

EVALUACION HIDROLOGICA DE LOS SISTEMAS:

COCHERECK - CAÑADA OMBU †

Verificación del impacto de las obras de Línea Paraná

Tramo III y IV

EVALUACION HIDROLOGICA DE LOS SISTEMAS COCHERECK - CAÑADA OMBU

Verificación del impacto de las obras de Línea Paraná

Tramo III y IV

1.- Objetivos y alcances

El objeto de este trabajo fue el de simular la ocurrencia de / inundaciones en dichos sistemas para conocer el comportamiento de las mis- / mas y de los escurrimientos que se generan, y así poder evaluar el efecto de las obras proyectadas en la denominada "Línea Paraná" (Tramos III y IV).

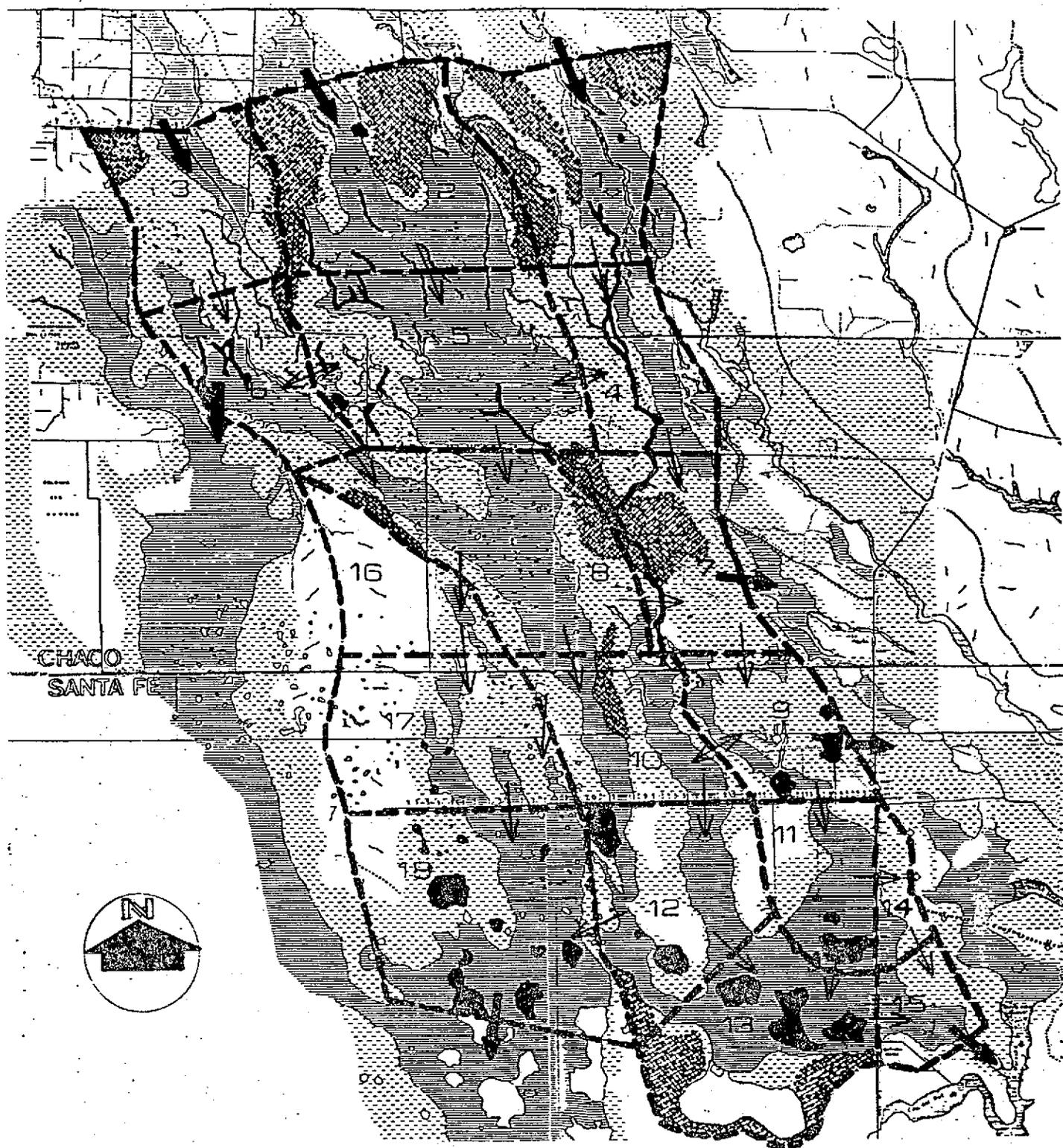
Este se realizó mediante la aplicación del modelo matemático / "MODBS" (de simulación hidrológica para llanuras inundables) al área demarca da en el Plano N° 1.

Se consideraron períodos de inundaciones reales, cuya magnitud sea cercana a los fenómenos considerados como de proyecto (con períodos de / retorno inferiores a 20 años), comenzando por la de Febrero a Julio de 1981.

Este fue un evento de magnitud y alcance regional, en donde // además se registraron datos para ser usados en el contraste, en lo que se re fiere a caudales y volúmenes en superficie.

En este período, por lo tanto, se realizó el ajuste de los pa rámetros, logrando un acercamiento suficiente entre los valores medidos y / los resultados de la modelación. Luego se simuló el período Marzo-Mayo de / 1988, incorporándose la influencia del canal en funcionamiento, construído / en una parte del tramo III, obteniéndose también una aproximación razonable/ al fenómeno real.

Luego se aplicó en ambas situaciones las modificaciones que in troducirán en el sistema las obras del tramo III y IV, evaluándose el impac to producido considerando 3 alternativas. Los resultados se presentan sinte



- | | | | |
|--|-------------------------------------|--|---|
| | ZCNA URBANIZADA | | LINEA DE MAXIMA INDEPENDENCIA |
| | CASERIO PARAJE | | ZONA DE TRANSVASAMIENTO BIRIDECCIONAL |
| | RUTA CAMINO IMPORTANTE | | ZONA DE TRANSVASAMIENTO UNIDIRECCIONAL |
| | SECCION DE ALCANTARILLADO Y SU LUZ | | PLANICIE INUNDABLE Y SENTIDO DE ESCURRIMIENTO LAMINAR |
| | VIA FERREA | | |
| | AREA DEPRIMIDA | | |
| | NIVEL DE AMORTIGUACION I | | NIVEL I |
| | NIVEL DE AMORTIGUACION II | | NIVEL II |
| | PLANICIE SEMI INUNDABLE | | NIVEL III |
| | CAÑADA | | NIVEL IV |
| | DIVISORIA DE AGUA | | |
| | SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO PROVOCADO | | |

SISTEMA COCHEREK CAÑADA OMBU.
 ESQUEMA DE MODULOS Y DIRECCIONES DEL ESCURRIMIENTO.

tizados a través de gráficos y tablas para facilitar su análisis.

2.- Modulación y topología

El área modelada no comprende la totalidad de la que aporta, ya que la misma se extiende en franja hacia el Noroeste, cuyo límite puede considerarse la Ruta Nacional N° 94. El criterio de tomar como extremo Norte la Ruta Provincial N° 89 responde al hecho de que en las inundaciones estudiadas, la escasa magnitud de los escurrimientos a través de la misma permite considerarlos por el establecimiento de las condiciones de borde, sin introducir errores apreciables.

Esto imposibilita la evaluación con este esquema, de la inundación extraordinaria ocurrida en Marzo-Abril de 1986, donde los escurrimientos en esa sección fueron determinantes.

El área resultante fue de 4.400 km², subdividiéndose en 18 módulos (Ver plano N° 1). La malla de conexiones y las condiciones de borde se definieron en base a los datos topográficos, a los mapas de niveles de inundación-escurrimientos y fotografías aéreas (ambos a escala 1:75.000) y a las imágenes satelitarias (a escala 1:250.000) obtenidas en los frecuentes períodos de anegamientos (1976, 1981, 1983, 1984). También se consideraron los mapas de vegetación, suelo y especialmente los de infraestructura vial y ferroviaria con detalle del alcantarillado.

3.- Datos de entrada

Estos se componen de los datos de precipitación diaria a la red del área (28 estaciones) operadas por el Ferrocarril General Belgrano, la policía, la Dirección de Hidráulica, comunas, y por particulares en establecimientos agropecuarios. En el período de 1988 la red usada fue menor, debido a que parte de los datos se obtienen concurriendo a los establecimientos, lo cual fue imposible de realizar en ese momento.

La información evaporimétrica diaria se obtuvo de las localidades de Las Breñas , Tacuarendí y Bella Vista.

4.- Estimación de Parámetros y ajuste del Modelo

- a) Reservorio superficial: El número de aforos realizados sobre las secciones de la Ruta Provincial N° 30 y la Ruta Provincial N° 3, y la disponibilidad de imágenes satelitarias de estados de inundación del área permitió la correlación en esas secciones de: caudal instantáneo - pelo de agua - / nivel de inundación - superficie afectada. Esto posibilitó, junto con / las experiencias resultantes de la aplicación del modelo en otras áreas, / comenzar las corridas con un conjunto de parámetros muy próximos a los / que permitieron el ajuste, en los que determinan las relaciones altura / -volumen en los módulos y las de altura- caudal en las secciones de co- // nexión entre los mismos.
- b) Reservorio subterráneo: Para el reservorio del suelo los valores se obtuvieron tomando como base los mapas de suelos y vegetación regionales y // aplicando las correlaciones de parámetro - tipo de suelo establecidas para la región. La mayoría de los suelos pertenecen al tipo franco arcillo limoso, presentando en mayor o menor grado un horizonte argílico superficial, con permeabilidad de moderadamente lenta a muy lenta.

