

2

X CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERIA HIDRAULICA



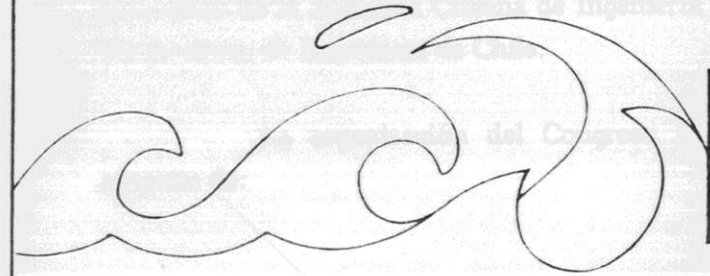
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA
6-7-8 DE NOVIEMBRE DE 1991

SOCIEDAD CHILENA DE
INGENIERIA HIDRAULICA



Todos los trabajos presentados
revisados por el Comité Revisor y aceptados
en el X Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica

X CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA
6 - 7 - 8 de Noviembre
1991.



SOCIEDAD CHILENA DE
INGENIERIA HIDRAULICA

ANALES
X CONGRESO
NACIONAL DE
INGENIERIA
HIDRAULICA

VOLUMEN II

Edición de 2 tomos
Impreso en el mes de Octubre de 1991, en
los Talleres Gráficos, de la Universidad Técnica
Federico Santa María.

Nota: Los trabajos publicados son copia fiel
de los originales enviados por los auto-
res.

Todos los trabajos que se incluyen en estos anales han sido revisados por el Comité Revisor y aceptados para su representación en el X Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica. Los textos han sido directamente reproducidos a partir de los originales dactilografiados por los propios autores.

El X Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica ha sido organizado por el Departamento de Obras Civiles de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Federico Santa María, con el patrocinio de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica y el respaldo del Instituto de Ingenieros de Chile.

La organización del Congreso ha contado con el gentil auspicio de:

– ENDESA

– NESTLE CHILE

y la participación en calidad de Empresas Colaboradoras de:

– CODELCO CHILE – DIVISION EL TENIENTE

– COLBUN MACHICURA S.A.

– INGENDESA

DIRECTORIO

PRESIDENTE : Luis Ayala R.

SECRETARIA : Ximena Vargas

TESORERO : Sergio Radrigán V.

DIRECTORES : Luis Arrau C.
Humberto Peña T.
Alberto Sepúlveda V.
Eduardo Varas C.

DIRECTOR HONORARIO : Horacio Mery M.

Comité Revisor de Trabajo

- Lincoln Alvarado
- Bonifacio Fernández
- Alejandro López
- Humberto Peña

**Comité Organizador del X Congreso
Nacional de Ingeniería Hidráulica**

Presidente :	Horacio Mery	Director Honorario Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica
Coordinador:	Ludwig Stowhas Santiago Birrer	Universidad Técnica Federico Santa María
Delegados :	Enrique Alvarez Luis Arrau Víctor Aros Andrés Benítez Carlo Carvallo Bonifacio Fernández Alejandro López Félix Pérez	Universidad de Santiago Dirección de Riego Universidad de Concepción Sociedad. Chilena de Ingeniería Hidráulica Ingendesa Universidad Católica de Chile Universidad de Chile Dirección General de Aguas

Comité Revisor de Trabajos

- Lincoln Alvarado
- Bonifacio Fernández
- Alejandro López
- Humberto Peña

CONTENIDO

VOLUMEN I

TEMA I HIDRAULICA FUNDAMENTAL Y MECANICA DE FLUIDOS

VELOCIDADES EN EL FLUJO TRIDIMENSIONAL: COMPARACION ENTRE VALORES CALCULADOS (MODELO NUMERICO) Y MEDIDOS EN UN MODELO FISICO

Alberto Sepúlveda

1

METODO NUMERICO PARA EL CALCULO DEL FLUJO SECUNDARIO EN CANALIZACIONES ABIERTAS

Víctor Aros y Mario Cornejo

17

COEFICIENTES DE GASTO DE VERTEDEROS DE RANURA

Eugenio Vásquez y Ludwig Stowhas

33

PARTICION DE PEQUEÑOS CAUDALES EN BASE A RANURAS SIMPLES

Ludwig Stowhas y Eugenio Vásquez

49

MODELO MACROSCOPICO DE TRANSPORTE DE SOLUTO PARA LA LIXIVIACION DE MINERALES DE COBRE EN COLUMNAS

Juan Pablo Montero y José Francisco Muñoz

65

DESARROLLO DE UN MODELO INTEGRADO HIDRODINAMICO Y DE CALIDAD DE AGUAS PARA SIMULAR LOS PROCESOS DE AUTOPURIFICACION EN RIOS

