metros para una altura máxima del terraplén de 85 metros. Hacia el estribo izquierdo, el espesor de material compresible es de unos 4 metros en promedio.

En el área del espaldón de aguas arriba de la presa, en el sector comprendido entre el lecho del río y el estribo izquierdo, el espesor de material compresible aumenta gradualmente de unos 5 metros en el eje a unos 40 metros en el pie de la presa. Del lecho del río hacia el estribo derecho el espesor de dicho material varía de 20 a 30 metros.

COMENTARIOS

En la zona cercana al eje y adyacente a las perforaciones PT-FP-20, 16, 14 y 21, el nivel de material compresible se encuentra localizado a unos pocos metros de la superficie del terreno natural, condición que podría ocasionar agrietamientos longitudinales en la presa; sin embargo, esta condición no sería crítica puesto que se presenta donde la altura del terraplén es máxima, lo que implicaría asentamientos diferenciales poco significativos. Por otra parte, en la zona adyacente a las perforaciones PT-FP-2, 13 y PT-D-3 existe un cambio abrupto, de poca magnitud, en la pendiente del material incompresible, debido a la falla del Muña (ver memorando de diseño No. 13). Las condiciones anteriormente descritas podrían fácilmente modi-

En el área del espaldón de aguas arriba de la presa, en el sector comprendido entre el lecho del río y el estribo izquierdo, el espesor de material compresible aumenta gradualmente de unos 5 metros en el eje a unos 40 metros en el pie de la presa. Del lecho del río hacia el estribo derecho el espesor de dicho material varía de 20 a 30 metros.

En la zona cercana al eje y adyacente a las perforaciones PT-FP-20, 16, 14 y 21, el nivel de material compresible se encuentra localizado a unos pocos metros de la superficie del terreno natural, condición que podría ocasionar agrietamientos longitudinales en la presa; sin embargo, esta condición no sería crítica puesto que se presenta donde la altura del terraplén es máxima, lo que implicaría asentamientos diferenciales poco significativos. Por otra parte, en la zona adyacente a las perforaciones PT-FP-2, 13 y PT-D-3 existe un cambio abrupto, de poca magnitud, en la pendiente del material incompresible, debido a la falla del Muña (ver memorando de diseño No. 13). Las condiciones anteriormente descritas podrían fácilmente modi-

ficarse conformando la zona mediante pequeños cortes.

Con base en lo anterior, se considera que la fundación para este eje alternativo no presentaría problemas que pongan en peligro la estabilidad de la presa, en cuanto a compresibilidad de la fundación se refiere. Además, la sobrecarga, en general, es mayor donde el espesor de material compresible es menor, lo cual favorece la estabilidad de la misma.

IV. PERDIDA DE AGUA DE PERFORACION

En los Dibujos Ref: 02.1-2083 a 02.1-2085 se presenta gráficamente la pérdida de agua registrada durante la ejecución de las perforaciones. Aun cuando esta información no es suficiente, principalmente en el estribo izquierdo de la presa, da una idea general de la permeabilidad de la fundación y estribos de la misma.

Con base en esta información se hacen los siguientes comentarios :

1. En general, en la fundación de la presa (sondeos cuya cota de superficie está por debajo de la elevación 2700) no se produjo pérdida de agua de perforación. A continuación se relacionan las pérdidas de agua detectadas, las cuales no se consideran como manifestación de que la fundación sea permeable en grado tal que implique infiltraciones importantes durante la operación del embalse:

- En el sondeo PT-FP-17 (cota de superficie 2692) se observó pérdida de agua entre cotas 2678 y 2674 (arenisca); el agua retornó después de reves-tir en tubería Nx. No se observó más pérdida de agua hasta el fondo de la perforación (cota 2661).
- En el sondeo PT-FP-38 (cota de superficie 2684) se observaron pérdidas de agua en las cotas 2681, 2675, 2669 y 2638. No se observó más pérdida de agua hasta el fondo de la perforación (cota 2613).
- En el sondeo PT-FP-22 (cota de superficie 2692) solo se observó pérdida de agua en el fondo de la perforación entre cotas 2629 y 2624 (arenisca).

