

Laboratorio de Hidráulica Aplicada

SALTO GRANDE

LABORATORIO DE HIDRÁULICA



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TÉCNICA HIDRÁULICAS

LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA - I.N.C.Y.T.H.
SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE HUMANO
MINISTERIO DE ECONOMIA DE LA NACION

| | |
|-------------|------------------------|
| LABORATORIO | INVENTARIO 3828 |
| | CODIGO 27.70 |
| | 1974 |
| | DE HIDRAULICA APLICADA |

ESTUDIO SOBRE MODELO DE LA SEGUNDA ETAPA DE DESVIO
DEL RIO URUGUAY PARA LAS OBRAS DE SALTO GRANDE

Dr. Raúl Antonio LOPARDO
Jefe de Investigaciones

Ing. Fernando José ZARATE
Investigador Principal

Ing. Jorge ORELLANO
Investigador Asociado

SUPERVISION

Dr. Moisés S. BARCHILON
Director

Dr. Alfonso PUJOL
Vicedirector

EZEIZA, junio de 1974.

L.H.A. - 12-002-74

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

ESTUDIO SOBRE MODELO DE LA SEGUNDA ETAPA DE DESVIO DEL RIO URUGUAY

PARA LAS OBRAS DE SALTO GRANDE

Raúl A. Lopardo, Fernando J. Zárate, Jorge Orellano

Resúmen: Se estudia en modelo físico general de las obras de Salto Grande, a escala 1:125 la segunda etapa de desvío según la concepción del contratista, con el vertedero rebajado a cota 6,50. Se verifica que el cierre es factible para gastos menores a $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ mediante el método de avance de espigones y se sugiere un sistema combinado para $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Descriptores: Hidrodinámica de enrocados; Cierres fluviales; Etapas constructivas; Modelos físicos.

Descriptores geográficos/institucionales: Salto Grande - río Uruguay

Ezeiza, junio de 1974

INTRODUCCION

La configuración final de primera etapa de desvío que la Empresa Constructora Salto Grande S.A. presentara como variante a este Laboratorio, y diera resultados satisfactorios en el modelo, desde el punto de vista hidrodinámico (1) implica una restricción a las condiciones de funcionamiento en segunda etapa, ya que si bien se mejora el régimen de escurrimiento en el río libre, se restringe la capacidad del vertedero evacuador en tres vanos.

La limitación del 20 % de la capacidad del vertedero en etapa de desvío ha decidido a la Empresa a proponer una nueva cota del perfil rebajado del vertedero, bajándolo a cota + 6,50.

Ante las nuevas condiciones previstas para las obras, los resultados obtenidos por este Laboratorio (2) dejan de ser aptos para analizar las posibilidades de concreción de la segunda etapa de cierre, necesitándose un nuevo estudio sobre modelo que determine las diversas condiciones hidrodinámicas del escurrimiento y, fundamentalmente, la mejor forma de realizar el cierre con el más económico tamaño de roca.

A los efectos de estas investigaciones, se parte como esquema final de primera etapa del dado por el plano MH-1-11/R3 de la Empresa, con el puente de servicio ubicado a 420 m aguas arriba del eje M-K de la presa.

El modelo utilizado ha sido descrito en la referencia (1), en escala 1:125, dándose todos sus detalles técnicos y las condiciones de similitud que justifican las características hidrodinámicas y la estabilidad del enrocado.

Acerca de la semejanza del escurrimiento, es prudente acotar que la filtración a través del enrocado no se encuentra a escala, y que los valores determinados en el modelo podrían ser en general muy diferentes a los reales.

-
- (1) Laboratorio de Hidráulica Aplicada: Estudio sobre modelo de la primera etapa de cierre del río Uruguay para las obras de Salto Grande, Ezeiza, junio de 1974.
 - (2) Laboratorio de Hidráulica Aplicada: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo VIII, Ezeiza, abril de 1974.

Las obras construídas a escala en el modelo representan:

- el terraplén de cierre sobre margen uruguayaya
- el muro de ala sobre margen uruguayaya
- seis descargadores de fondo, en dos grupos de tres, sobre margen u ruguaya
- central sobre margen uruguayaya sin funcionamiento
- pilar separador central-vertedero
- doce vanos de vertedero a cota + 6,50 m y lecho amortiguador a cota - 1,00, con diente final elevado a cota + 3,00

y su disposición está esquematizada en la Figura N°1. Los descargadores de fondo, muro de ala, pilas y perfil de vertedero empleados corresponden a planos provistos oportunamente por MAIN y Asociados, y con los cuales se estudió la hidrodinámica de la segunda etapa de desvío (3) a solicitud de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande.

Es necesario dejar constancia que, en virtud del exiguo plazo requerido para la realización de esta investigación, el vertedero se rebajó a cota + 6,50 no modificándose el encuentro con las pilas separadoras entre vanos, por lo que los resultados deben ser considerados como órdenes de magnitud, en cuanto al coeficiente de gasto del vertedero.

Por otra parte, no estando aún definidas las pilas en su forma definitiva, la diferencia antes marcada no provocará un error mayor que el de utilizar estructuras cuyo diseño va a ser modificado.

Los valores determinados sobre modelo se refieren en general a cuatro niveles de agua establecidos L₁, L₂, L₃ y L₄ según consta en el Informe de Primera Etapa de Desvío (1), como así también a puntos de la cuadrícula trazado sobre el modelo, que se presenta en la Figura N°1 de este informe. A efectos de una rápida evaluación de distancias, se recuerda que el nivel L₁ es tomado 600 m aguas arriba

(3) Laboratorio de Hidráulica Aplicada: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo V, Ezeiza, enero de 1974.

del eje M-K de la presa, el nivel L4, 800 m aguas abajo de dicho eje, que coincide con la línea 20 de la cuadrícula, y la línea D de esa cuadrícula está ubicada a 1.000 m del punto K. Cada lado del cuadrículado representa 25 m en prototipo.

ENSAYO N°1

El presente estudio está dirigido a conocer las condiciones de trabajo que se presentarán durante la segunda etapa de cierre del río Uruguay en la zona de Salto Grande. Durante este ensayo se probó el cierre del río para un gasto de $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

La configuración de las obras existentes durante el desarrollo del proceso de cierre se esquematiza en la Figura N°1 .

Considerando que la roca a utilizar en esta etapa será la empleada en la primera fase, se inició el espigón desde la celda N°1, ubicada 200 m aguas arriba del eje de la presa, siguiendo la traza del puente provisorio ya construido, de manera que el pie de la atagüa se ubique aproximadamente a 5 m de las pilas del puente.

Una vez puesto en régimen el sistema se midieron sin la presencia de obras los tirantes hidráulicos que se adjuntan en la tabla N°1.

La construcción del espigón se realizó con roca comprendida entre 272 Kg y 909 Kg de peso por unidad, llevando en el primer avance con ritmo de 40 m^3 cada dos minutos hasta 330 m aguas arriba del eje de la presa (situación "a", Tabla N°1) donde se relevaron los niveles de agua.

