

Laboratorio de Hidráulica Aplicada

SALTO GRANDE

LABORATORIO DE HIDRÁULICA



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS

5

INSTITUTO DE HIDRÁULICA APLICADA I. I. H. A. S. T. R.
SECRETARÍA DE ESTADO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE HUMANO
MINISTERIO DE ECONOMÍA DE LA NACIÓN

ESTUDIO SOBRE MODELO DE LAS OBRAS DE SAU GRANDE

CAPITULO XI

TRONQUE DE AVANCE

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO
DEL FLUJO DE INGRESO A LAS CENTRALES

Dr. Raúl A. LOPEÑO
Ing. Fernando J. ZARATE
Ing. Julio C. DE LIO

Supervisión

Dr. Moisés S. BARCHILÓN
Director

Dr. Alfonso PUJOL
Vicedirector

BUENOS AIRES, mayo de 1975

I. I. H. A. - 9 - 012 - 75

Ministerio de Economía de la Nación
Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Ambiente Humano
LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA - INCYTH

ESTUDIO SOBRE MODELO DE LAS OBRAS DE SALTO GRANDE - CAPITULO XI

INFORME DE AVANCE - ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DE
INGRESO A LAS CENTRALES

Raul A. Lopardo, Fernando J. Zarate, Julio C. De Lio

Resumen: En el modelo general de las obras de Salto Grande, a escala 1:125 se verificó la influencia de los contornos geométricos, de las pilas separadoras de las unidades de la central respecto de las condiciones de ingreso a las máquinas. Se sugiere eliminar los pilares y reemplazarlos por mensulas que tengan interferencia despreciable en el flujo.

Descriptores: Centrales hidroeléctricas; Obras de toma; Modelos físicos.

Descriptores geográficos/institucionales: Salto Grande - río Uruguay

Ezeiza, mayo de 1975

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DE INGRESO A LAS CENTRALES

Con las centrales calibradas en el modelo, se consideró de importancia verificar la influencia ejercida por los contornos geométricos de las pilas separadoras de unidades sobre las condiciones de ingreso en los tubos de aducción.

A fin de cuantificar los efectos inducidos sobre el flujo, se realizó un detallado relevamiento de las velocidades de ingreso a las unidades, determinándose en cada caso el promedio de las velocidades observadas y el máximo apartamiento registrado respecto de dicho promedio.

La velocidad promedio obtenida sirvió para contrastar la calibración de las unidades, verificándose para un gasto dado la relación

$$\frac{Q}{\Omega} = U_{med}$$

donde

Q = gasto total del río

Ω = sección de ingreso de las unidades en operación

U_{med} = velocidad promedio leída

Las fluctuaciones registradas fueron utilizadas para realizar el estudio comparativo de las distintas geometrías de los contornos de ingreso y definir el de mejor performance.

Las unidades se enumeran de 1 a 14 comenzando desde la margen argentina con la unidad de sobreequipamiento. Para cada central las bocas de tona se enumeraron de I a III y la distribución de mediciones puntuales realizadas puede observarse en la Figura N° 1.

Para la medición de velocidades se ha utilizado un micro molinete "Delft" que posee un indicador electrónico de ciclos por segundo, donde es posible observar el intervalo de fluctua-

ción de las velocidades, mientras que el promedio se ha obtenido conectando el indicador a un multímetro digital que da valores digitales integrados cada diez segundos.

Los ensayos se realizaron con las unidades operando a gasto máximo $Q_{\text{máx}} \text{ central} = 620 \text{ m}^3/\text{s}$.

Se analizó primeramente el comportamiento de las pilas separadoras de proyecto ubicadas entre las unidades extremas (N° 1 y N° 14) y los descargadores de fondo definitivos habiéndose detectado fluctuaciones de las velocidades, a partir de la zona donde el pilar avanza hacia aguas arriba, que alcanzan valores de hasta el 100% para la posición I - III - F y 14 - I - D.

Este mismo fenómeno se producía en las unidades N° 2 y N° 13, atenuándose para las ubicadas hacia el centro de los grupos o sea las máquinas N° 3, N° 4 y N° 5 de margen argentina y las N° 10, N° 11 y N° 12 de margen uruguayo.