Las condiciones de borde entrantes se ajustaron en forma iterativa, hasta alcanzar valores próximos y menores a los de la sección consecutiva situada aguas abajo.

Partiendo con el conjunto de parámetros así establecidos, y / definiendo una condición de nivel freático inicial en base a datos de censos de pozos regionales, se desarrolló la etapa de ajuste en el período 1981. / Los datos de contraste fueron:

- * volúmenes de agua en superficie estimados en las imágenes de Mayo-Junio-Julio de 1981;
- * caudales registrados durante los aforos realizados en ese período sobre/ las secciones completas de alcantarillado de las Rutas Provincial N° 30 y Provincial N° 3.

En los gráficos 1, 2 y 3 se sintetiza el ajuste en los volúmenes de inundación superficial. Estos mismos se estimaron en base al reconocimiento sobre las imágenes satelitarias de las áreas inundadas, asignándole alturas de agua. Esto se hizo teniendo en cuenta algunas mediciones directas de los tirantes y variando arealmente según mapa de niveles de inundación.

Las 3 fechas con existencia de imágenes se corresponden con el período de mayor anegamiento. Si bien se producen desfases en algunos módulos / se ve que hay un claro acompañamiento en los resultados.

Con respecto a los datos de contraste de los caudales (ver gráficos N° 4 y 5) se considera que, a pesar de constituir puntos aislados, son de gran valor para verificar el orden de magnitud del escurrimiento mantiforme característico de estos sistemas.

Con respecto al ajuste verificado sobre la Ruta Provincial N° 30 // (gráfico N° 4), que es la sección que limita el área de emplazamiento de las / obras, se ha logrado un buen acercamiento con los valores puntuales medidos. // Con respecto al Sistema de la Cañada Ombú, se comprueba un desfase apreciable con uno de los aforos. Se estima que esto se produce por la no consideración / de elementos dinámicos dentro de los términos del modelo que se dan en esa sección por efecto de embalse sobre el terraplén de la ruta 3. Esto produciría un achatamiento del pico, retardando la bajada brusca del hidrograma en tanto que/ para caudales menores este efecto se hace mínimo. En el caso de la Ruta 30 este fenómeno no se verifica (al menos para este orden de magnitud de los escu-

INUNDACION SUPERFICIAL EN LOS MODULOS (EN VOLUMEN)
COMPARACION ENTRE LOS VALORES ESTIMADOS Y LOS
SIMULADOS EN EL MODELO

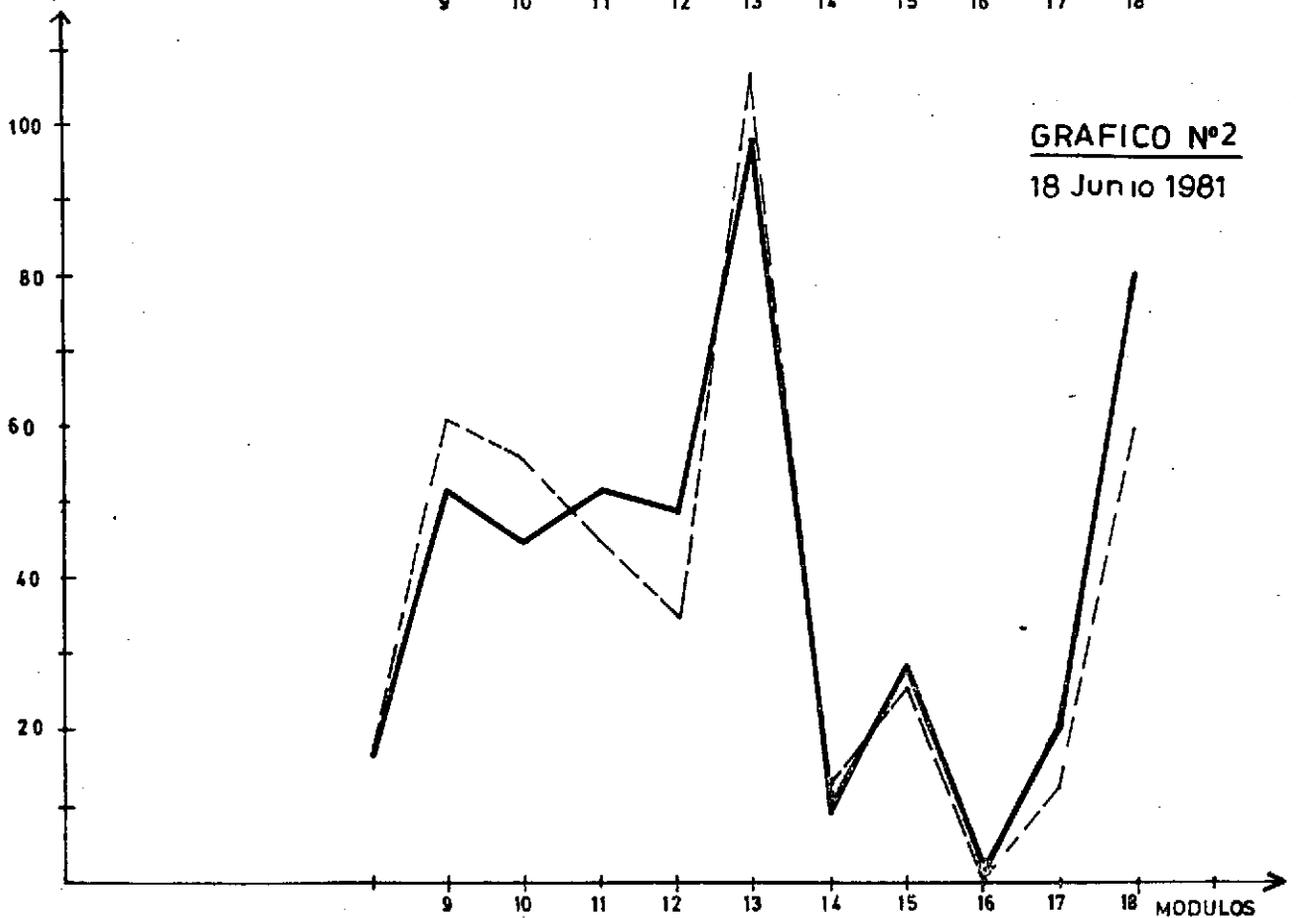
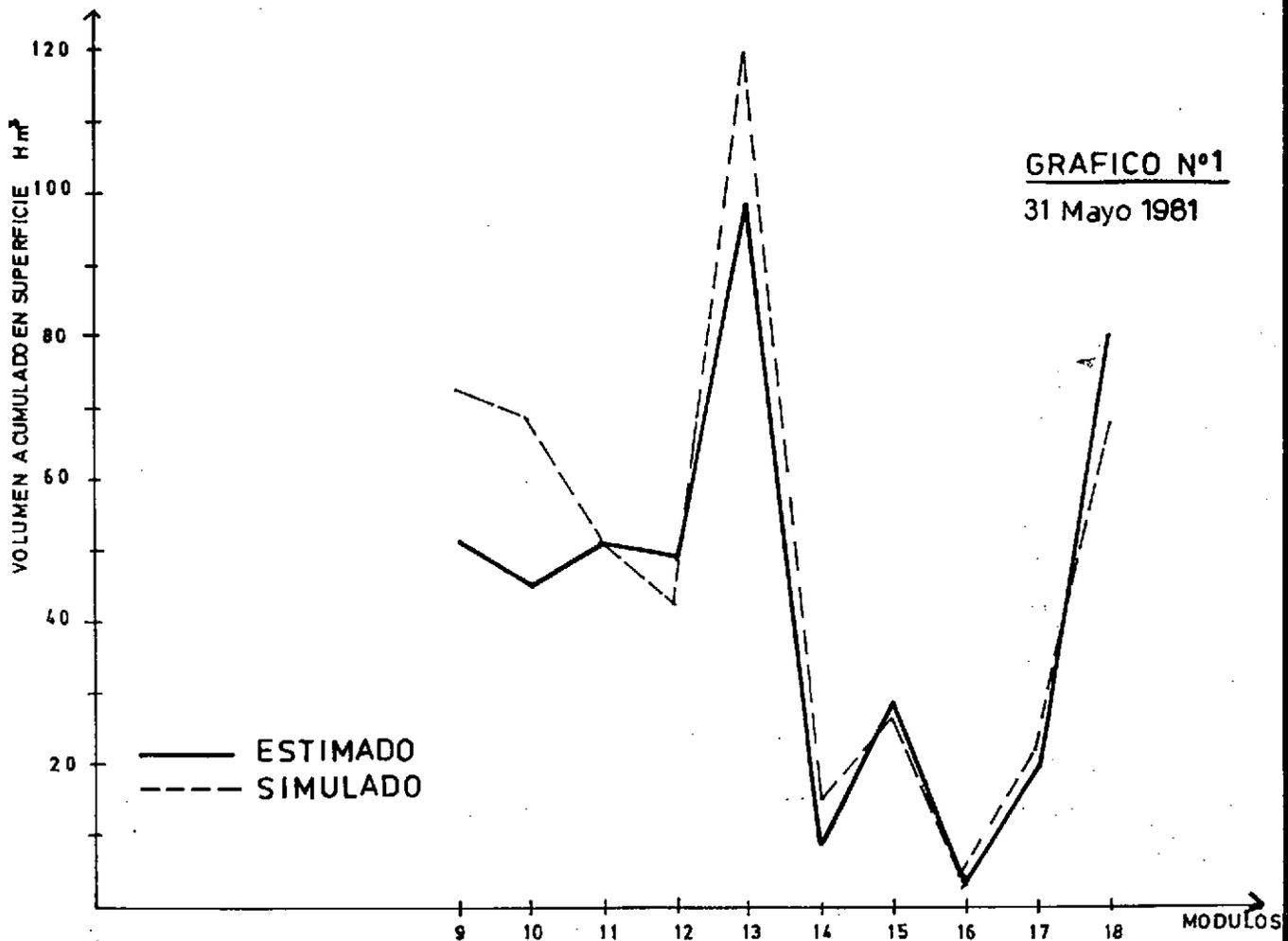
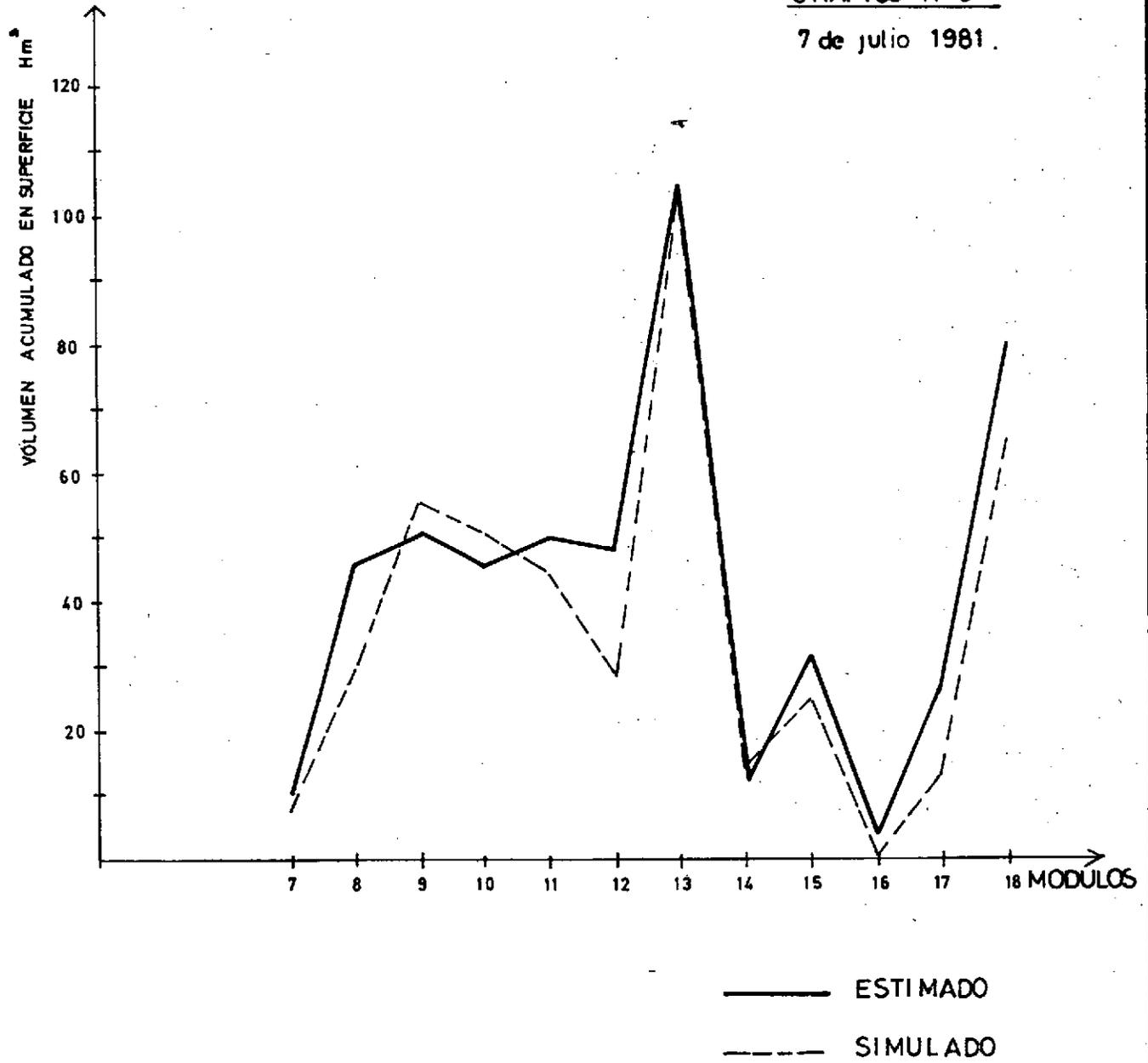