Prosiguiendo el avance con el mismo material, pues su estabilidad no aparece comprometida, se construyó el tramo curvo hasta su empalme con la zona donde el eje resulta transversal a la corriente, sea hasta una línea ubicada a 1.430 m del mojón K, relevándose nuevamente los niveles (situación "b", Tabla N°1).

Continuando la construcción se llevó el espigón de roca hasta la situación 1.575 m de K resultando estable el enrocado utilizado (situación "c", Tabla N°1).

Llevada la cabecera de la atagüa hasta 1.650 m del mojón K (línea AA de la cuadrícula) se midió la velocidad en el extremo del espigón resultando del orden de $5,10 \text{ m/s}$.

El límite de estabilidad para la roca utilizada resultó ubicado a 1.700 m del punto K, estando comprendida la zona de movimiento del material entre la zona del puente provisorio y la línea 12 de la cuadrícula (200 m aguas arriba del eje de la presa).

Debido a la inestabilidad manifestada por la roca empleada se cambió a otra de tamaño comprendido entre 909 Kg y 2.180 Kg con la que se concluyó el cierre. En estas condiciones se relevaron los niveles de interés (situación "d", Tabla N°1).

Por considerarse un dato de gran utilidad, se pesó el material que había resultado arrastrado por la corriente durante el proceso de cierre resultando para la roca de 272 Kg a 909 Kg, en volumen de 300 m³, en tanto para la comprendida entre 909 Kg y 2.180 Kg de 50 m³.

De lo expuesto se desprende que el cierre de segunda etapa se puede materializar sin mayores inconvenientes con el método de avance desde cabecera de ataguía, si bien deberá analizarse minimizar el transporte de piedras por la corriente hacia la zona donde deberán construirse las ataguías de material impermeable.

ENSAYO N° 2
ENSAIO

Este ensayo se realizó para determinar las condiciones de cierre de la segunda etapa con un gasto de $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ escurriendo por el río.

La geometría de la atagüa a construir seguirá la misma planta que la utilizada para el Ensayo N° 1.

Con el régimen establecido para el gasto $Q = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ se midieron los niveles en los puntos de interés (río libre, Tabla N° 2).

Al comenzar la atagüa desde la celda N° 1, con roca de tamaño comprendido entre 272 Kg y 909 Kg por unidad, cuando se un espigón rocoso suyo talud alcanza el lecho del río a 55 m del eje de pilas del puente provisorio. Avanzada la atagüa con el método de progresión de succabecera, hasta 330 m aguas arriba del eje de la presa (situación "a", Tabla N° 2) se relevaron niveles.

Debido a que el enrocado utilizado resulta estable, se prosiguió el avance en el tramo curvo hasta llegar a la progresiva 1.430 m del mojón K, donde se midieron los niveles resultantes, para este nuevo estado (situación "b", Tabla N° 2).

Seguidamente se avanzó el cordón rocoso hasta 1.575 m de K, sin que se apreciaran fenómenos de inestabilidad, relevándose en estas condiciones los niveles (situación "c", Tabla N° 2).

La condición límite de estabilidad se alcanzó para un punto ubicado a 1.662 m del punto K, por lo que se cambió el tamaño de roca al intervalo 909 Kg a 22180 Kg por unidad.

Con este nuevo tamaño es posible avanzar 25 m más, produciéndose entonces el valor límite de estabilidad para esta piedra en la progresiva 1.687 m de K. Medida la velocidad en la cabecera del espigón para esta última condición, resultó de $5,39 \text{ m/s}$ y considerando que el arrastre del material arrojado es importante, se cambió de sistema de cierre utilizando el método de hiladas sucesivas desde el lecho.

Para definir la operación en el modelo se tuvo en cuenta que los camiones a utilizar en el proceso de cierre tendrán una capacidad

de 8 m³ y serán volcados desde el puente provisorio.

El frente de ataque comprende una dilatada zona del puente (aproximadamente 80 m) y el volcado se realiza hacia aguas abajo del puente.

El método descrito posibilita la utilización de rocas comprendidas entre 272 Kg y 909 Kg de peso por unidad para la materialización del cierre final ya que la roca se arroja en una zona con velocidades menores (aguas arriba del estrechamiento propiamente dicho) que las que soporta el espigón anteriormente construido y por otra parte el fenómeno de traba adquiere fundamental importancia en el recrecimiento por capas horizontales, resultando menos comprometida la estabilidad que en método de avance por cabecera donde las rocas se ubican sobre un talud.

Una vez producido el cierre por capas horizontales del estrechamiento existente entre las progresivas 1.687 m y 1.770 m del mojón K, se midieron las condiciones finales de niveles para ésta situación (situación "d", Tabla N°2).

Es importante hacer notar aquí que si bien el cierre por recrecimiento desde el fondo resulta posible con tamaños de roca que presentan inestabilidad para avance por cabecera en identidad de condiciones, el volumen de roca empleado en el primer método citado es marcadamente mayor que en el segundo, debido a que el perfil transversal de la ataguía construida por recrecimiento adopta la forma de un dilatado trapecio que duplica prácticamente en superficie al que se obtiene de la sección transversal de un espigón avanzado por cabecera.

A los efectos de reducir el transporte de material rocoso, producido durante el cierre por recrecimiento, que se ubica en la zona de emplazamiento de las ataguías impermeables definitivas, se probó efectuar con las mismas condiciones en el río ($Q = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$) el cierre por hiladas desde el puente para una abertura de 225 m, obteniéndose entonces la anulación del transporte hacia aguas abajo del material utilizado en la operación de cierre.

ENSAYO N°3

Considerándose totalmente construidas las ataguías impermeables de aguas arriba y aguas abajo que constituyen el cierre para la segunda etapa de desvío y estando aún emplazada la ataguía de roca, detallada en el Ensayo N°2 del presente informe, se estudió el comportamiento de las citadas obras para los siguientes caudales aportados por el río: 21.000 m³/s, 27.000 m³/s y 36.000 m³/s.

La configuración final de las obras se presenta en la Figura N°2.

Durante la prueba efectuada para un gasto de 21.000 m³/s se elevaron los niveles alcanzados en las zonas cercanas a las ataguías, detallándose a continuación los resultados obtenidos:

| | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Punto | 11 O | 11 Q | 11 W | 31 Q | 31 W |
| Cota (m) | 21,34 | 21,08 | 20,88 | 16,81 | 16,90 |

Las investigaciones realizadas cuando el gasto aportado por el río alcanza el valor de 27.000 m³/s están dirigidas a conocer las características hidrodinámicas del escurrimiento en la zona de las obras. Con esta finalidad se midieron velocidades y niveles en los puntos de interés, habiéndose volcado los resultados en la Tabla N°3 adjunta.

A fin de evaluar la sensibilidad del sistema y considerando el nivel de aguas en el perfil de aforos (para Q = 27.000 m³/s) debe ser obtenido mediante interpolación gráfica del plano 1130 de ACRES, se realizaron mediciones de nivel en un conjunto de puntos prefijados para distintos tirantes en el perfil de aforos (L4). Los resultados de esta experiencia se presentan a continuación.