En la tabla N° 1 se presentan los resultados de las mediciones realizadas.

Para eliminar las perturbaciones se modificó la geometría de los pilares ubicados entre el descargador definitivo de margen uruguayo y la unidad N° 14 y entre las unidades N° 13 y N° 14, adicionando a los originales un contorno redondeado en toda la alzada de los pilares cuyo detalle se muestra en la Figura N° 2. En las pruebas realizadas con esta geometría, que se designa como M₁ (modificación 1) en la Tabla N° 1, subsistieron los problemas de fluctuaciones antes citados, amplificándose su magnitud tal como se resume en la Tabla N° 1.

Del análisis del fenómeno se concluyó que el avance hacia aguas arriba de las pilas separadoras era el que originaba una separación del flujo de aproximación lateral, creando una circulación adyacente a los pilares que se identificaba por un remolino intermitente en la superficie del agua.

En base a estas consideraciones se decidió probar el comportamiento hidrodinámico del contorno resultante de recortar en toda su alzada, eliminando la ménsula, los últimos dos pilares entre centrales según la línea A - B de la Figura N° 3.

Durante los ensayos efectuados con esta nueva condición, se observó que si bien el flujo en las unidades N° 13 y N° 14 había mejorado notablemente, el fenómeno de fluctuación de velocidades se trasladaba a las unidades N° 11 y N° 12, en las que se había mantenido la alzada de proyecto de las pilas intermedias, localizándose en ellas la circulación antes encontrada en las unidades extremas. A la luz de estos resultados, se decidió recortar según la línea A - B los pilares separadores de todas las unidades ubicadas a la izquierda del límite internacional (Jado y ruguayo) designándose esta geometría como M2 en la Tabla N° 1.

Las pruebas efectuadas con esta configuración arrojaron buenos resultados, habiéndose amortiguado casi totalmente los pulsos de velocidad. En la Tabla N° 1 se aprecia que las fluctuaciones remanentes no superan el 10% del valor promedio de velocidad observada.

Debido a que debe proveerse de apoyo al puente carretero que integrará la obra, se probó el efecto que sobre el flujo de ingreso tendrían las ménsulas recortadas cuyas características pueden apreciarse en la Figura N° 4. Las investigaciones realizadas mostraron que estas ménsulas no son causa de alteraciones del flujo, manteniéndose estrictamente las condiciones observadas para la configuración anterior (sin ménsulas).

Según lo solicitado por la G.T.M. en la nota DT/5795/75 del 19/5/75, se efectuaron nuevas pruebas a fin de establecer las condiciones creadas en el ingreso a las unidades por la nueva geometría dada a las ménsulas de apoyo del puente carretero cuyo detalle se presenta en la Figura N° 5. De estos ensayos surge que el comportamiento del flujo es muy similar al obtenido con la ménsula corta (Figura N° 4) en las unidades no extremas,

cón un incremento notable de las fluctuaciones observadas en las bocanillas de las turbonáquinas N° 13 y N° 14 que alcanza valores del 100% de la velocidad promedio leída según detalle en la Tabla N° 1.

Este fenómeno se explica porque con la nueva geometría dada a los pilares separadores entre unidades de central reaparecen las circulaciones adyacentes a los pilares y por lo tanto se magnifican los pulsos de velocidad en la zona ubicada bajo la vertical del citado resolino.

Las medidas de velocidad fueron hechas en todos los casos en la entrada a los tubos de aducción, y es de esperar que el escurrimiento en el interior por sus características convergentes tienda a uniformar el flujo. Sin embargo, de las mediciones y evaluaciones expuestas, surge que sólo la ménsula corta (Figura N° 4) mantiene características similares a las de carencia de pilares intermedios. La ménsula intermedia (Figura N° 5) cuya prueba se solicitara, no permite asegurar un ingreso adecuado en toda la sección, para las dos unidades extremas.

La decisión final acerca de estas ménsulas será del proyectista, al evaluar si las fluctuaciones anotadas de velocidad podrán afectar el sistema de regulación de las máquinas.