Carlos Espinoza y Luis Ayala

81

TEMA II. HIDRAULICA APLICADA AL DISEÑO DE OBRAS

DETERMINACION DEL GOLPE DE ARIETE EN PLANTAS ELEVADORAS CON BOMBAS DE PEQUEÑA INERCIA

Lincoln Alvarado y Horacio Mery

97

DISPOSITIVO PARA PROTEGER UNA TUBERIA DE IMPULSION DE BAJA ALTURA DE ELEVACION

Horacio Mery

111

ANALISIS DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL EVACUADOR DE CRECIDAS DE LA CENTRAL RALCO EN RELACION CON LA OPERACION DE LA OBRA

Harry King

123

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE TUNELES EXCAVADOS EN ROCA SIN REVESTIR Lincoln Alvarado y René Neger	139
TRAMPAS DE PIEDRAS EN TUNELES DE CENTRALES HIDROELECTRICAS Jorge Bravo y Bernardita Ramos	155
GOLPE DE ARIETE EN TUBERIAS DE PVC Y ACERO EN ESTACIONES DE BOMBEO Julio Pineda	171
ESTUDIO DE REVESTIMIENTOS ASFALTICOS EN PEQUEÑOS CANALES DE REGADIO Juan Alberto González	189
IMPORTANCIA DE LA TENSION TRACTRIZ EN EL DISEÑO DE COLECTORES DE ALCANTARILLADO Enrique Alvarez y Alejandro Arrieta	205
EXTENSION DEL METODO DEL GRADIENTE PARA MODELAR CONSUMOS VARIABLES CON LA PRESION EN REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA Rubén Salgado, Jorge Rojo y M. Soledad Zepeda	219
CARACTERIZACION HIDRAULICA DE SISTEMAS DE RIEGO APROPIADOS PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES AGRICOLAS Y SU MODELACION COMPUTACIONAL Rubén Salgado, Luis Castro, Rodrigo Mansilla y Héctor Zúñiga	235
TEMA III. RECURSOS HIDRAULICOS E IMPACTO AMBIENTAL DE OBRAS HIDRAULICAS	
DOS MODELOS DE MANEJO OPTIMO PARA SISTEMAS DE AGUAS SUBTERRANEAS DE GRAN TAMAÑO. APLICACION TEORICA. Guillermo Cabrera, Marcelo Matthey y Alberto Maringer	251
APLICACION DE UN MODELO DE OPTIMIZACION-SIMULACION IMPLICITA A LA CUENCA DE SANTIAGO Guillermo Cabrera, Marcelo Matthey y Alberto Maringer	265
CONSIDERACIONES SOBRE LA CAPACIDAD DE DISEÑO DE CANALES DE RIEGO. APLICACION AL SISTEMA PALOMA Luis Arrau, Rodrigo Gómez y Maritza Vergara	279
CRITERIOS DE EVALUACION DE COMPONENTES AMBIENTALES EN PROYECTOS DE CANALES DE RIEGO Enrique Kaliski	295

EVALUACION DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS DE REGULACION Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RIO LLUTA Luis Arrau y Silvia Sánchez	309
--	-----

TEMA IV. HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA

PRONOSTICO EN TIEMPO REAL EN LA CUENCA ANDINA DEL RIO MAPOCHO Ximena Vargas y Francisco Márquez	325
ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL CONTROL DE CRECIDAS CON EMBALSES. CASOS DE VIÑA DEL MAR Y SANTIAGO Luis Arrau y Jaime Calcagno	337
PROSPECCION DE EVIDENCIAS DE CRECIDAS ANTIGUAS EN VALLES DE LA III Y IV REGION DE CHILE Ernesto Brown y Juan Varela	353
ESTUDIOS GEOLOGICOS DEL AREA DE SALALA-ORURO (OVALLE, IV REGION), EN RELACION AL ESTUDIO DE CRECIDAS EXTREMAS HOLOCENICAS Juan Varela y Jorge Leal	363
FUNCION DE TRANSFERENCIA PERIODICA PARA RELACIONES PRECIPITACION - ESCORRENTIA MENSUALES Bonifacio Fernández	379
REPRESENTACION DE TORMENTAS HORARIAS Eduardo Varas y Orlando López	393
FUNCION INTRINSECA DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION DIARIA EN CHILE ENTRE LOS 28 Y 41 GRADOS DE LATITUD Humberto Peña y Fernando Vidal	407
CALCULO DE PALEOCRECIDAS EN EL RIO LIMARI Ernesto Brown, Ximena Vargas y Oddo Cid	423
EL HIDROGRAMA UNITARIO SINTETICO EN LA MÓDELACION DE HIDROGRAMAS DE CRECIDAS FLUVIALES Ximena Vargas y Alfredo Gómez	435
DETERMINACION EXPERIMENTAL DE CURVAS DE INFILTRACION Ximena Vargas y Claudio Araya	449
ESTUDIO TEORICO EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO DE UN ACUIFERO MEDIANTE LA ANALOGIA DE HELE SHAW Raúl Galindo, Ludwig Stowhas y Alejandro Lagos	465