COTAS (m)

| | Posición 1 | Posición 2 | Posición 3 | Posición 4 |
|------|------------|------------|------------|------------|
| L4 | 19,24 | 19,21 | 19,87 | 18,52 |
| L1 | 25,35 | 25,35 | 25,54 | 25,20 |
| L2 | 19,51 | 19,41 | 19,54 | 18,39 |
| L3 | 19,46 | 19,37 | 19,87 | 18,58 |
| 11 W | 25,33 | 25,50 | 25,64 | 25,38 |
| 11 Q | - | 25,08 | 25,67 | - |
| 11 O | - | 23,87 | 23,98 | 24,09 |
| 31 W | - | 18,84 | 19,94 | 18,84 |
| 31 Q | - | 18,57 | 19,91 | 18,57 |

Con el propósito de considerar la situación más desfavorable que podría presentarse estando concluido el cierre de la segunda etapa se estimó conveniente realizar una prueba con un caudal en el río de 36.000 m³/s.

En estas condiciones se obtuvieron los resultados que se detallan en la Tabla N°4.



CONCLUSIONES

Se ha realizado el cierre de segunda etapa con doce vanos de vertedero a cota rebajada + 6,50 m y dos grupos de tres descargadores cada uno.

El cierre previsto parte de la primer celda y se dirige hacia aguas arriba paralelo al escurrimiento, toma la curva del puente y luego se desarrolla frontalmente a lo largo de la línea 4 aproximadamente. Cuando se produce el avance en esta última zona, ya se ha construido un morro en margen argentina que entra a la corriente hasta la línea EE.

De las investigaciones realizadas es posible extraer que para un gasto de $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ el cierre de ataguía provisoria de aguas arriba puede ser realizado sobre dos diferentes bases:

- A costa de una importante pérdida de material que es transportado hacia aguas abajo, se puede desarrollar el espigón mediante avance de cabecera utilizando en su mayor parte roca de 272 a 909 Kg de peso por unidad. Para la última parte del cierre se debe utilizar roca de 909 a 2.180 Kg de peso por unidad. Así se llega a un ancho límite libre del río de 80 m que deben ser cerrados con la menor de ambas rocas pero mediante recrecimiento constante desde el fondo. Este método presenta el inconveniente de dejar roca en la zona de posible emplazamiento de la ataguía definitiva de aguas arriba.

Si se detiene el avance cuando resta un ancho libre a cerrar de 230m, resulta posible construir el enrocado en su totalidad con piedra de pesos entre 272 Kg y 909 Kg recreciendo desde el fondo hasta lograr la cota prevista, sin un apreciable traslado de material hacia aguas abajo.

Utilizando este método, es necesario llevar el pie del talud de aguas arriba del enrocado provisoria a 12 m aproximadamente del eje del puente (en lugar de 5 m como estaba previsto) para compatibilizar el encuentro con el tramo construido por volcamiento hacia aguas abajo desde el puente.

Para el río en condiciones más propicias, por ejemplo con un gasto de $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ se comprobó que es posible el cierre por avance de cabecera, utilizando roca de 272 a 909 Kg de peso.

El estudio hidrodinámico del escurrimiento fue desarrollado para el total de las obras construídas. Cuando el gasto máximo en etapa de desvío ($27.000 \text{ m}^3/\text{s}$) es simulado en el modelo, el comportamiento de las obras presenta ciertas condiciones a tener en cuenta:

- El pilar separador central-vertedero provoca una perturbación significativa en la corriente, con depresión hacia el primer vano de vertedero vecino, influenciando severamente su coeficiente de gasto. El Laboratorio ha realizado estudios posteriores, verificando que puede reducirse la cota de embalse para $27.000 \text{ m}^3/\text{s}$ modificando la longitud y forma de este elemento.
- En la entrada de los descargadores aparecen vórtices de eje vertical con incorporación de aire en el escurrimiento, tal como ocurriera en oportunidad de anteriores ensayos para C.T.M.
- La zona de aguas abajo de la obra (donde el dissipador ha sido materializado en su versión original, seguramente modificada tras los ensayos en canal vidriado (4)) se encuentra alterada por ondas superficiales de importante amplitud, y un movimiento rotatorio fluctuante aguas abajo de la central.

Estos fenómenos, magnificados para un gasto de $36.000 \text{ m}^3/\text{s}$, presentan la característica de generar altas velocidades en el río, en la zona del perfil 800.

Considerando que las obras representadas en el modelo no guardan estricta semejanza geométrica con las del prototipo, como ya dejara constancia, los valores logrados no son comparables con los obtenidos para C.T.M. (3).

(4) Laboratorio de Hidráulica Aplicada: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo X, Ezeiza, mayo de 1974.-

TABLA N°1

ENSAYO N°1
 MEDIDAS DE NIVELES - COTAS SOBRE CERO DEL RIACHUELO
 SITUACION

| PUNTO | Río libre | a | b | c | d |
|-------|--------------|------|------|-------|-------|
| 3 R | 9,75 | 8,66 | 8,80 | 9,42 | - |
| 3 U | 8,25 | 8,62 | 8,67 | 9,54 | - |
| 3 Y | 7,72 | 8,57 | 8,64 | 9,61 | - |
| 5 P | 8,78 | 8,69 | 9,03 | 9,39 | - |
| 0 | 8,79 | 9,55 | 9,09 | 9,50 | - |
| 11 O | 8,86 | 8,81 | 8,97 | 9,30 | - |
| 13 L | 8,90 | 8,91 | 9,23 | 10,13 | 10,44 |
| 13 CH | 8,20 | 8,84 | 9,06 | 9,44 | - |
| 24 O | - | 8,03 | 7,96 | 8,83 | 8,14 |
| 30 O | - | 8,70 | 8,71 | 7,98 | 7,91 |
| L1 | 8,94 | 8,95 | 8,95 | 9,64 | 11,24 |
| L2 | 8,31 | 8,35 | 8,35 | 8,36 | 8,35 |
| L3 | 8,24 | 8,32 | 8,32 | 8,29 | 8,24 |
| L4 | 8,20 | 8,20 | 8,20 | 8,19 | 8,29 |