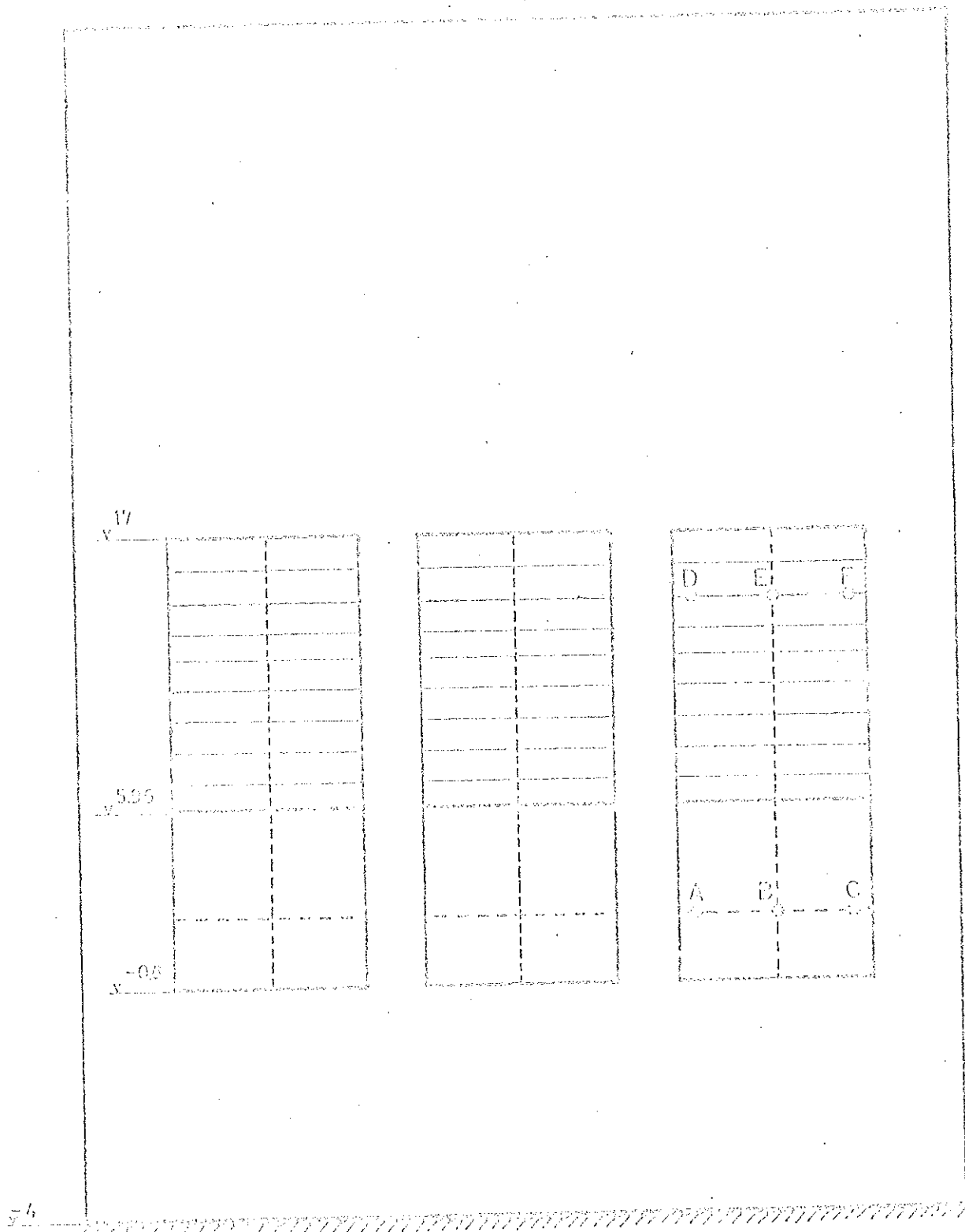
TABLA N° 1

Pilar	Posición	% Variac. resp. Vpromedio
Proyecto Original	14-I-B	15
	14-I-E	25
	14-I-D	100
	2-III-F	80
	3-III-F	40
	4-III-F	8
	5-III-D	Constante
	5-III-F	Constante
M1	14-I-B	20
	14-I-E	40
	14-I-D	120
12	14-I-E	Constante
	14-I-E	Constante
	14-I-D	3
	13-I-D	6
	12-I-D	Constante
Geometría Figura N°5	12-I-E	Constante
	13-I-D	6
	14-I-B	8
	14-I-D	100
	14-I-E	18
	14-I-F	12