MODELACION MATEMATICA DE UN ACUIFERO COSTERO A SUPERFICIE LIBRE A PARTIR DE DATOS EXPERIMENTALES DE UN MODELO HELE SHAW.
Raúl Galindo, Ludwig Stowhas y Alejandro Lagos 481

MODELO DE TRANSPORTE DE MASAS EN AGUAS SUBTERRANEAS CON FUNCIONES DE PONDERACION ORTOGONALES PARA EL CONTROL DE LA ESTABILIDAD DE LAS SOLUCIONES
Guillermo Cabrera y Felipe Espinoza 495

APLICACION DE UN MODELO DE TRANSPORTE EN FLUJOS DE AGUAS SUBTERRANEAS CON DENSIDAD VARIABLE AL CASO DE INTRUSION MARINA EN EL ESTERO SAN GERONIMO
Guillermo Cabrera, Félix Pérez y Jaime Vargas 511

ANALISIS DE FRECUENCIA DE VALORES EXTREMOS UTILIZANDO EL METODO DE IWAI
Luis Arrau y Marcela Quezada 527

TEMA V. HIDRAULICA FLUVIAL Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

EFFECTO DE LA COHESION EN EL INICIO Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN DUCTOS DE SECCION CIRCULAR
Enrique Alvarez y Chandra Nalluri 541

ESTUDIO SOBRE LA PENDIENTE DE COMPENSACION EN LOS TORRENTES INTERVENIDOS DEL CERRO DIVISADERO, COYHAIQUE, XI REGION.
Andrés Iroume 557

ARRASTRE DE FONDO EN LECHOS DE ALTA PENDIENTE Y CON SEDIMENTO GRUESO. REVISION Y ANALISIS DE METODOLOGIAS RECIENTES DE CALCULO
Alejandro López, Luis Ayala y Alejandro Domeyko 571

FUNCION DE TRANSPORTE DE FONDO PARA SEDIMENTOS UNIFORMES DE GRAN CALIBRE Y FLUJO MACRO-RUGOSO
Luis Ayala, Alejandro López y Rodrigo Valenzuela 587

SOBRE EL PROCESO DE ACORAZAMIENTO DE LA FOSA DE SOCAVACION EN TORNO A CILINDROS
Luis Ayala y Mario Balbontín 603

CURVAS DE DESCARGA DE SOLIDOS GENERALIZADAS PARA ESTIMAR EL ARRASTRE DE FONDO EN CAUCES NATURALES DE FUERTE PENDIENTE
Luis Ayala y Luis Peric 619

MODELACION DEL TRANSPORTE HIDRAULICO DE CARBON EN CANALES
Bernardo Domínguez y Andrés López 635

FUNCION DE ARRASTRE DE FONDO PARA EL CAUCE CORDILLERANO DEL RIO MAPOCHO OBTENIDA EN UN MODELO FISICO
Luis Ayala y Alvaro Concha 647

FUNDAMENTOS MECANICOS DE LA INICIACION DEL MOVIMIENTO DE PARTICULAS ESFERICAS SIMULANDO GRANULOMETRIA GRUESA Y EXTENDIDA EN LECHOS NATURALES O ARTIFICIALES
Solano Vega 663

FUNDAMENTOS MECANICOS DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS SUPUESTOS ESFERICOS SIMULANDO GRANULOMETRIA GRUESA Y EXTENDIDA EN LECHOS NATURALES O ARTIFICIALES
Solano Vega 675

FUNDAMENTOS MECANICOS DE LA INICIACION DEL MOVIMIENTO DE PARTICULAS ESFERICAS SIMULANDO GRANULOMETRIA FINA EN LECHOS NATURALES O ARTIFICIALES
Solano Vega 691

FUNDAMENTOS MECANICOS DE LA ESTABILIDAD DE ENROCADOS SUPUESTOS ESFERICOS EN FONDOS Y TALUDES DE LECHOS NATURALES O ARTIFICIALES PARA MATERIAL COLOCADO EN CAPAS Y MATERIAL VERTIDO.
Solano Vega 699

TEMA V

PRONOSTICOS EN TIEMPO REAL EN

LA CUENCA MEDIA DEL RIO NAPOCHO

ARRASTRE DE SEDIMENTOS E HIDRAULICA FLUVIAL

RICHARD VARGAS B. (1)

FRANCISCO MANGUERA B. (2)

RESUMEN

Se presenta un modelo de pronóstico en tiempo real del tipo función de transferencia planteado para la variable diferencia de caudal entre dos intervalos de tiempo, para la cuenca del río Napocho definida por la estación Napocho en Los Almendros. Los parámetros del modelo se estiman usando la metodología del filtro de Kalman, aplicándose el modelo a un conjunto seleccionado de crecidas pluviales para las cuales existen registros limnigráficos.