ENSAYO N° 2

SITUACION

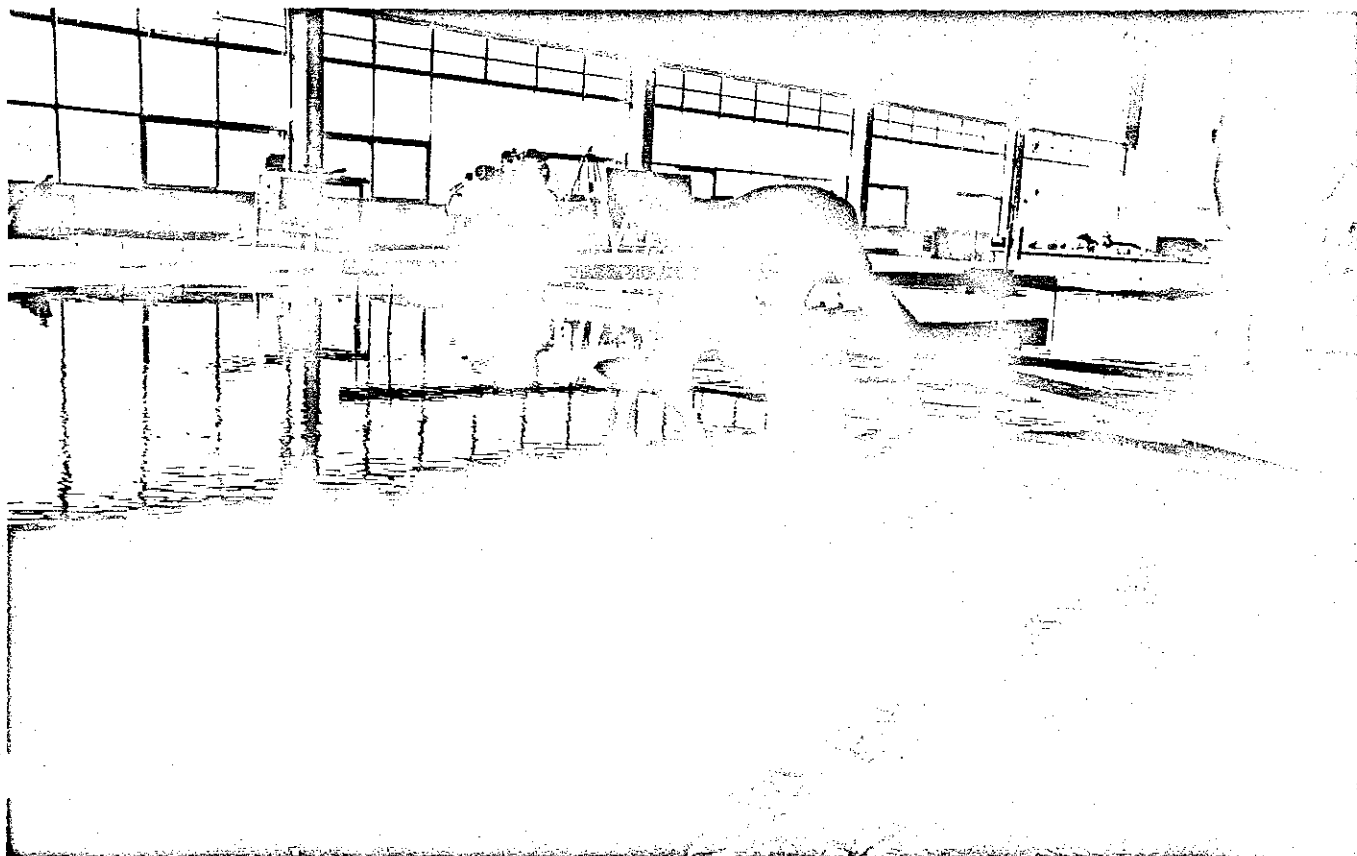
| PUNTO | Río libre | a | b | c | d |
|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| 3 R | 11,16 | 11,31 | 11,42 | 11,95 | - |
| 3 U | 11,29 | 11,22 | 10,0 | 12,10 | - |
| 3 Y | 11,32 | 11,22 | 11,27 | 11,61 | - |
| 5 P | 11,34 | - | 10,78 | 11,88 | - |
| 7 O | 11,30 | 11,46 | 11,50 | 12,00 | - |
| 12 O | 11,40 | 10,71 | 11,29 | 11,94 | 10,81 |
| 13 L | 11,49 | 12,15 | 11,39 | 12,05 | 13,95 |
| 13 CH | 11,42 | 11,98 | 11,40 | 12,01 | 10,64 |
| 24 O | 10,68 | 10,75 | 10,65 | 10,69 | - |
| 30 O | 10,49 | 10,75 | 10,67 | 10,71 | - |
| L1 | 11,51 | 11,57 | 11,59 | 12,25 | 14,38 |
| L2 | 10,94 | 10,94 | 10,94 | 10,94 | 10,94 |
| L3 | 10,95 | 11,01 | 10,95 | 10,85 | 10,85 |
| L4 | 10,86 | 10,87 | 10,87 | 10,91 | 10,99 |

ENSAYO N° 3
 $Q = 27.000 \text{ m}^3/\text{s}$

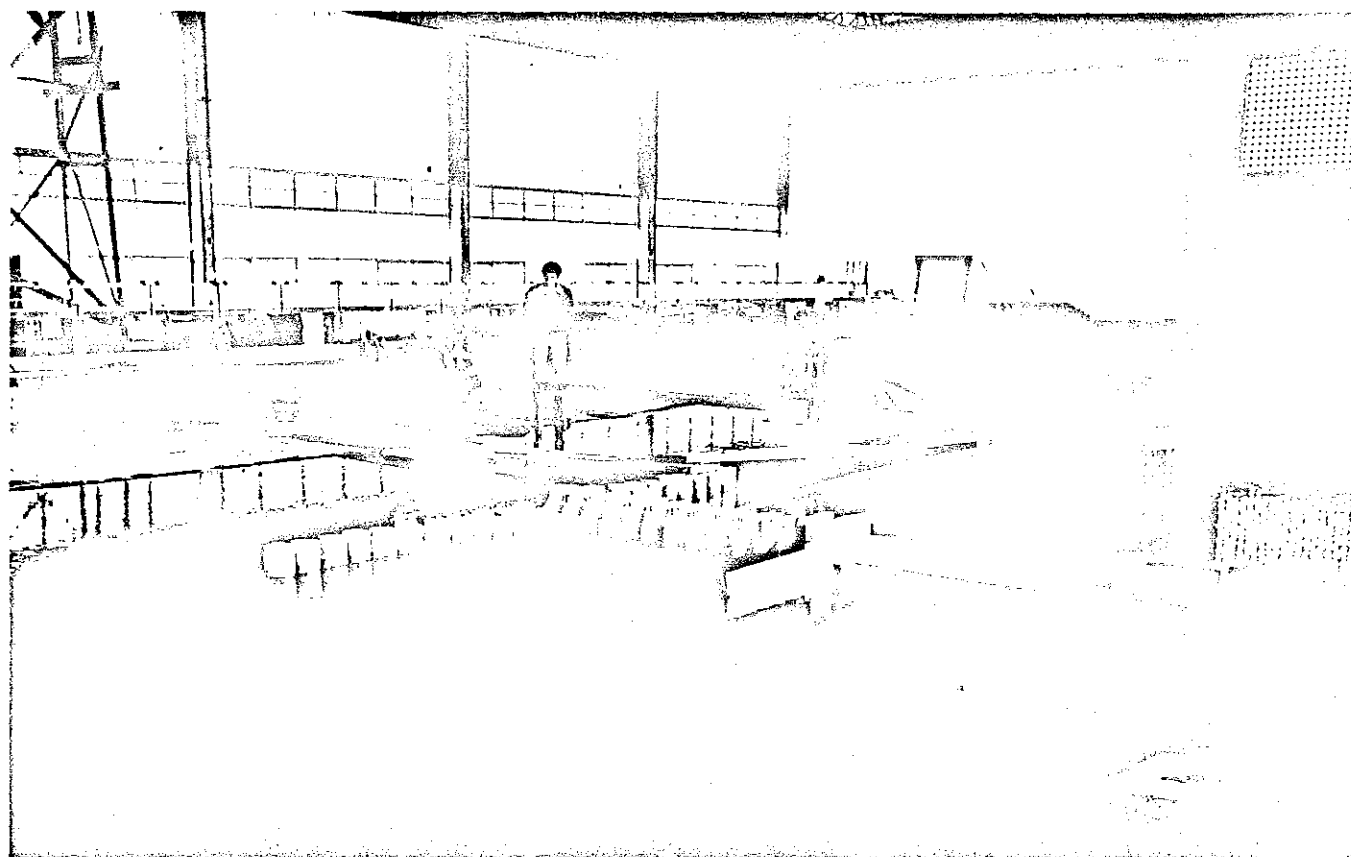
| PUNTO | Velocidad m/s | NIVEL (m) |
|------------|------------------|--------------|
| L1 | - | 25,17 |
| L2 | - | 18,57 |
| L3 | - | 18,51 |
| L4 | - | 18,46 |
| 22BB | 1,72 | 25,07 |
| 2 W | 1,24 | 24,99 |
| 3 Q | 1,70 | 24,86 |
| 5 P | 2,20 | 24,74 |
| 8 O | 3,16 | 24,50 |
| 11 O | 5,51 | 23,19 |
| 13 O | 2,01 | 23,55 |
| 16 O | 1,87 | 23,39 |
| 24 O | 2,70 | 18,73 |
| 30 O | 3,48 | 18,47 |
| 31 Q | 0 | 18,61 |
| 31 W | 0 | 18,61 |
| 11 W | - | 25,23 |
| 11 Q | - | 24,57 |
| 52 V'(+15) | - | 18,80 |
| 52HH(+7) | - | 18,58 |
| 52 O | 2,94 | - |
| 52 L(+10) | 6,04 | - |
| 52 G(+10) | 4,50 | - |
| 52 D | 2,44 | - |
| 52 A(-18) | 0,94 | - |
| 12 W | 1,04 | - |
| 12 L | 2,98 | - |
| 31 L | 6,73 | - |
| L1 | - | 29,12 |
| L2 | - | 20,57 |