EXAMEN DE INGENIERIA APLICADA

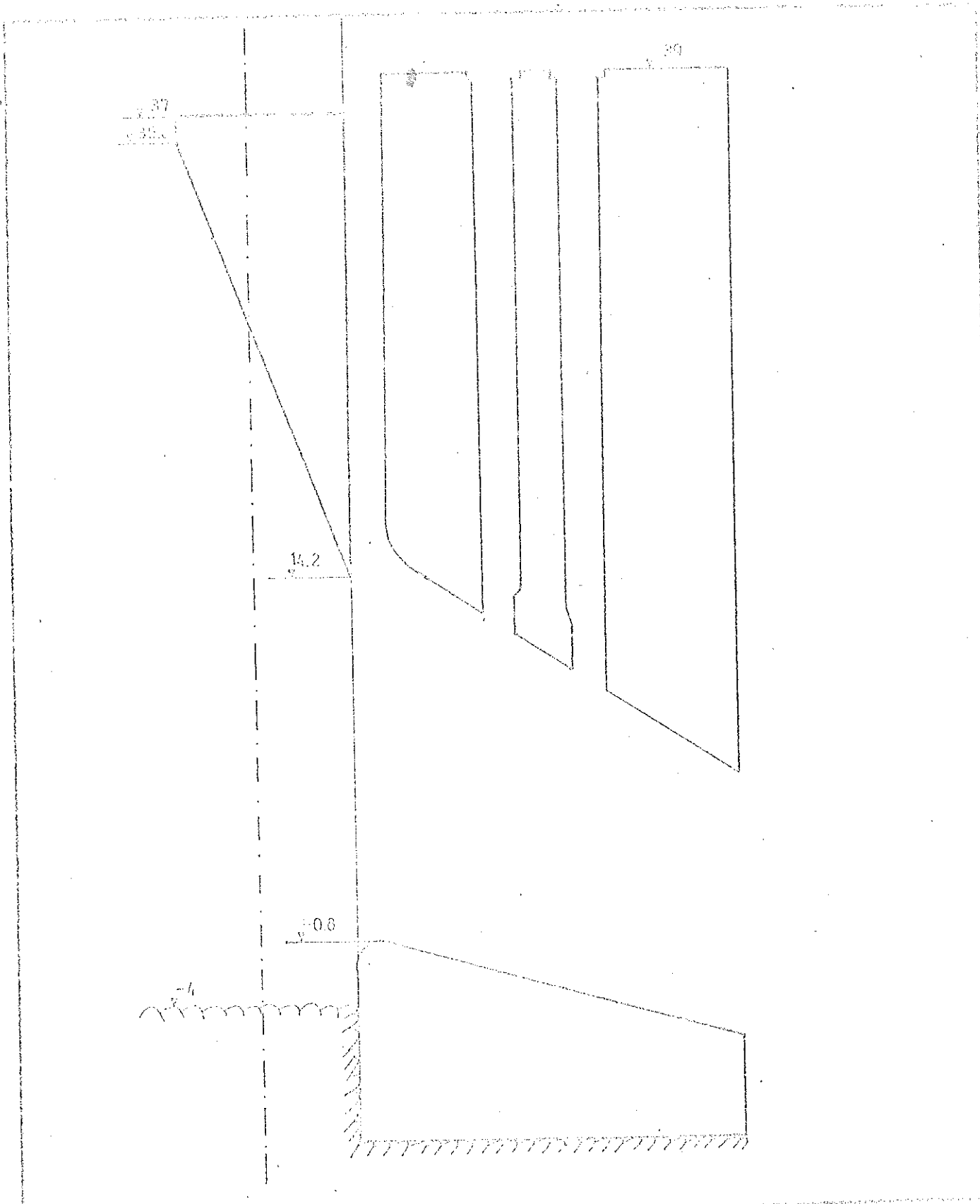
Colección de Problemas de Solución Grande