GRAFICO N° 3

7 de julio 1981.

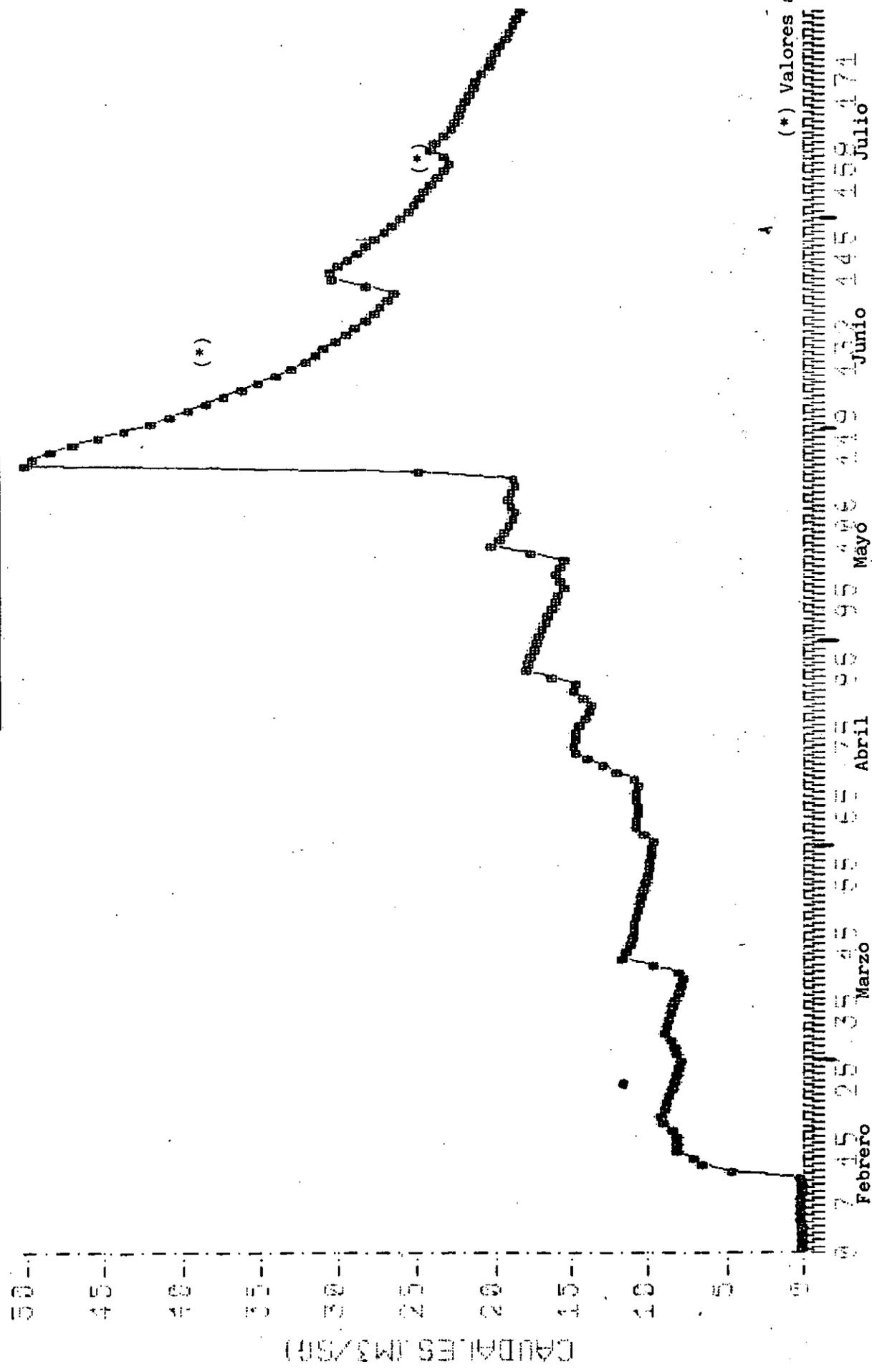


INUNDACION 1981
EVOLUCION DEL ESCUEPIMIENTO

CAUDALES SIMULADOS EN LA SECCION DE LA RUTA PROVINCIAL N° 3 -

LOS AMORES - CAÑADA OMBU

GRAFICO N° 5



(*) Valores aforados

WLOS SIMBOLIS

rrimiento) dado la gran luz de alcantarillado disponible y la cota de fondo / de las mismas, en general varias decenas de cm por debajo del terreno natu- / ral.

Se considera haber obtenido una aproximación suficiente, teniendo en cuenta la calidad de los datos de entrada (fundamentalmente los registros de lluvias, en general insuficientes) y el complicado comportamiento del sistema.