ENSAYO N°3
Q = 36.000 m³/s

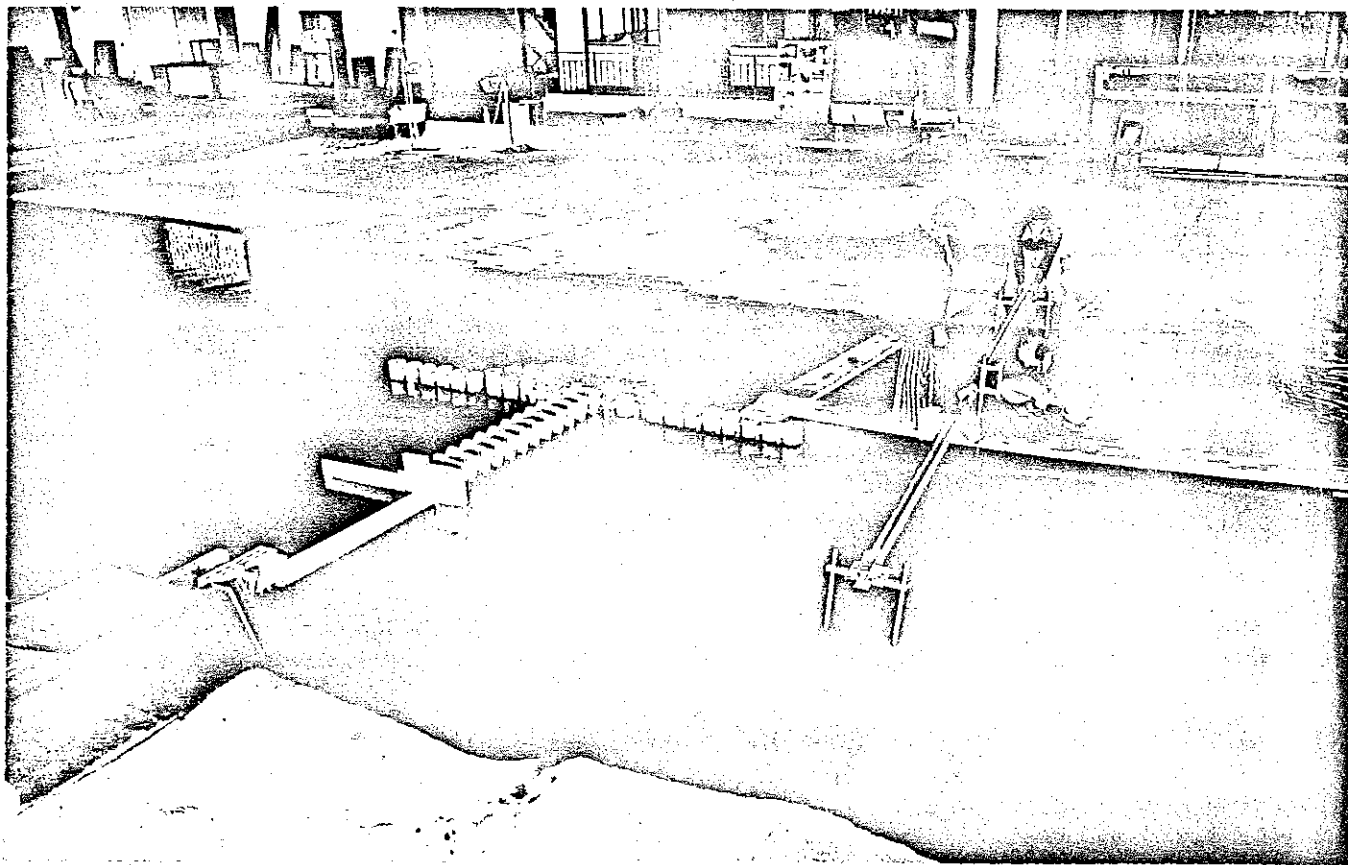
| PUNTO | VELOCIDAD (m/s) | NIVEL (m) |
|-------|--------------------|--------------|
| L3 | - | 20,62 |
| L4 | - | 20,54 |
| 2 BB | - | 28,38 |
| 2 W | - | 29,00 |
| 3 Q | - | 28,61 |
| 5 P | - | 28,74 |
| 8 O | 3,62 | 28,51 |
| 11 O | 5,87 | 27,00 |
| 13 O | ±2,65 | 26,93 |
| 16 O | 0 a 2,65 | 27,03 |
| 24 O | 4,72 | 20,73 |
| 30 O | 3,32 | 20,63 |
| 11 W | - | 29,19 |
| 11 Q | - | 28,96 |