Funcionamiento de las centrales



ALZADA DE PROYECTO DE LAS PILAS ENTRE CENTRALES

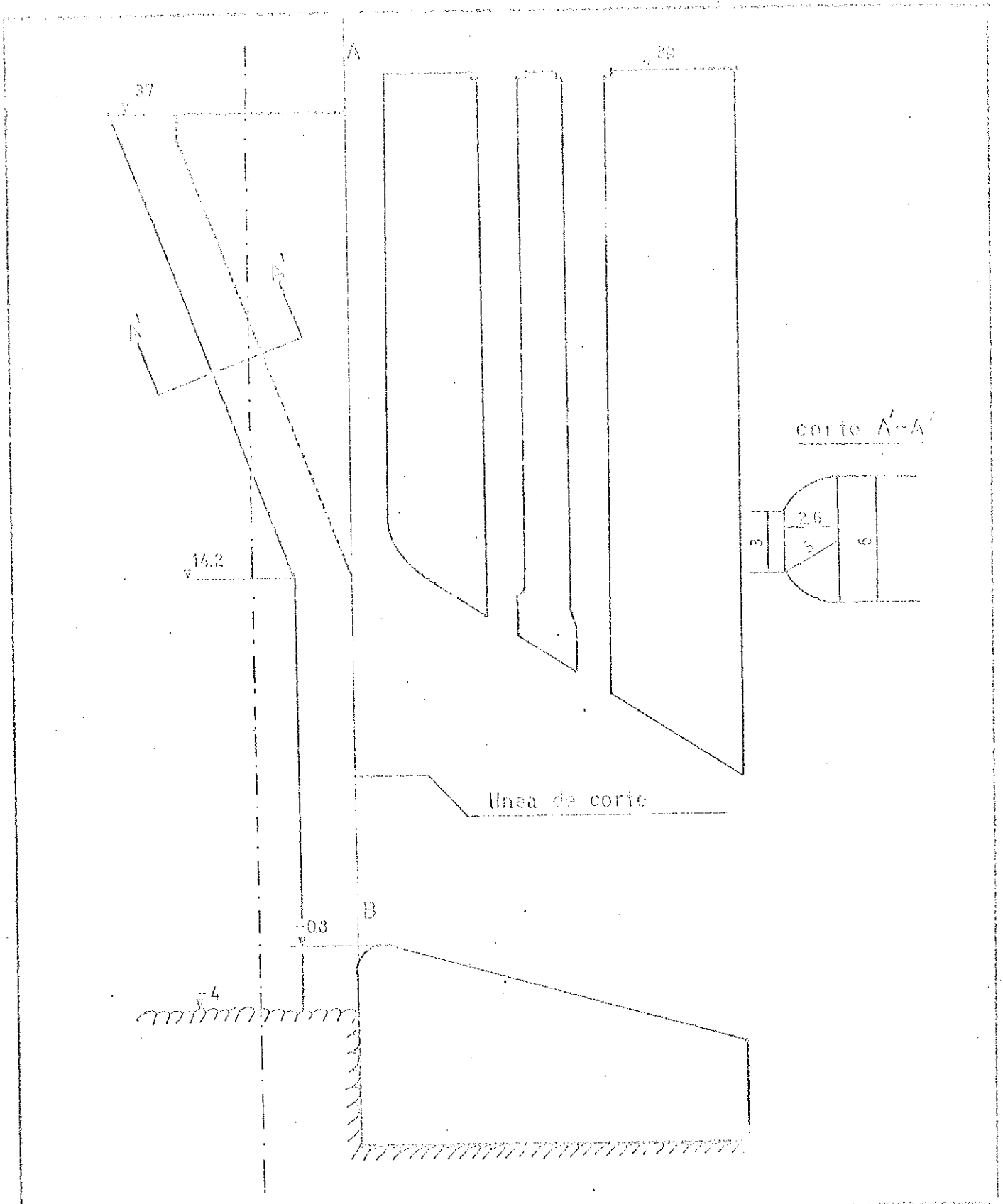
FIGURA Nº 1



ALZADA DE LAS PILAS ENTRE CENTRALES

FIGURA Nº 2

LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA
Estudio sobre modelo de Salto Grande
Funcionamiento de los controles