(1) Profesor Asociado. Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

(2) Ayudante de Investigación. Egresado de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

PRONOSTICOS EN TIEMPO REAL EN
LA CUENCA ANDINA DEL RIO MAPOCHO

XIMENA VARGAS M. (1)

FRANCISCO MARQUEZ B. (2)

RESUMEN

Se presenta un modelo de pronóstico en tiempo real del tipo función de transferencia planteado para la variable diferencia de caudal entre dos intervalos de tiempo, para la cuenca del río Mapocho definida por la estación Mapocho en Los Almendros. Los parámetros del modelo se estiman usando la metodología del filtro de Kalman, aplicándose el modelo a un conjunto seleccionado de crecidas pluviales para las cuales existen registros limnigráficos.

(1) Profesor Asociado. Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

(2) Ayudante de Investigación. Egresado de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

1. INTRODUCCION

Las inundaciones con consecuencias catastróficas que afectan regularmente la zona central del país, ponen en evidencia, la necesidad de mejorar el conocimiento científico de las crecidas extremas que ocurren en cauces naturales propios de los sistemas hidrográficos andinos y subandinos existentes en el territorio central de Chile.

En la zona cordillerana y precordillerana central de nuestro país, estas crecidas en general se originan por sistemas frontales más cálidos que los usuales, provocando en consecuencia precipitaciones líquidas a mayores altitudes, lo que significa un incremento, a veces apreciable, de la cuenca pluvial aportante. El aumento de caudal que ello genera a la salida de los cajones cordilleranos, tiende a provocar desbordes que pueden afectar a zonas urbanas, industriales o agrícolas causando graves daños.

Entre las medidas no estructurales que es posible adoptar, para mitigar en parte los daños que estas crecidas ocasionan, están los pronósticos en tiempo real, que permitan prever las posibles consecuencias adversas de una crecida con una antelación suficiente. En esencia estos consisten en disponer de modelos hidrológicos que sean capaces de pronosticar caudales en una determinada sección de un río, con una antelación de algunas horas, cuando está ocurriendo el evento de crecida. La utilidad de los modelos de pronóstico que puedan establecerse para un determinado lugar, es altamente dependiente del tiempo de antelación que sea factible obteniendo resultados adecuados. En consecuencia, mientras mayor sea el desfase entre la causa (precipitación o deshielo) y el efecto (crecida en el río), mayor será la antelación y mayor la efectividad del pronóstico.

De acuerdo con lo anterior, el desfase natural entre causa y efecto en una cuenca hidrográfica, limita la posibilidad de

establecer pronósticos efectivos en tiempo real. En particular en el caso de crecidas de origen pluvial en las cuencas cordilleranas con altas pendientes y superficies relativamente pequeñas, los tiempos de antelación, que entreguen resultados confiables, pueden ser pequeños.

Este trabajo, donde se examinan los resultados de la aplicación de modelos del tipo función de transferencia en la cuenca andina del río Mapocho definida por la estación fluviométrica Mapocho en Los Almendros es continuación de aquellos presentados por Vargas et al (1986) y Brown y Vargas (1988) y forma parte de una investigación más amplia enfocada a caracterizar el comportamiento hidrológico de esta cuenca. En particular, en este caso se plantean modelos que utilizan un índice de precipitación como variable exógena y diferencias horarias de caudal como variable dependiente.

2. METODOLOGIA

Un modelo de función de transferencia puede expresarse en forma genérica como:

$$\delta(B)q_t = \omega(B)P_{t-b} + a_t \quad (1)$$

en que

- $q(t)$: Variable dependiente en el tiempo t
- P_{t-b} : Variable exógena en el tiempo $t-b$, siendo b el desfase entrada - salida
- a_t : ruido o impacto aleatorio en el tiempo t
- $\delta(B)$: polinomio autorregresivo de orden r .
- $w(B)$: polinomio de la variable exógena de orden S .