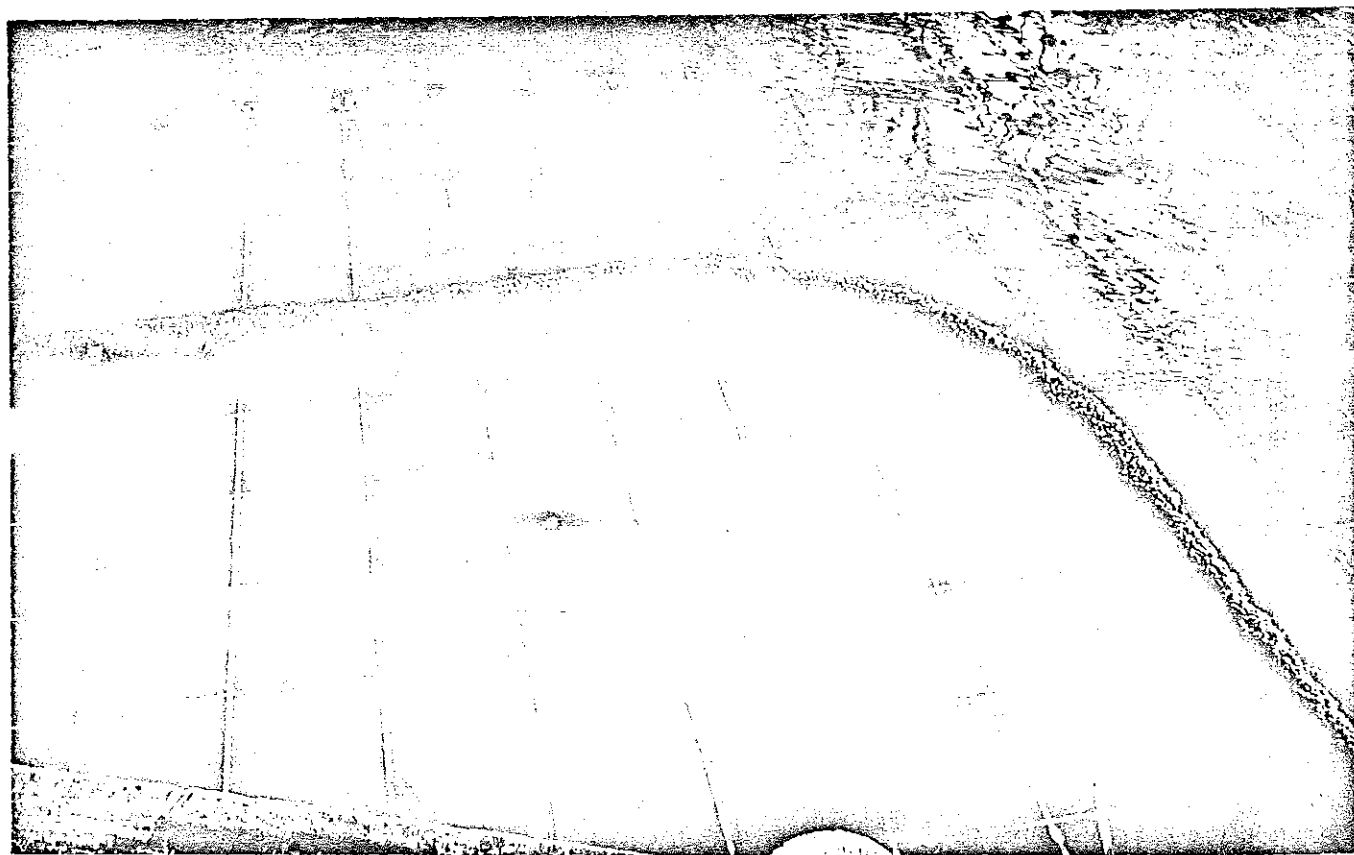
Fotografía N°1: Obras de desvío en segunda etapa (vista desde aguas arriba)



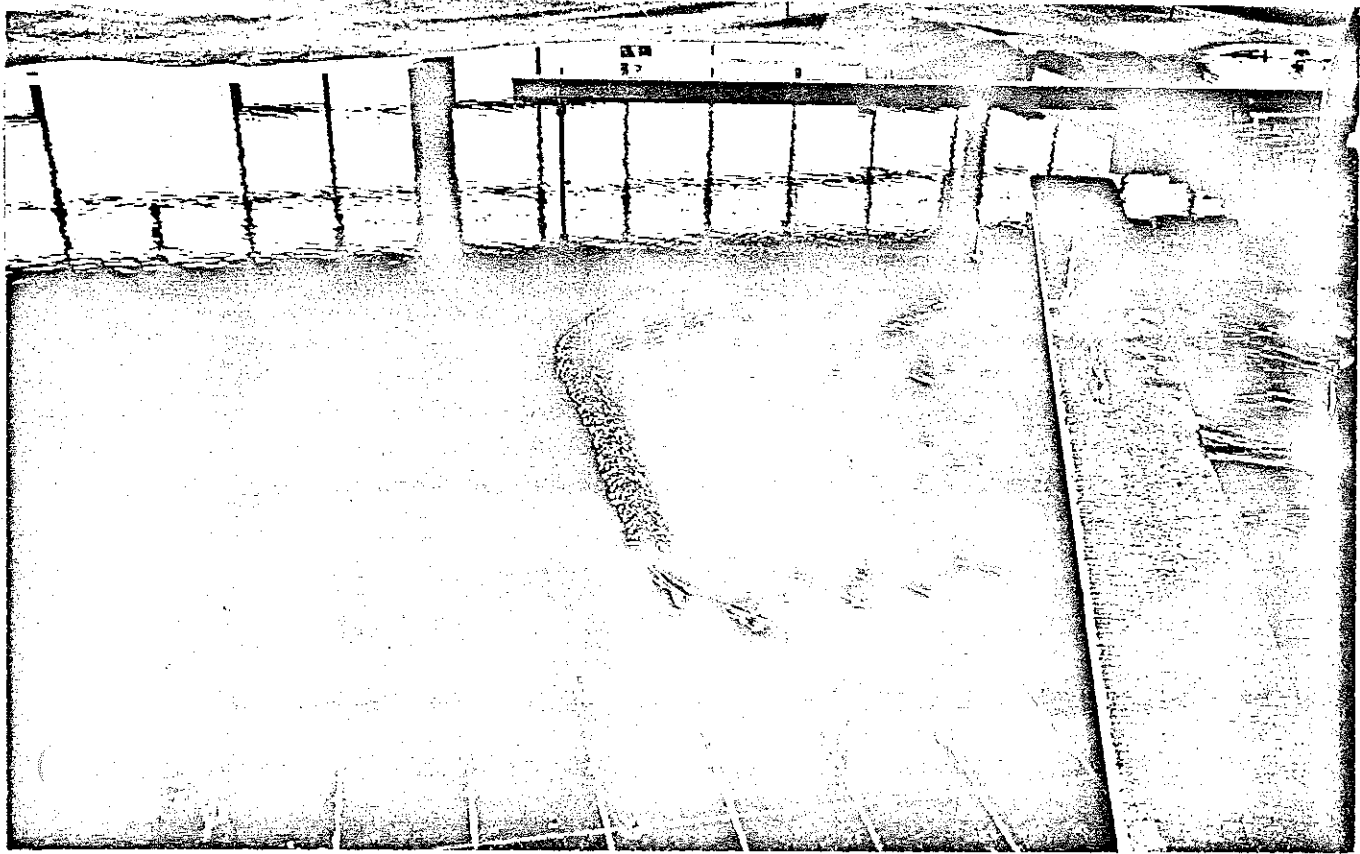
Fotografía N°2: Obras de desvío en segunda etapa (vista desde aguas abajo)