5.- Esquema de obras evaluado

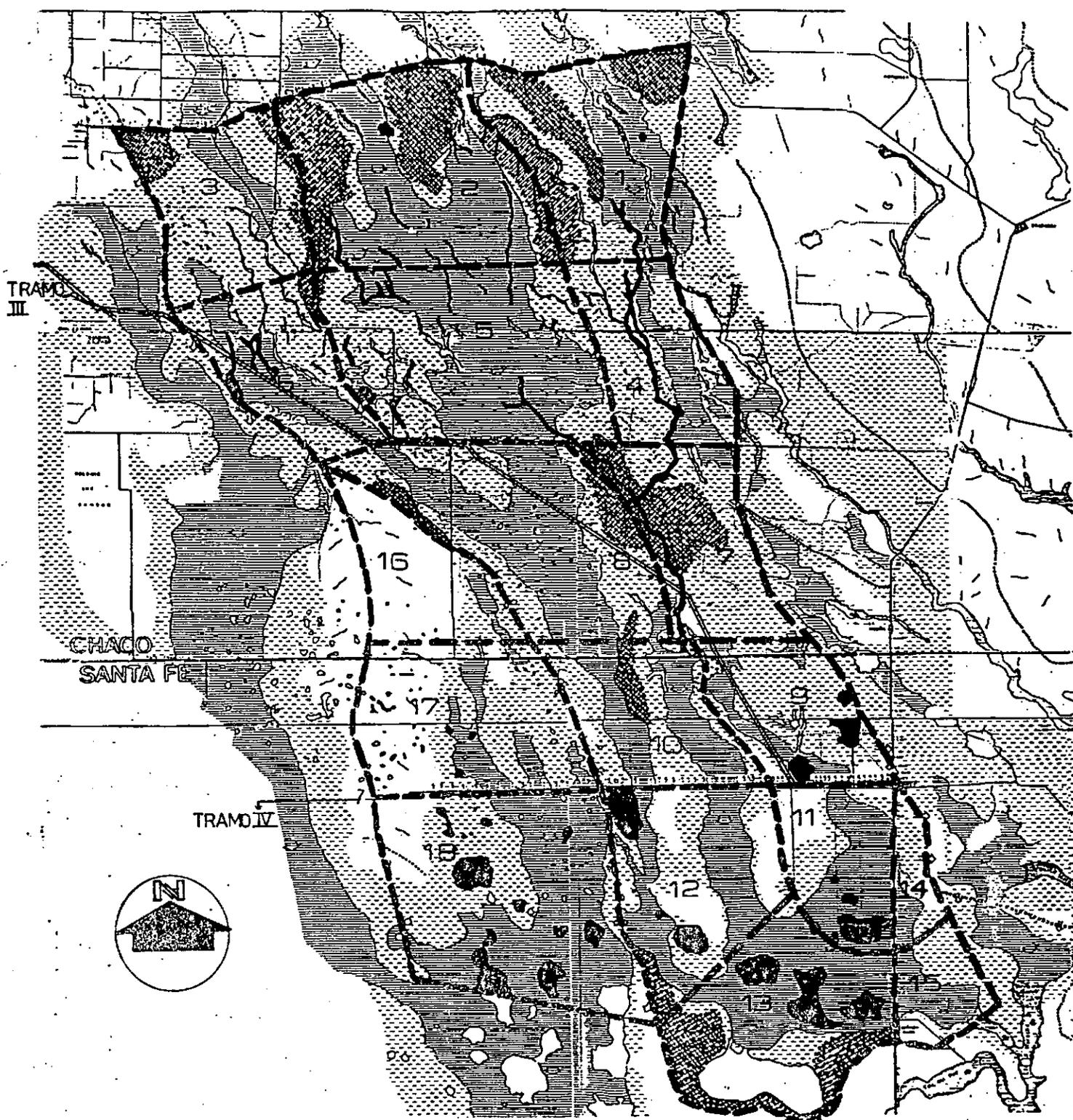
Se evaluaron las obras pertenecientes a la denominada "Línea Paraná", en secciones correspondientes a los Tramos III y IV. Sus trazas pueden verse en el Plano N° 2.

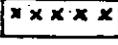
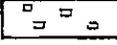
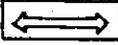
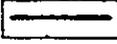
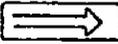
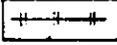
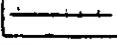
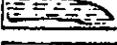
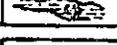
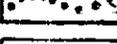
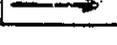
Los sistemas en estudio se constituyen en "áreas de paso" de las obras, ya que sus caudales de diseño están determinados por el saneamiento // de las áreas objeto de proyecto, constituidas por la dorsal agrícola chaqueña. Esta última, ubicada en el domo sobreelevado occidental, se caracteriza por / tener períodos de inundación más esporádicos y de menor duración. Por lo tan to se considera en general que, dada una inundación regional, el sistema de / canales entrará al área con el cupo de caudal completo mientras dure la inundación en las áreas de proyecto, saneando el área de este sistema en el pe- / ríodo medio a final de la inundación.

Las alternativas de obras evaluadas son:

- A: Tramo III con 15 m³/seg. en todo su recorrido.
- B: Tramo III con 15 m³/seg. y Tramo IV con 35 m³/seg.
- C: Tramo III con 15 m³/seg. y Tramo IV con 25 m³/seg.

Se considera que, cuando los canales funcionan con su caudal de /



- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|---|
|  | ZONA URBANIZADA |  | LINEA DE MAXIMA INDEPENDENCIA |
|  | CASERIO PARAJE |  | ZONA DE TRANSVASAMIENTO BIRIDECCIONAL |
|  | RUTA CAMINO IMPORTANTE |  | ZONA DE TRANSVASAMIENTO UNIDIRECCIONAL |
|  | SECCION DE ALCANTARILLADO Y SU LUZ |  | PLANICIE INUNDABLE Y SENTIDO DE ESCURRIMIENTO LAMINAR |
|  | VIA FERREA | | |
|  | AREA DEPRIMIDA |  | NIVEL I |
|  | NIVEL DE AMORTIGUACION I |  | NIVEL II |
|  | NIVEL DE AMORTIGUACION II |  | NIVEL III |
|  | PLANICIE SEMI INUNDABLE |  | NIVEL IV |
|  | CAÑADA | | |
|  | DIVISORIA DE AGUA | | |
|  | SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO PROVOCADO | | |

SISTEMA COCHEREK CAÑADA OMBU.

TRAZA DE LA OBRA

diseño, no introduce modificaciones significativas en el escurrimiento normal del área, con obras de cruce apropiadas. Por lo tanto, las variaciones en las transferencias se producen cuando éstos tienen capacidad de sanear el área // que atraviesan.

6.- Descripción de las inundaciones simuladas - Análisis de resultados

- Inundación de 1981:

Este evento fue de alcance regional y de prolongada duración, // afectando a la totalidad del sistema de los Bajos Submeridionales.

La "Dorsal Agrícola Chaqueña", tributaria de los canales proyectados en la "Línea Paraná", presentó picos en Febrero y Marzo, estimándose que en Mayo no se generaban escurrimientos superficiales de magnitud. En cambio, en las áreas bajas de los sistemas Cochereck-Cañada Ombú, los efectos de la // inundación se perciben hasta el mes de Agosto.

TABLA Nº 1

*** EVALUACION HIDROLOGICA DE LA INUNDACION DE 1981 ***

BALANCE MENSUAL PRECIPITACION-EVAPORACION										
MOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	-28.2	-31.7	-23.9	-26.9	-29.7	-29.7	-16.2	-27.2	-67.0	-26.7
O	3.8	-7.8	-16.0	-4.6	-11.4	-37.2	-8.1	-32.4	-72.7	-74.2
N	155.2	142.2	159.3	155.5	152.5	161.5	217.4	185.8	51.7	10.4
D	-26.7	-41.3	-35.7	-8.2	-29.9	-25.8	43.1	-21.3	-64.7	-28.9
E	44.4	79.3	70.6	39.6	45.6	75.9	106.1	90.4	10.4	23.1
F	262.0	348.2	390.0	365.7	361.8	378.2	391.0	378.8	144.4	180.3
M	22.0	64.4	59.7	-1.4	7.1	24.2	5.6	12.3	-6.6	8.0
A	82.3	88.2	123.8	89.0	79.8	67.6	57.0	44.6	30.5	45.6
M	89.4	96.1	35.8	89.8	79.7	9.0	44.9	14.5	111.9	63.8
J	-28.0	-24.5	-9.7	-25.2	-24.8	-27.1	-32.6	-30.2	-22.4	-23.2
J	-57.5	-54.8	-39.8	-59.1	-56.7	-47.8	-53.6	-49.1	-57.2	-45.7
MOD	11	12	13	14	15	16	17	18		
S	-14.9	-18.6	-11.3	-14.1	-13.5	-29.9	-17.3	-24.8		
O	-54.2	-68.5	-48.2	-52.1	-51.6	-46.3	-68.1	-69.6		
N	70.8	18.6	72.8	79.9	80.0	146.1	45.0	27.8		
D	-42.2	-30.4	-48.5	-37.9	-35.2	-23.9	-25.1	-27.6		
E	-0.7	29.0	52.7	-15.1	-12.8	74.5	39.9	46.7		
F	117.8	169.7	149.5	94.5	91.7	356.3	209.4	172.2		
M	-4.8	-1.6	-36.5	-10.6	-17.8	18.6	43.0	18.0		
A	34.2	45.6	41.3	34.5	36.9	54.3	52.5	48.9		
M	97.1	113.0	70.0	105.7	98.0	5.8	53.8	25.2		
J	-18.5	-24.0	-27.7	-18.0	-19.5	-30.2	34.8	-11.6		
J	-48.3	-45.4	-49.7	-48.9	-49.2	-48.6	-44.4	-46.5		

Las condiciones iniciales del nivel freático, se estimaron en / base a datos piezométricos esporádicos y al balance hídrico antecedente (Tabla N° 1), y luego se variaron en el período de ajuste: los valores resultantes son entre 1 y 0,3 m en las áreas bajas (módulos 9,10,11,12,13,14,15 y 18) y entre 2 y 3 m en el resto. La evolución de la precipitación fue la siguiente: con referencia a la tabla N° 1, puede verse allí que en general se produce un importante exceso en el mes de Febrero, del orden de los 350 mm en los módulos pertenecientes al Chaco y de alrededor de 150 mm en los Santafeños. En el mes de Marzo se equilibra el balance y en Abril y Mayo se reiteran los excesos con valores que van de 30 a 120 mm. Estos últimos definen la duración de la inundación.