Si la variable dependiente corresponde a la diferencia de caudal ($dq_t = q_t - q_{t-1}$) registrada en alguna estación limnográfica, en forma expandida el modelo de función de transferencia FT (r, s, b) se plantea como:

$$dq_t = \delta_1 dq_{t-1} + \delta_2 dq_{t-2} + \dots + \delta_r dq_{t-r} + \omega_0 P_{t-b} - \omega_1 P_{t-b-1} - \dots - \omega_{s-1} P_{t-b-(s-1)} + a_t \quad (2)$$

Para determinar los coeficientes δ_i y ω_j , se utiliza la metodología del filtro de Kalman (Brown y Vargas, 1987) adoptando como ecuación de medida, el modelo propiamente tal dado por la ecuación 2 en la que los impactos aleatorios se suponen con media nula y varianza R. Como ecuación de estado se considera la invariancia de los parámetros en el tiempo. La estimación de los parámetros usando el método de máxima verosimilitud, incluye la definición de un vector de variables instrumentales, variable en el tiempo, que contiene los valores de la variable dependiente, entre $t - 1$ y el instante $t - r$, generados en base a una estimación inicial de los parámetros, y la variable exógena entre los instantes $t - b$ y $t - b - s + 1$.

En cada instante de tiempo, los parámetros se actualizan y una vez procesada completamente la crecida de calibración, se dispone de una nueva estimación que se usa para definir el vector de variables instrumentales para la siguiente iteración. El proceso finaliza una vez lograda la convergencia deseada.

3. APLICACION

La cuenca andina del río Mapocho definida por la estación fluviométrica Mapocho en Los Almendros (figura 1) presenta cauces con pendientes que varían entre 1,5 y 7,6% y longitudes del orden de 35 Km. En la cuenca se cuenta con información pluviográfica (estación La Ermita) sólo desde el año 1987 en adelante y se aprecia escaso desfase entre ésta y su manifestación como escorrentía en el punto de salida; en consecuencia, luego del análisis de estaciones vecinas (Cerro Calán y Quinta Normal) para definir el índice de precipitaciones a utilizar en el modelo de pronóstico, se escogió la información registrada en la estación pluviográfica Quinta Normal, donde se dispone de registros para

todas las grandes crecidas ocurridas en los últimos años. El índice propiamente tal se definió como la precipitación acumulada en intervalos de 2 horas, calculado a intervalos de 1 hora, que es el intervalo de tiempo usado para los registros de caudal.

El análisis de daños ocasionados por crecidas ocurridas desde el año 1953, realizado por BF Ingenieros Civiles (1989), indica que caudales superiores a 120 m³/s en la estación Mapocho en Los Almendros provocan inundaciones de sectores de aguas abajo, por lo que este valor se adopta como umbral en el análisis de los tiempos de antelación de los pronósticos.

El modelo de pronóstico identificado como más apropiado, luego del análisis de su comportamiento en las crecidas de calibración, como las que se señalan en la Tabla 1, se escribe como:

$$dq_t = 0,663dq_{t-1} + 0,011dq_{t-2} - 0,007dq_{t-3} + 1,912P_{t-2} - 1,017P_{t-3} - 0,604P_{t-4} \quad (3)$$

La expresión del modelo señala que para pronósticos con antelaciones mayores a las dos horas, es necesario efectuar alguna hipótesis con respecto al índice de precipitaciones. Con el fin de evitar lo anterior, se procedió a calibrar un modelo del tipo autorregresivo a utilizar para antelaciones mayores a 2 horas. Dicho modelo, calibrado en base a la información registrada durante la crecida ocurrida entre el 11 y 13 de julio de 1987, adopta la siguiente expresión:

$$dq_t = 0,829dq_{t-1} - 0,247dq_{t-2} - 0,05dq_{t-3} \quad (4)$$

En las tablas 1 y 2 y en las figuras 2 a 6 se presentan los resultados de los pronósticos hasta con 4 horas de antelación en algunas de las crecidas más importantes usadas para la calibración y validación de estos modelos.

TABLA 1
Pronóstico en Tiempo Real
Crecidas de Calibración

Fecha Crecida	t (hrs)	QOBS (m ³ /s)	QPRON	QPRON	QPRON
			[t/(t-2)] (m ³ /s)	[t/(t-3)] (m ³ /s)	[t/(t-4)] (m ³ /s)
2-3 /06/ 87	25	13,8	13,9	9,7	4,9
	26	25,9	24,4	22,9	17,4
	27	30,6	27,6	30,8	24,9
	28	26,6	35,2	29,8	33,5
11-13 /07/ 87	42	64,0	40,6	50,4	40,5
	43	82,8	65,8	43,1	53,5
	44	90,2	96,2	71,0	43,3
	45	82,2	101,1	102,6	72,1
13-15 /08/ 87	34	69,1	49,2	55,3	31,4
	35	78,7	86,4	49,9	54,2
	36	100,0	72,8	88,2	50,3
	37	90,1	102,6	76,7	87,2

Se observa en general un comportamiento razonable de los modelos; en particular, en aquellas crecidas que provocaron daños en sectores aguas abajo de la estación Mapocho en los Almendros, se aprecia lo siguiente:

- El caudal umbral (120 m³/s) es pronosticado a la hora 25 (1 AM del día 16 de junio) en la crecida del año 86 lo que significa un tiempo de alerta razonable si se considera que a partir de la hora 29 todos los pronósticos son superiores al valor umbral.