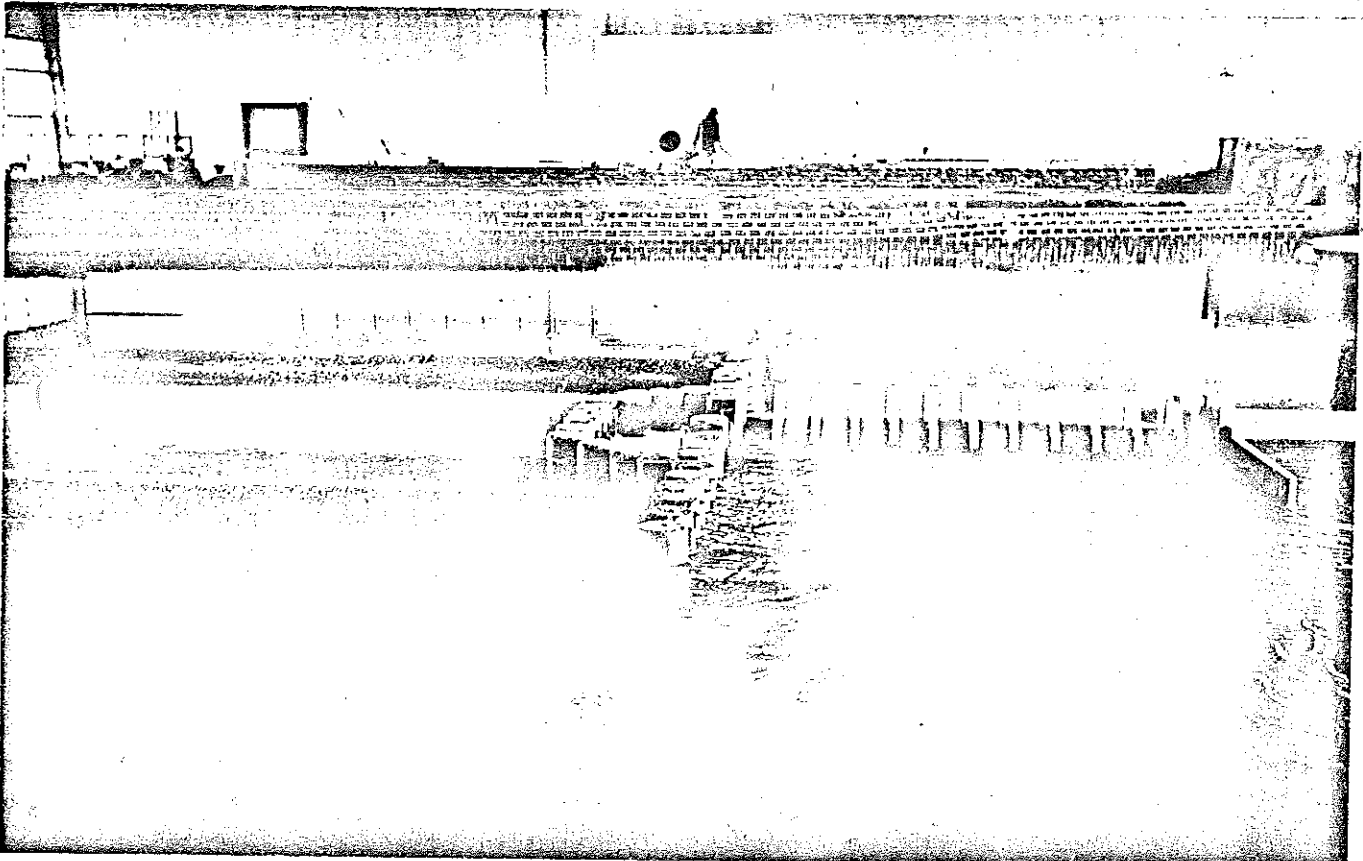
Fotografía N°3: Obras de desvío en segunda etapa (vista desde margen uruguaya)



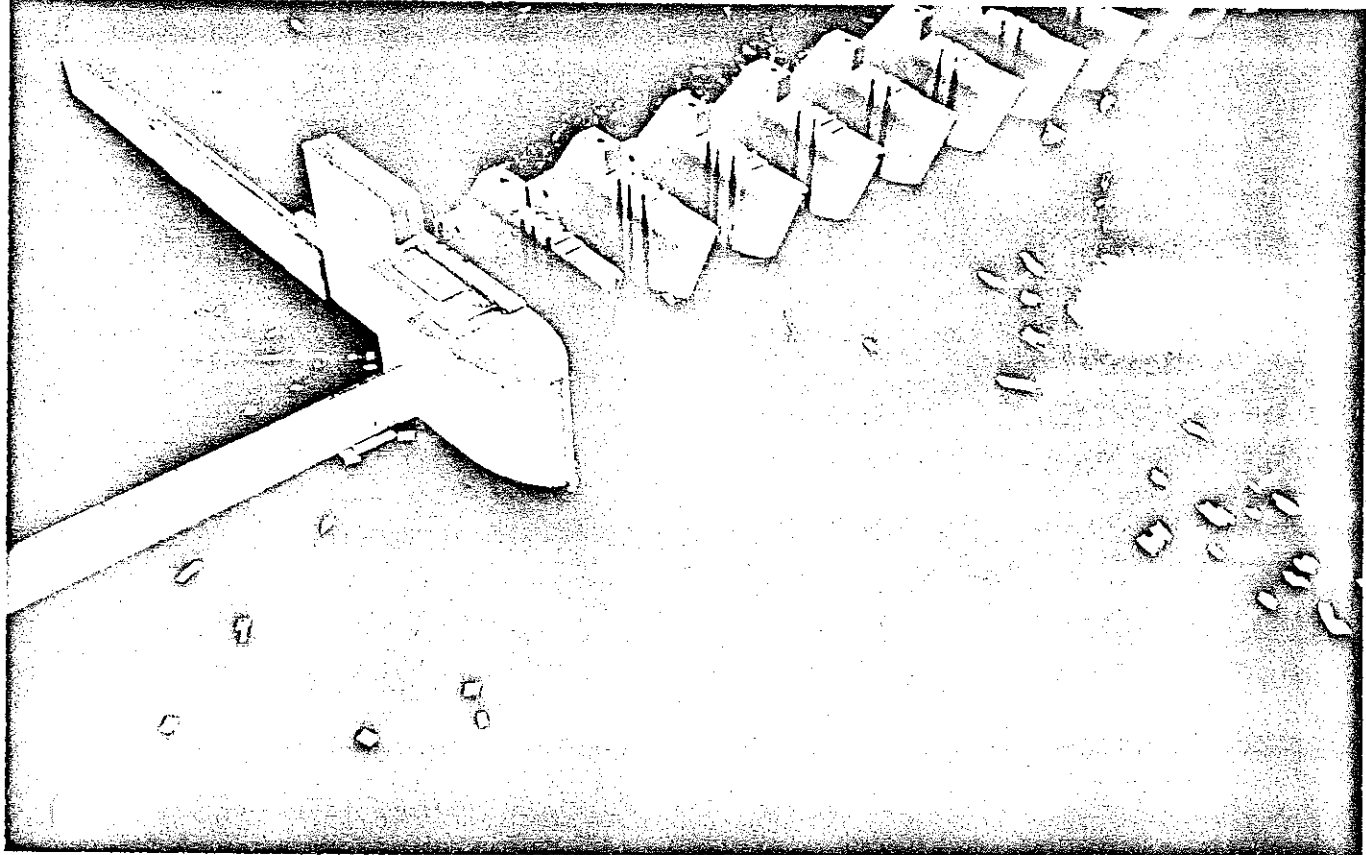
Fotografía N°4: Atagüa provisoria de aguas arriba.