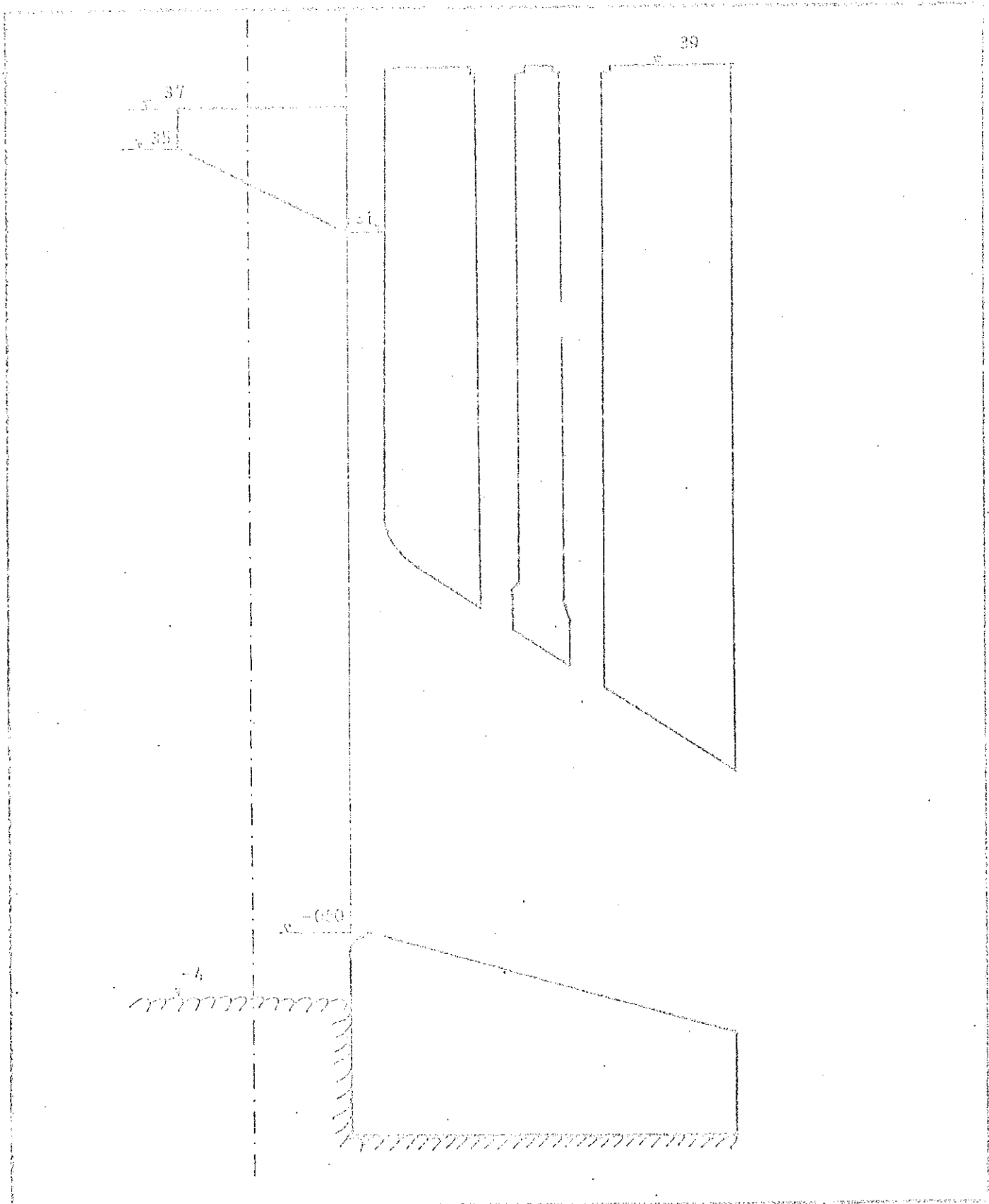
ALZADA CON ADICIONAL A MENSURA ENTRE CENTRALES

FIGURA Nº 3

PLANO GENERAL DE MANOBLA APLICADA

Edificio colindante de Baños Grande

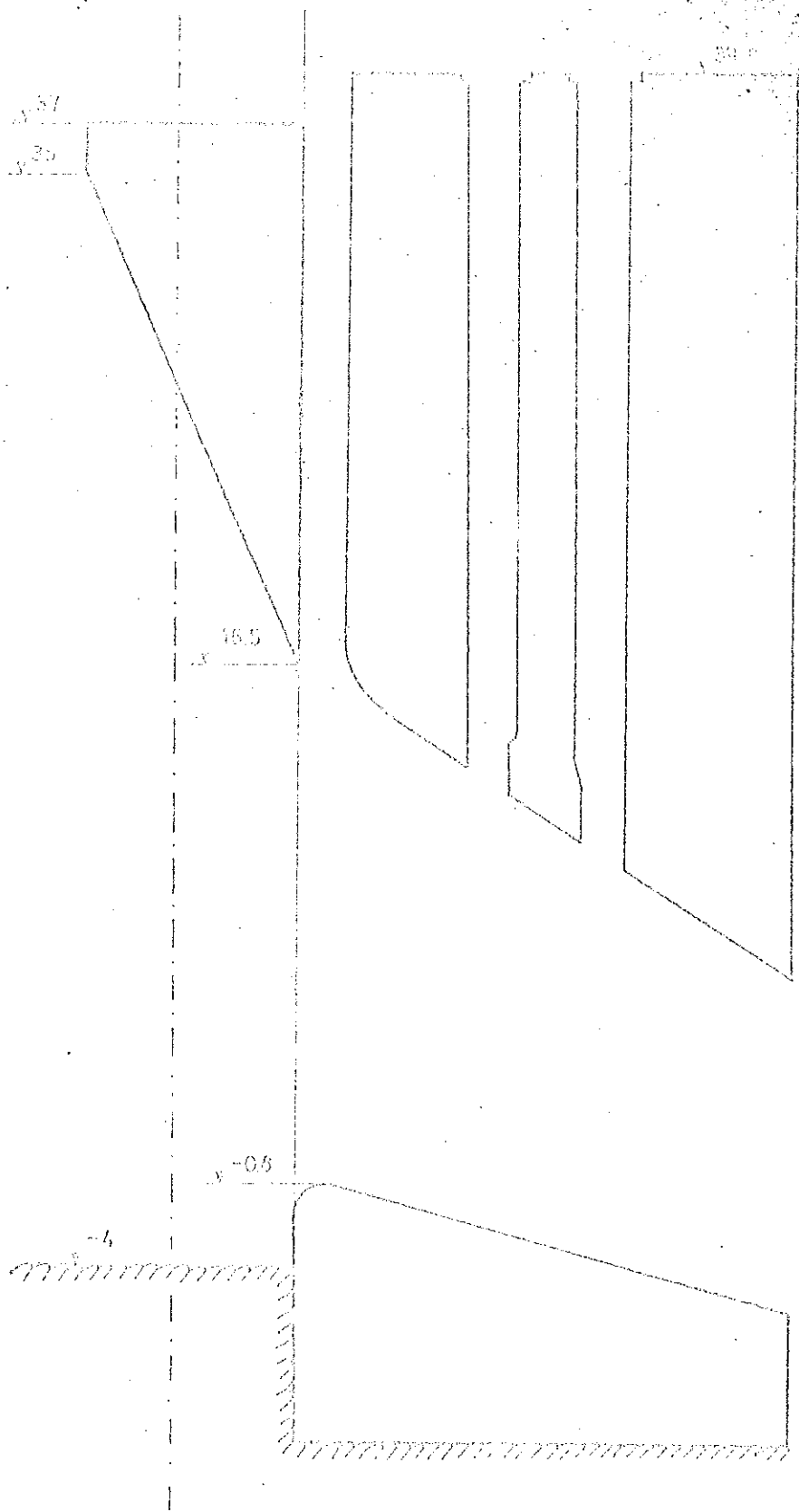
Funcionamiento de las centrales



ALZADA CON MENSULA CORTA

FIGURA N° 4

Plan de la Alzada de las Pilas entre Centrales
Eludida sobre un talud de 3:1 - Granda
El abastecimiento de las centrales



ALZADA ALTERNATIVA DE LAS PILAS ENTRE CENTRALES

FIGURA 11-5