TABLA 2
Pronóstico en tiempo real
Crecidas de Validación

Fecha Crecida	t (hrs)	QOBS (m ³ /s)	Q Pronosticado (m ³ /s)		
			[t/(t-2)]	[t/(t-3)]	[t/(t-4)]
30-31/08/79	26	53,5	88,6	30,5	24,8
	27	63,6	50,9	92,5	31,8
	28	73,2	52,6	49,4	90,9
	29	56,2	75,6	52,6	48,7
9-10/04/80	29	77,0	84,9	71,5	52,6
	30	112,8	72,6	88,2	71,7
	31	120,0	83,9	72,7	88,5
	32	97,4	152,9	84,5	72,4
15-16/06/86	28	63,0	88,1	123,1	52,6
	29	100,0	72,8	92,7	124,4
	30	156,0	71,5	77,1	94,1
	36	324,0	316,2	318,3	326,0
	37	324,5	324,6	315,1	316,7
	38	325,0	331,7	326,0	314,3
13-14/07/87	32	181	117,3	150,8	127,5
	33	193	226,8	114,1	152,8
	34	230	206,2	237,5	110,6
	35	196	203,9	210,9	238,1

- En la crecida del 13 de julio de 1987, a partir de la hora 26 (2 AM. del día 14 de julio) se pronostican valores superiores al caudal umbral, obteniéndose antelaciones suficientes para adoptar medidas que hubieran mitigado los daños que esta crecida ocasionó.

4. CONCLUSIONES

El modelo de pronóstico planteado permite antelaciones hasta de 4 horas, lo que en muchos casos puede no ser suficiente para adoptar medidas en tiempo real, sin embargo, el caudal umbral

definido en este caso para la estación Mapocho en Los Almendros, es pronosticado con al menos 7 horas de antelación con respecto a la ocurrencia del caudal máximo en aquellas crecidas que produjeron daños, lo que significa un tiempo de adelanto razonable para alertar a la población de sectores de aguas abajo.

En aquellas crecidas que no produjeron daños (agosto 87, abril 80) en las que se pronostica el caudal umbral o valores algo mayores, ello ocurre en la zona del máximo y luego de no más de 2 horas después de efectuar dicho pronóstico, el caudal observado baja.

Se establece en consecuencia que para alertar a la población sería necesario que el caudal observado continuara aumentando al cabo de 2 horas de pronosticado el valor umbral.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Vargas X, Brown E y G. Sandoval 1986 "Un Modelo de Función de Transferencia para el Pronóstico de Caudales en Tiempo Real". XII Congreso Latinoamericano de Hidráulica A.I.H.R. Sao Paulo, Brasil Vol. 2. pp. 168 - 179.
- Brown E y X. Vargas 1988 "Modelos de Función de Transferencia. Su Uso en el Pronóstico en Tiempo Real" XIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica A.I.H.R. La Habana, Cuba Vol. 2 pp. 109 - 119.
- Brown E y X Vargas 1987 "Pronósticos Hidrológicos en Tiempo Real. El Uso del Filtro de Kalman" Revista Chilena de Ingeniería N° 398. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile Vol. 99 N° 3 pp. 89 - 97.
- B F Ingenieros Civiles 1987 "Estudio de los sistemas de Alerta de Crecidas Fluviales en la V Región y Región Metropolitana" Dirección General de Aguas. MOP.

RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su reconocimiento al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, por el financiamiento parcial de este trabajo, a través del Proyecto N° 1190 - 88.