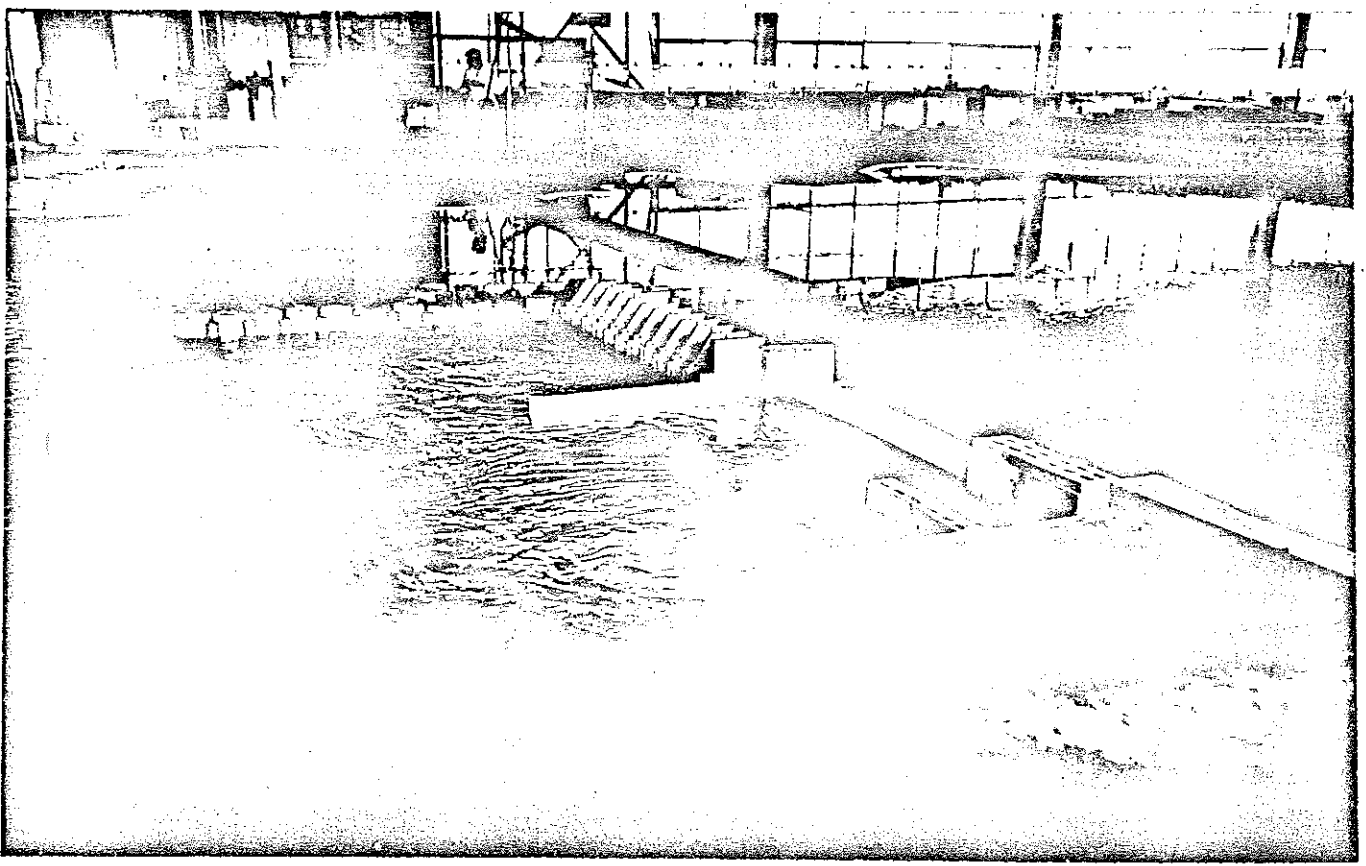
Fotografía N°5: Cierre con atagúa provisoria, para $Q = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$



Fotografía N°6: Cierre definitivo de segunda etapa, para $Q = 15.000 \text{ m}^3/\text{s}$



Fotografía N°7: Cierre definitivo de segunda etapa, para $Q = 15.000 \text{ m}^3/\text{s}$



Fotografía N°8: Cierre definitivo de segunda etapa, para $Q = 15.000 \text{ m}^3/\text{s}$

RECONOCIMIENTO

La Empresa Constructora Salto Grande S.A., ha contribuído al desarrollo de los trabajos con su constante preocupación y sus decisiones rápidas y concretas acerca de las variantes constructivas que consideraban de interés estudiar. La discusión técnica con el Prof. Dr. Hippolito ZUCCHERI TOSIO y el Ing. Martín BASTERRECHEA, ha sido un valioso aporte a esta investigación.

La tarea fotográfica estuvo a cargo del Señor Norberto MULLE.

Colaboraron en este estudio:

| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Angel Rubén RISOLI | : Técnico principal del modelo |
| Jorge SANTURIO | : Técnico |
| Mercedes Jorgelina CEPEDA: | Secretaria |
| Daniel MONTENEGRO | : Dibujante |
| Antonio PEREZ. | : Oficial maquetista |
| Hector ARCUDI | : Oficial maquetista |

ESTUDIO SOBRE MODELO DE LA SEGUNDA ETAPA DE DESVIO DEL RIO URUGUAY

PARA LAS OBRAS DE SALTO GRANDE

TOMO II - FIGURAS

FIGURA Nº 1 Estudio de cierre - segunda etapa;

FIGURA Nº 2 Estudio de cierre - segunda etapa;

(Originales consultar en la Biblioteca del Laboratorio de Hidraulica Aplicada)