En cuanto al evento real, en los gráficos N° 1,2,3,4 y 5 puede verse la aproximación lograda por la simulación tanto en los volúmenes estimados en superficie como a los caudales aforados en las secciones de las Rutas Provinciales N° 30 y 3.

En los gráficos N° 6 al 15 se han volcado los resultados de las 4 situaciones estudiadas. Estas fueron:

- * situación real: se simuló la inundación considerando al sistema hidrológico en las condiciones que presentaba en ese momento, sin el canal construido sobre tramo III;
- * situación futura, con obra construida completa sobre tramos III (alternativa A);
- * situación futura, con canales construida completa sobre tramos III y IV y / caudal de diseño total de 50 m³/s (alternativa B);
- * situación futura idem anterior pero con caudal total en canales de 40 m³/s. (alternativa C).

Las evaluaciones del impacto de las obras, se realizaron bajo la hipótesis de uso compartido de los canales con las áreas objeto de proyecto /

(Dorsal Agrícola Chaqueña) y con las de paso situadas agua arriba de este sistema.

Esto hace que el cupo de saneamiento del caudal de diseño sea cubierto en el período en que estas áreas permanezcan inundadas.

En el caso de la inundación de 1981, esta se produce en el período inicial y medio de la inundación.

La hipótesis de caudal entrante en (m³/s) por los canales para cada alternativa de obra fue:

ALTER.	TRAMO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
A	III	0 - 15	15	15 - 6	6 - 4	2 - 0	0
B	III	0 - 15	15	15 - 6	6 - 4	2 - 0	0
	IV	0 - 30	35	35	28 - 5	4 - 0	0
C	III	0 - 15	15	15 - 6	6 - 4	2 - 0	0
	IV	0 - 25	25	25	25 - 5	4 - 0	0

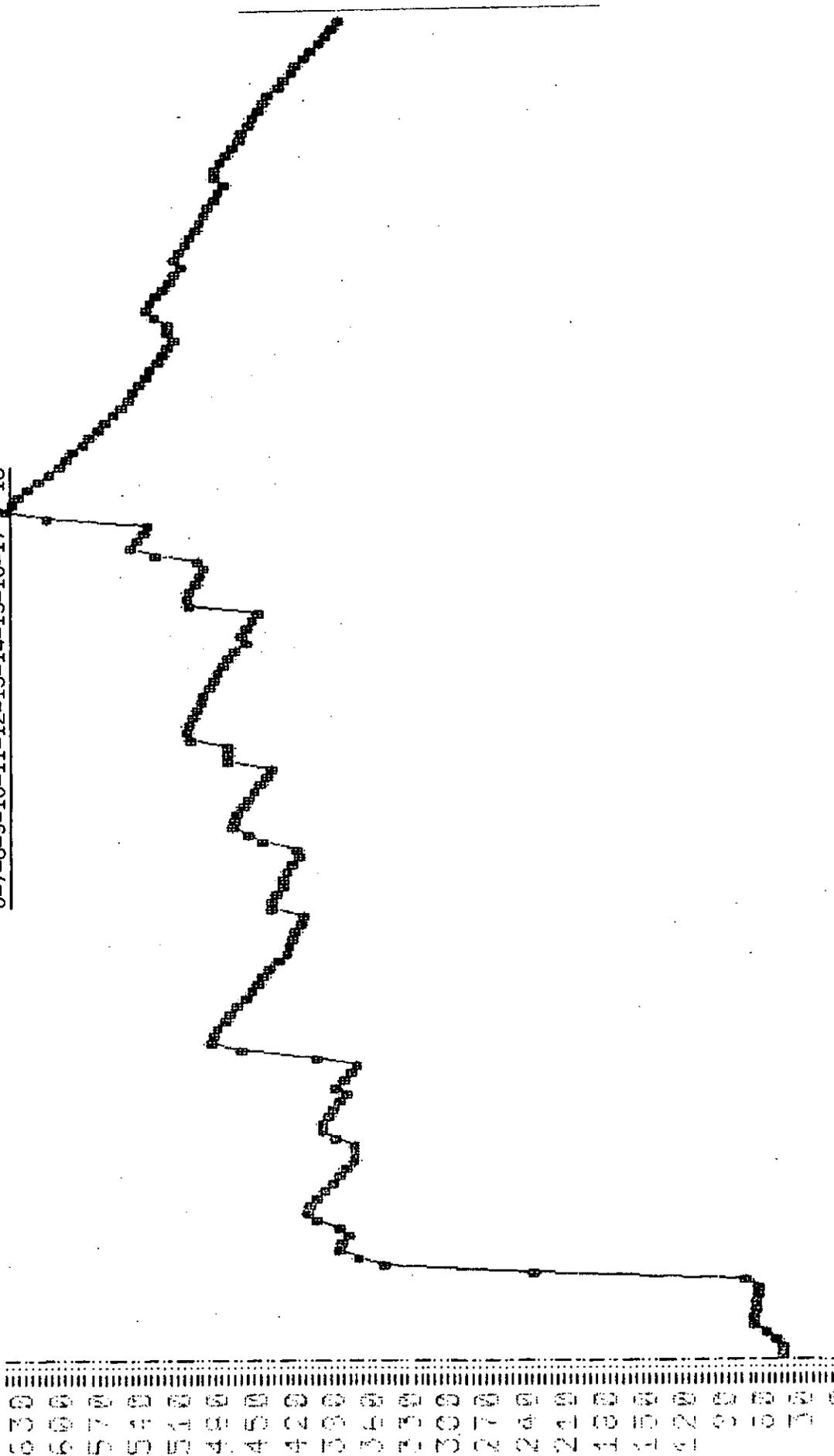
En el Gráfico N° 6 puede verse la evolución de los volúmenes acumulados en superficie en el área de influencia de los canales (módulos 6,7,8, / 9,10,11,12,13,14,15,16,17,18) para la situación natural. Allí queda reflejado el comienzo de la inundación a mediados de Febrero, y su mantenimiento hasta /

INUNDACION 1984
 EVOLUCION DEL VOLUMEN
 ACUMULADO EN SUPERFICIE

GRAFICO N° 6

SIMULACION DEL SUCESO REAL EN LOS MODULOS

6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18



13000
12000
11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0

7 45 25 55 45 55 55 75 85 95 400 432 445 459 474
 Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio

DIAS SIMULADOS

VOLUMEN DE INUNDACION EN M3

el 31 de Julio, con un pico del orden de los 630 hm³ producido por las lluvias de Mayo.

Los efectos del anegamiento se continúan en el mes de Agosto.

En el Gráfico N° 7 puede verse la comparación de los volúmenes de inundación que se espera se hubieran producido con las alternativas de obras A y B, en contraste con las que realmente se dieron. Esto es para el área de los módulos que aportan principalmente a la Cañada Ombú y que se ven afectados por las obras (módulos 6,7,8,9,10,11,12 y 13).

Puede verse que el impacto de saneamiento en ese área comienza a acentuarse en el mes de Mayo, donde los canales ya disponen de capacidad ociosa.

En el Gráfico N° 8, está representado el funcionamiento de los módulos 9 y 10, donde por su traza, las obras ejercen influencia directa. Allí puede verse el fuerte impacto que produce la alternativa B, reduciendo rápidamente el volumen en superficie desde el mes de Mayo.

En el Gráfico N° 9 está representada la influencia que ejercerá la alternativa B del esquema de obra sobre los escurrimientos a través de la Ruta Provincial N° 30 (tramo Los Amores-km 40). La importante disminución que se produce en estos caudales hará que, en el área de la Cañada Ombú (módulos 11,12 y 13) se verifique un amortiguamiento de la inundación, al desarrollarse la traza de las obras aguas arriba de esta zona (Gráfico N° 10). El efecto que produce la alternativa A en ese caso es mínima dentro del periodo analizado.

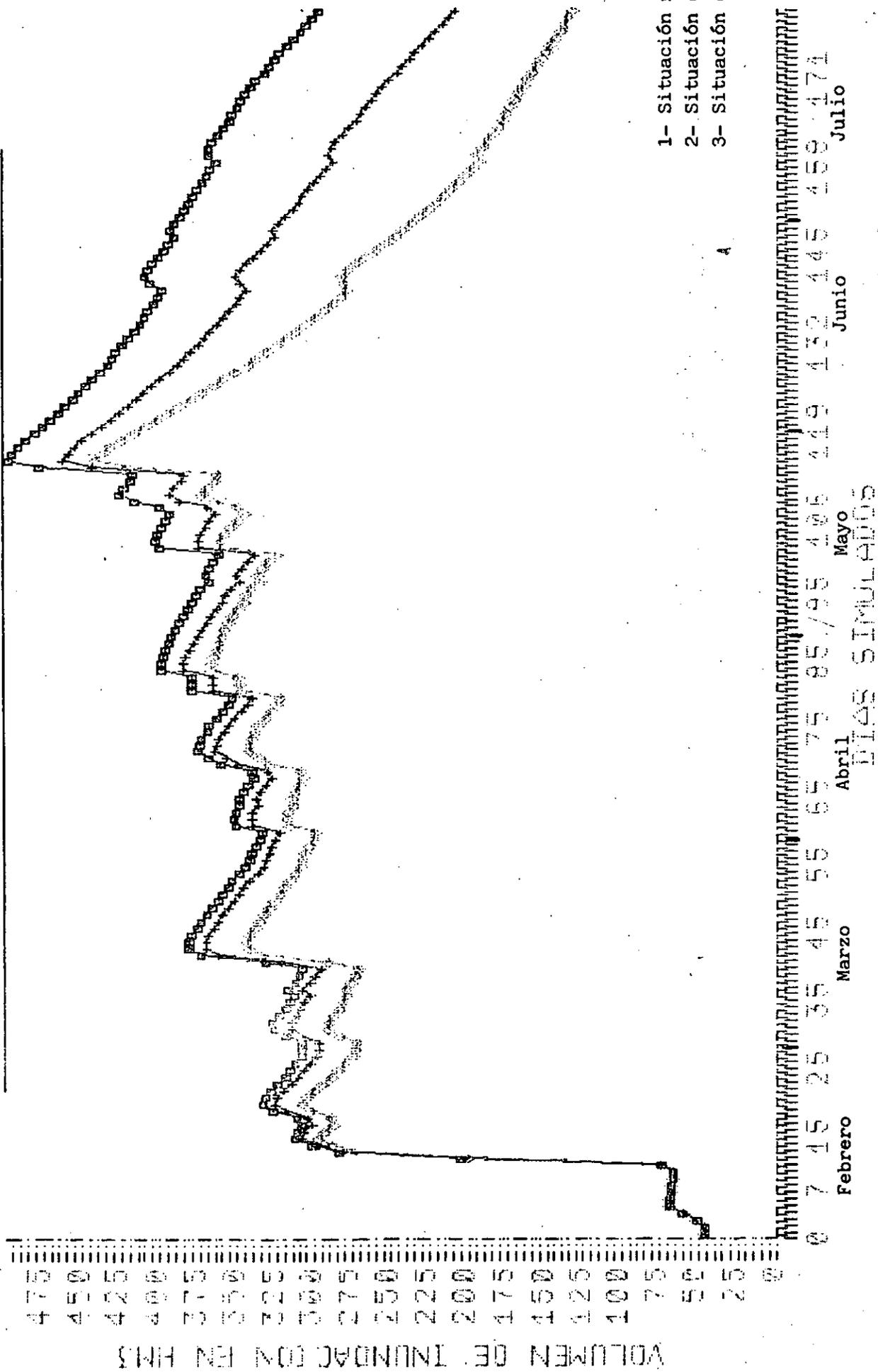
Esto queda evidenciado también en los escurrimientos evaluados en Cañada Ombú (Gráfico N° 11).