En general, en la fundación de la presa (sondeos cuya cota de superficie está por debajo de la elevación 2700) no se produjo pérdida de agua de perforación. A continuación se relacionan las pérdidas de agua detectadas, las cuales no se consideran como manifestación de que la fundación sea permeable en grado tal que implique infiltraciones importantes durante la operación del embalse:

- En el sondeo PT-FP-17 (cota de superficie 2692) se observó pérdida de agua entre cotas 2678 y 2674 (arenisca); el agua retornó después de revesar la tubería. No se observó más pérdida de agua hasta el fondo de la perforación (cota 2661).
- En el sondeo PT-FP-38 (cota de superficie 2684) se observaron pérdidas de agua en las cotas 2681, 2678, 2669 y 2638. No se observó más pérdida de agua hasta el fondo de la perforación (cota 2613).
- En el sondeo PT-FP-52 (cota de superficie 2692) sólo se observó pérdida de agua en el fondo de la perforación, entre cotas 2659 y 2654 (arenisca).

- En el sondeo PT-FP-14 (cota de superficie 2695) solo se observó pérdida de agua en el fondo de la perforación entre cotas 2612 y 2606 (arenisca).
- 2. Las siguientes son las pérdidas de agua detectadas en el estribo izquierdo (sondeos cuya cota de superficie está por encima de la cota 2700) las cuales implicarían la necesidad de un programa de inyecciones en la zona de contacto del núcleo de la presa con este estribo.
 - En el sondeo PT-FP-18 (cota de superficie 2718) se observó pérdida de agua entre cotas 2713 y 2692. No se observó más pérdida de agua hasta el fondo de la perforación (cota 2683).
 - En el sondeo PT-FP-120 (cota de superficie 2748) el cual se está ejecutando en la fecha, se ha perdido toda el agua de perforación a partir de 3.0 metros de profundidad en donde se encontró la roca (arenisca).
- 3. En el estribo derecho (sondeos cuya cota de superficie

está por encima de la cota 2700), se presentó pérdida de agua en las siguientes perforaciones.

- Sondeo PT-FP-15 (cota de superficie 2710). Se detectó pérdida de agua en suelo (lignita, cota - 2698) y en los cantos de arenisca entre cotas 2653 y 2643. No se observó más pérdida de agua hasta el fondo de la perforación (cota 2638).
- Sondeo PT-FP-7 (cota de superficie 2728). Se detectó pérdida de agua en el suelo (arcilla) entre cotas 2696 y 2671 y en los cantos de arenisca desde la cota 2671 hasta el fondo de la perforación (cota 2660).
- Sondeo PT-FP-36 (cota de superficie 2718). Se detectó pérdida de agua en suelo (arcilla, cota - 2714) y en la roca (arenisca) entre cotas 2686 y 2680. No se observó más pérdida de agua hasta el fondo de la perforación (cota 2672).
- Sondeo PT-FP-35 (cota de superficie 2711). Se detectó pérdida de agua en suelo (arena, cota - 2678). No se observó más pérdida de agua hasta

el fondo de la perforación (cota 2665).

Las condiciones encontradas en este estribo implica -
rían la necesidad de un programa de inyecciones en la
zona de contacto del núcleo, donde el espesor de sobre
capa sea inferior a unos 15 metros.

El fondo de la perforación (nota 2008).

Las condiciones encontradas en este estudio implican la necesidad de un programa de inyecciones en la zona de contacto del núcleo, donde el espesor de la capa es inferior a unos 15 metros.

DIBUJOS

Proyecto alto Muña presa Sibate - Eje
alternativo memorando de diseño No 19
delimitación del nivel de material
incomprensible en la Fundación de la Presa -
perdida de agua de perforación

333.914 E558p Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

FECHA