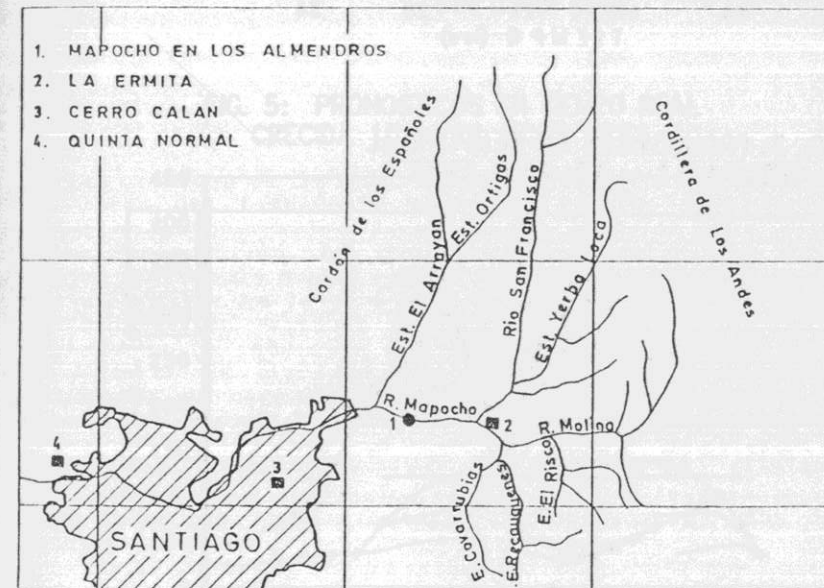


FIG.1 ESQUEMA DE LA CUENCA

FIG. 2: PRONOSTICOS EN TIEMPO REAL
CRECIDA 9 - 10 ABRIL 1980

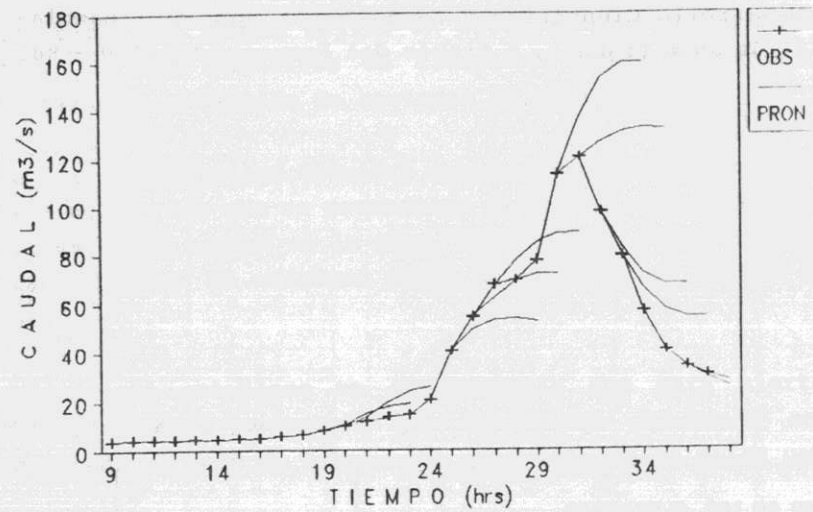


FIG. 3: PRONOSTICOS EN TIEMPO REAL
CRECIDA 11 - 13 JULIO 1987

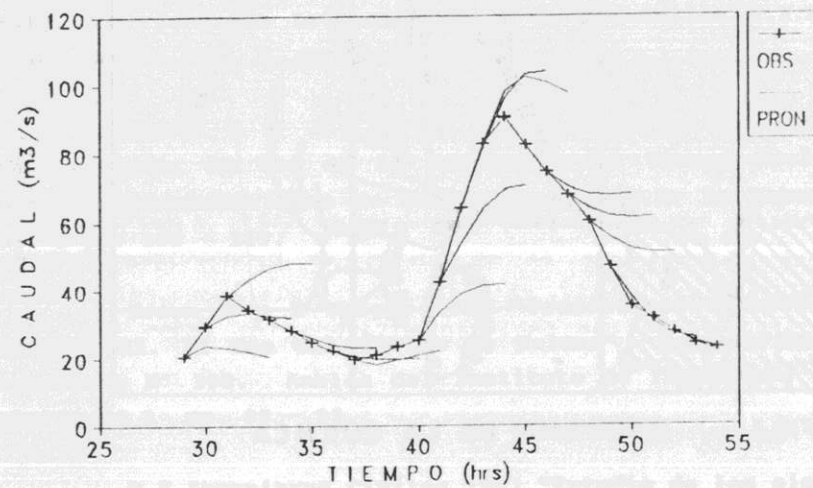


FIG. 4: PRONOSTICOS EN TIEMPO REAL
CRECIDA 13 - 14 AGOSTO 1987

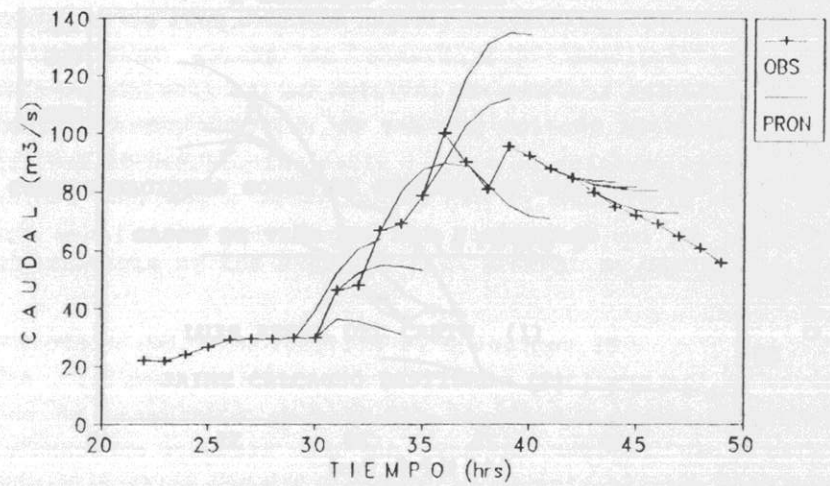


FIG. 5: PRONOSTICOS EN TIEMPO REAL
CRECIDA 15 - 16 JUNIO 1986

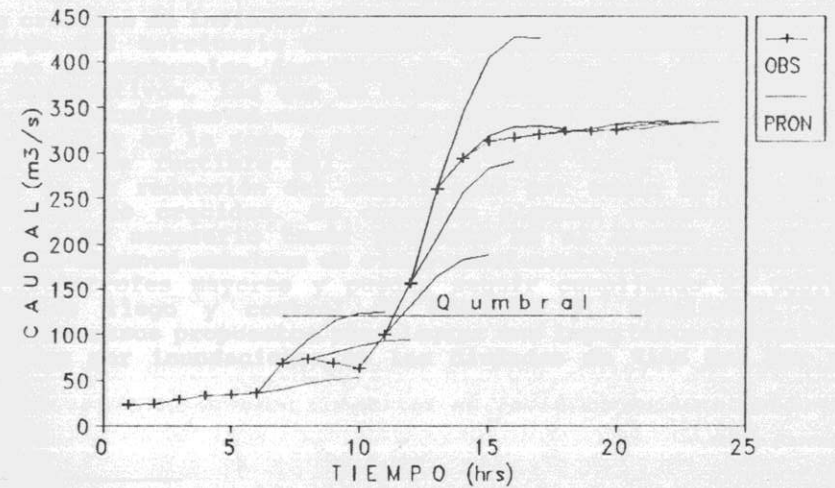
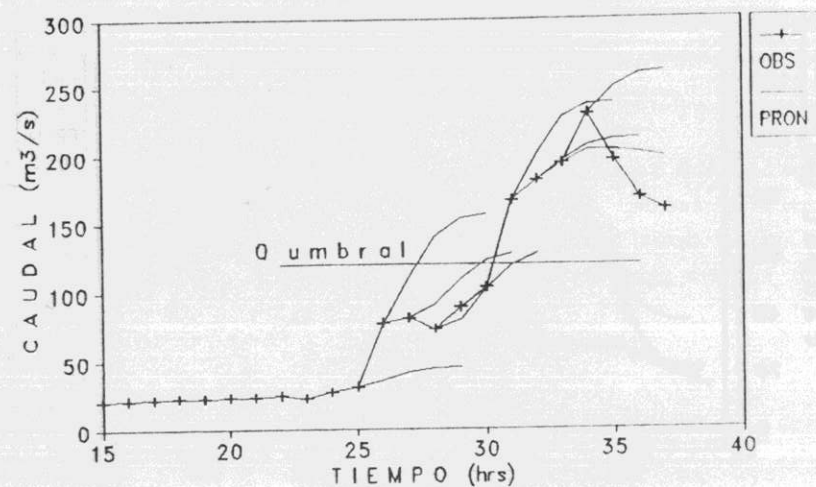


FIG. 6: PRONOSTICOS EN TIEMPO REAL
CRECIDA 13 - 14 JULIO 1987



ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL CONTROL DE CRECIDAS CON EMBALSES

CASOS DE VIÑA DEL MAR Y SANTIAGO

LUIS ARRAU DEL CANTO (1)

JAIME CALCAGNO BASTIDAS (2)

RESUMEN

Las crecidas de invierno ocasionan frecuentemente graves daños a lo largo del territorio nacional. Existen numerosas obras y medidas no estructurales factibles de ejecutar para mitigar los efectos destructivos, las que se citan brevemente en el presente trabajo. Se postula que el conjunto de ellas deriva en un caudal de punta a escurrir en la zona a proteger y si este es superior a la capacidad máxima factible del cauce en esta zona, la solución planteada es la reducción del caudal peak por medio de tranques controladores de crecidas. Se comentan algunas características básicas que es necesario tener presente en el diseño, se hace referencia a algunos embalses de riego en el norte de Chile que han evitado catástrofes mayores y pueden seguir cumpliendo el doble propósito de riego y control de crecidas y, finalmente, se presentan dos casos propuestos para lograr una importante reducción de los daños por inundaciones en las ciudades de Viña del Mar y Santiago.

(1) Ingeniero Civil, Jefe Departamento de Proyectos, Dirección de Riego, Ministerio de Obras Públicas. Profesor de la Cátedra de Ingeniería de Riego en la U. de Chile.

(2) Memorista Ingeniería Civil, U.Fco. Santa María, Dirección de Riego, Ministerio de Obras Públicas.