INUNDACION 1984

EVOLUCION DEL VOLUMEN
ACUMULADO EN SUPERFICIE

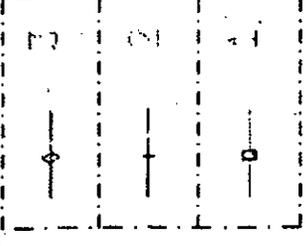
EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE OBRAS
COMPARACION DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS A Y B EN LOS MODULOS 6-7-8-9-10-11-12-13

GRAFICO N° 7



- 1- Situación natural.
- 2- Situación con alternat. A.
- 3- Situación con alternat. B.

VOLUMEN DE INUNDACION EN HMS



DIAS SIMULADOS

INUNDACION 1981
 EVOLUCION DEL VOLUMEN
 ACUMULADO EN SUPERFICIE

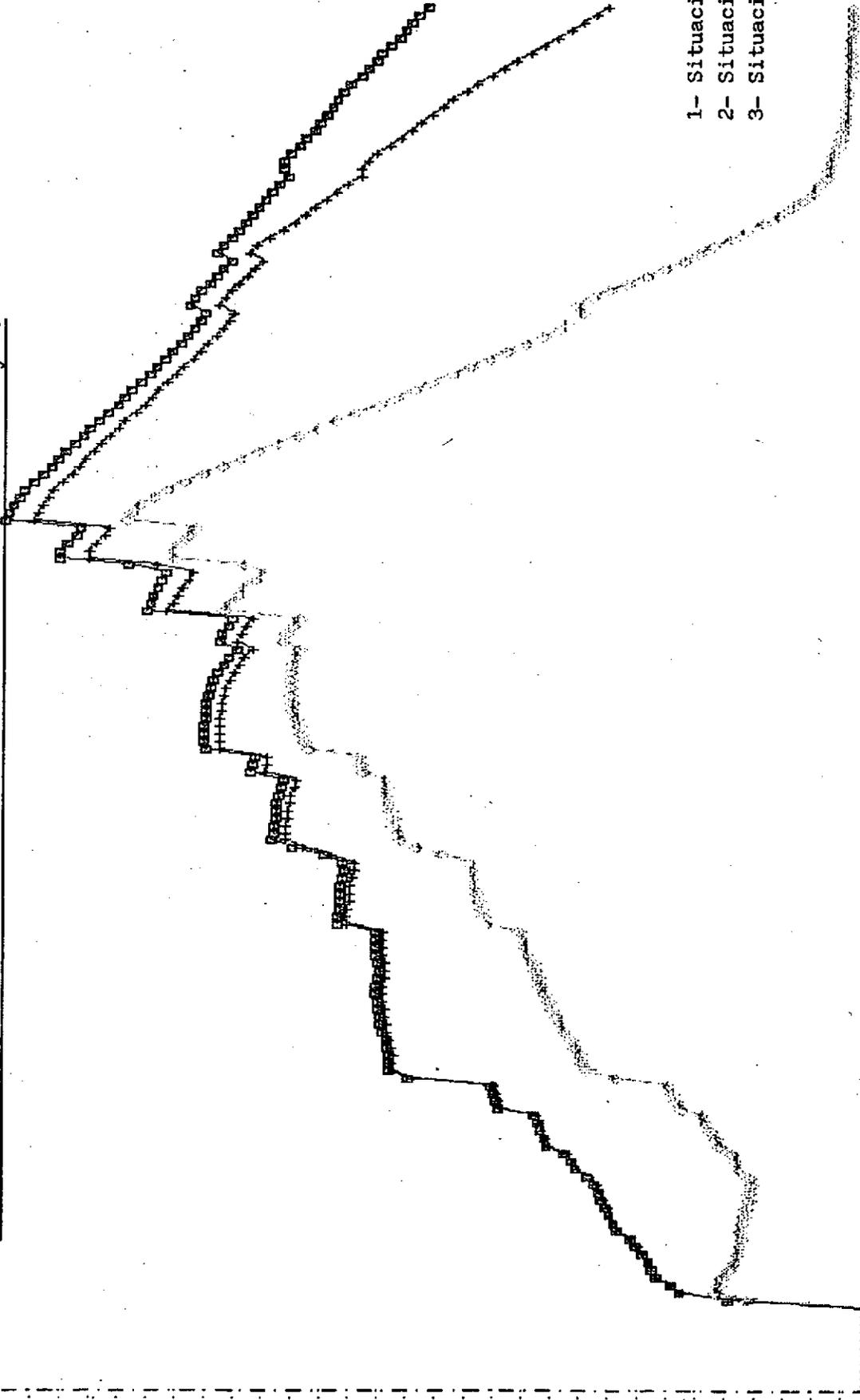
EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE CERAS

GRAFICO N° 8

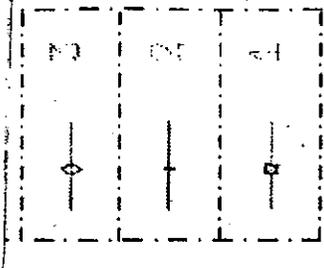
COMPARACION DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS A Y B EN LOS MODULOS 9 Y 10

VOLUMEN DE INUNDACION EN HRS

140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0



- 1- Situación natural.
- 2- Situación alternat.A.
- 3- Situación alternat.B.



0 7 15 25 35 45 55 65 75 85 / 95 106 119 132 145 158 171
 Febrero Abril Mayo Junio Julio

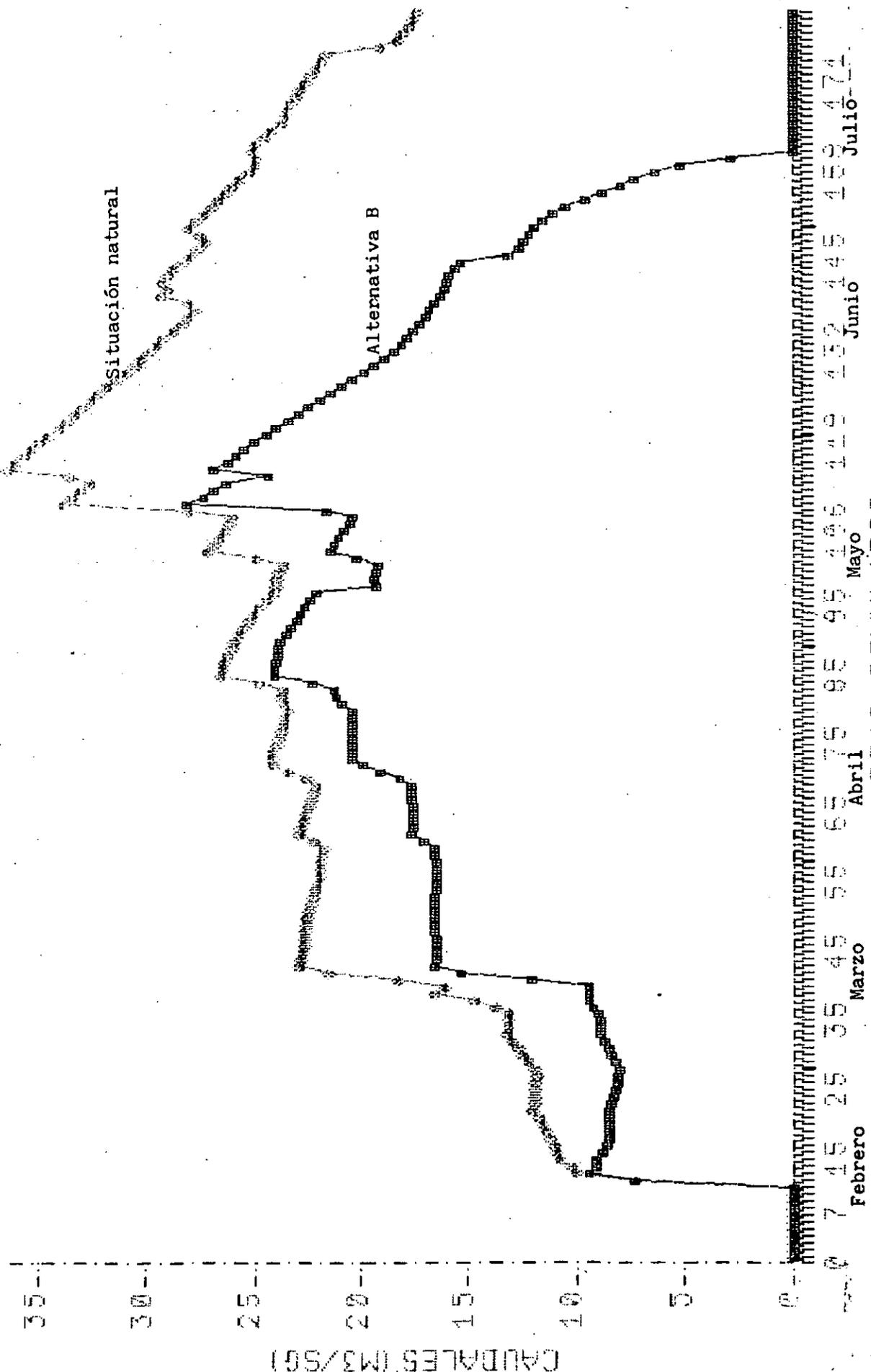
DIAS SIMULADOS

INUNDACION 1961
EVOLUCION DEL ESCURRIMIENTO

GRAFICO N° 9

CAUDALES SIMULADOS EN LA SECCION DE LA RUTA PROVINCIAL N° 30 (LOS AMORES-KM 40)

COMPARACION DEL IMPACTO DE LA ALTERNATIVA B



DIAS SIMULADOS

INUNDACION 1961

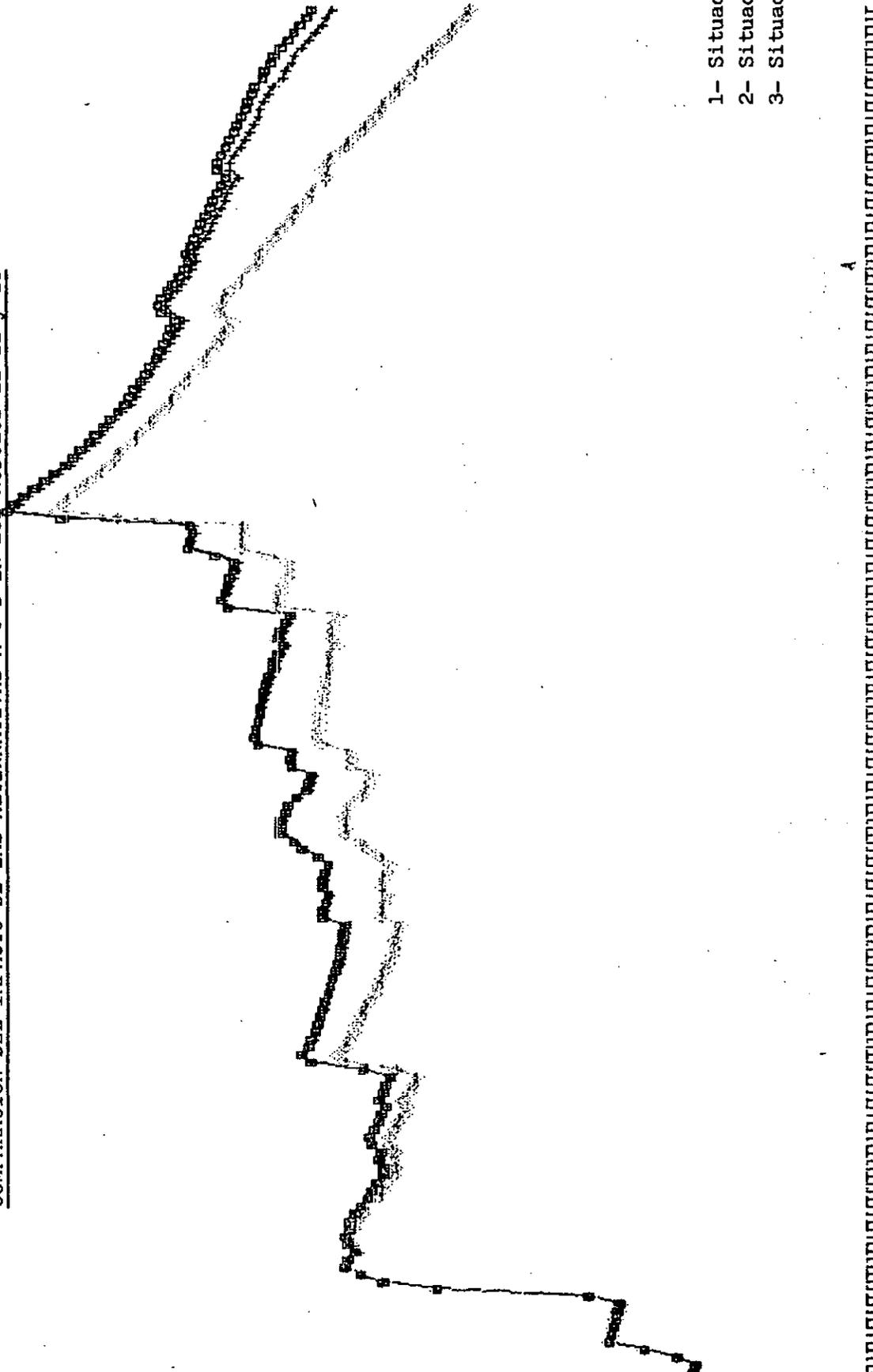
EVOLUCION DEL VOLUMEN ACUMULADO EN SUPERFICIE

EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE OBRAS

GRAFICO N° 10

COMPARACION DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS A Y B EN LOS MODULOS 11-12 Y 13

225
210
195
180
165
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0



—●—	1
—○—	2
—□—	3

- 1- Situación natural.
- 2- Situación alternat. A.
- 3- Situación alternat. B.

A

DIAS SIMULADOS

0 7 15 25 35 45 55 65 75 85 95 105 115 125 135 145 155 165 175 185 195 205 215 225

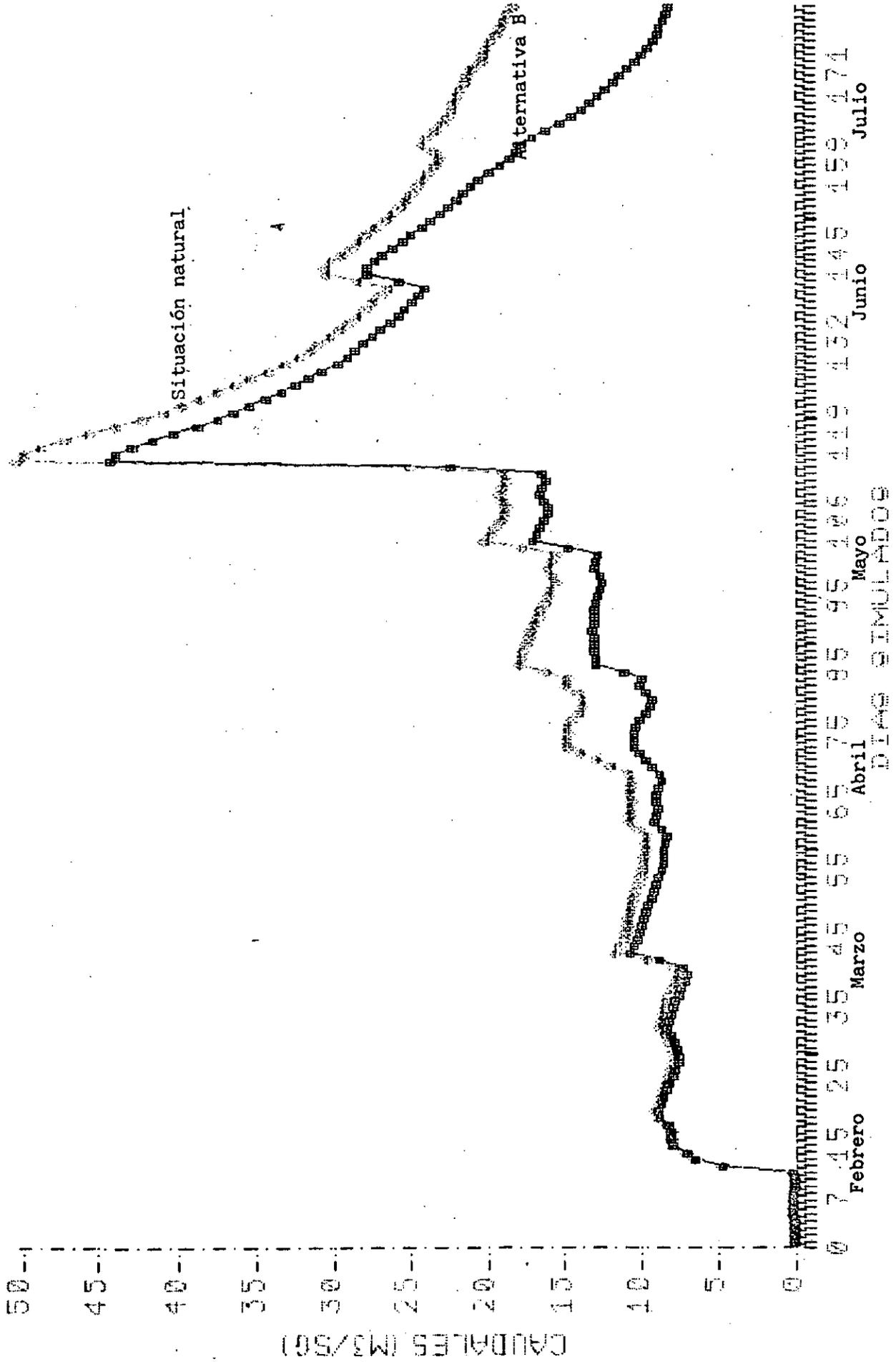
Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio

INUNDACION 1981
EVOLUCION DEL ESCURRIMIENTO

GRAFICO N° 11

CAUDALES SIMULADOS EN LA SECCION DE LA RUTA PROVINCIAL N° 3 (LOS AMORES-CDA. OMBU)

COMPARACION DEL IMPACTO DE LA ALTERNATIVA B

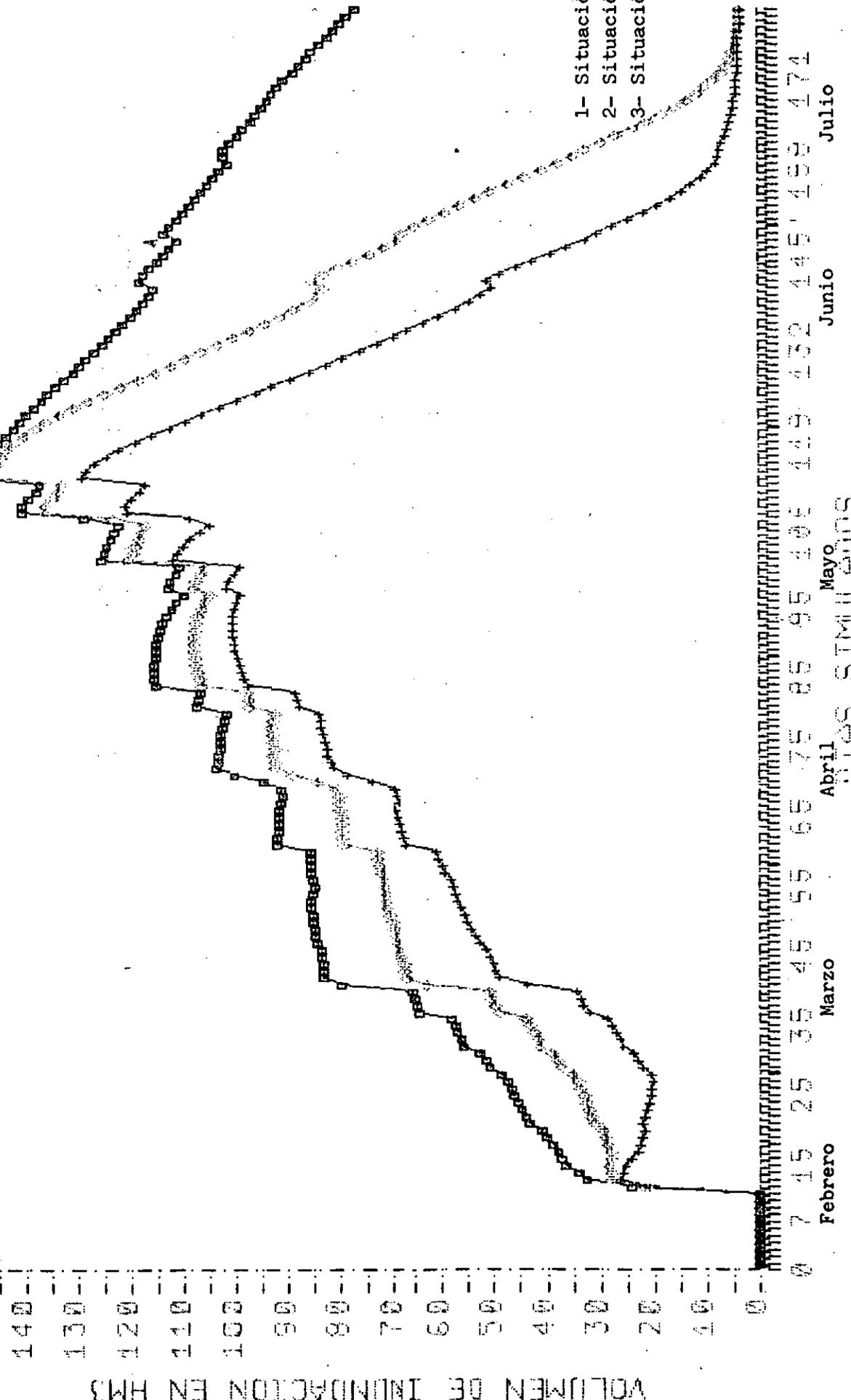


En los Gráficos N° 12,13,14, y 15 se aprecia el contraste de los resultados obtenidos con la alternativa C (que considera un caudal de diseño/ de 25 m³/s en el tramo IV). Aunque obviamente el impacto producido sobre el/ saneamiento es menor, el comportamiento tanto en la evolución de los volúme-/ nes acumulados en superficie como el de los escurrimientos, es similar al evi denciado en la evaluación de la alternativa B.

INUNDACION 1961
 EVOLUCION DEL VOLUMEN
 ACUMULADO EN SUPERFICIE
 EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE OBRAS

GRAFICO Nº 12

COMPARACION DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS B Y C EN LOS MODULOS 9 - 10



1	—
2	—
3	—

1- Situación natural.
 2- Situación alternat. B
 3- Situación alternat. C

Febrero 7 15 25 35 45 55 65 75 85 95 105 115 125 135 145 155 165 174
 Abril Mayo Junio Julio

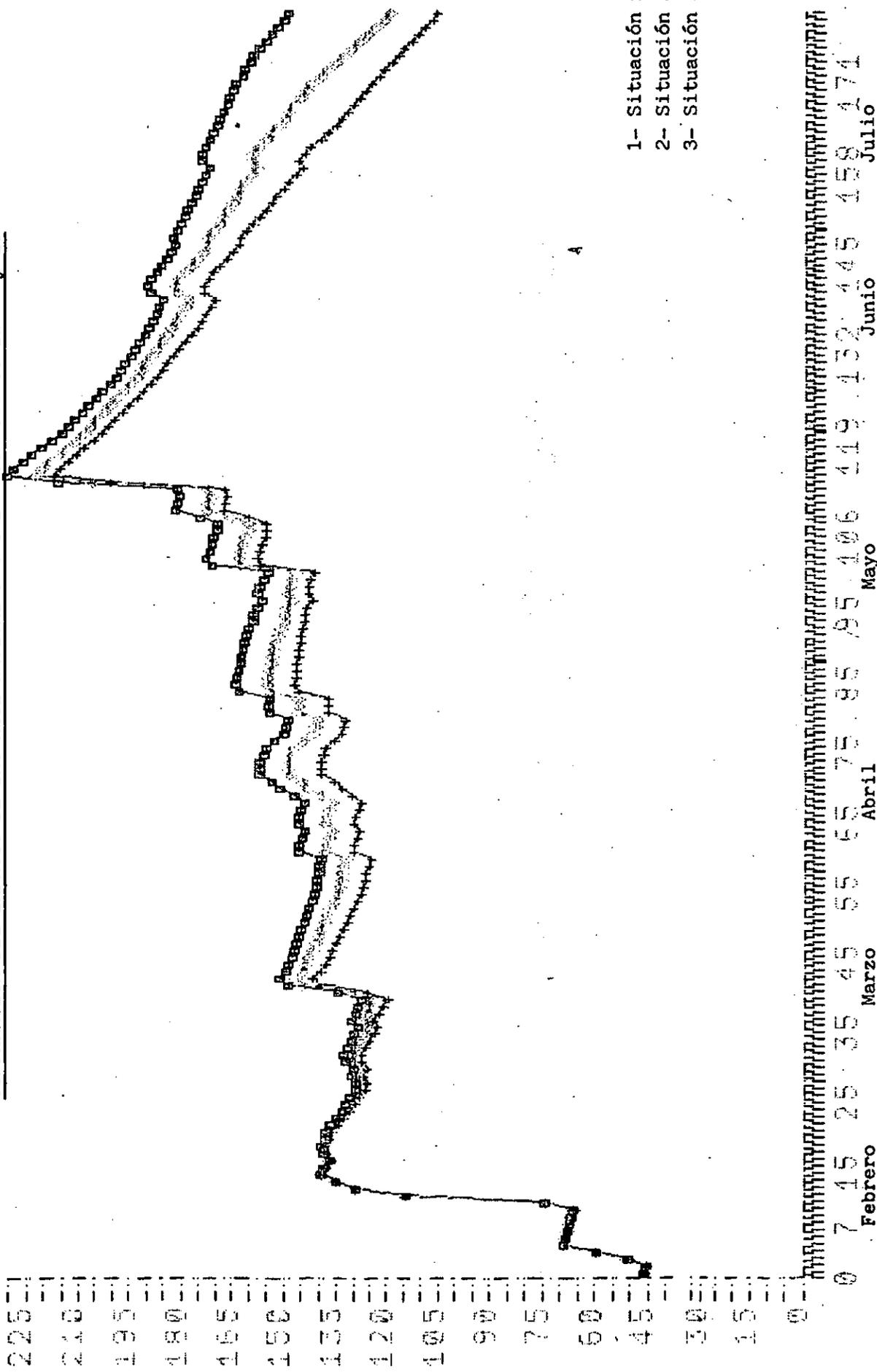
VOLUMEN DE INUNDACION EN HRS

INUNDACION 1961
 EVOLUCION DEL VOLUMEN
 ACUMULADO EN SUPERFICIE

EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE OBRAS

COMPARACION DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS B Y C EN LOS MODULOS 11-12 Y 13

GRAFICO N° 13



—	3
- - -	2
· · ·	1

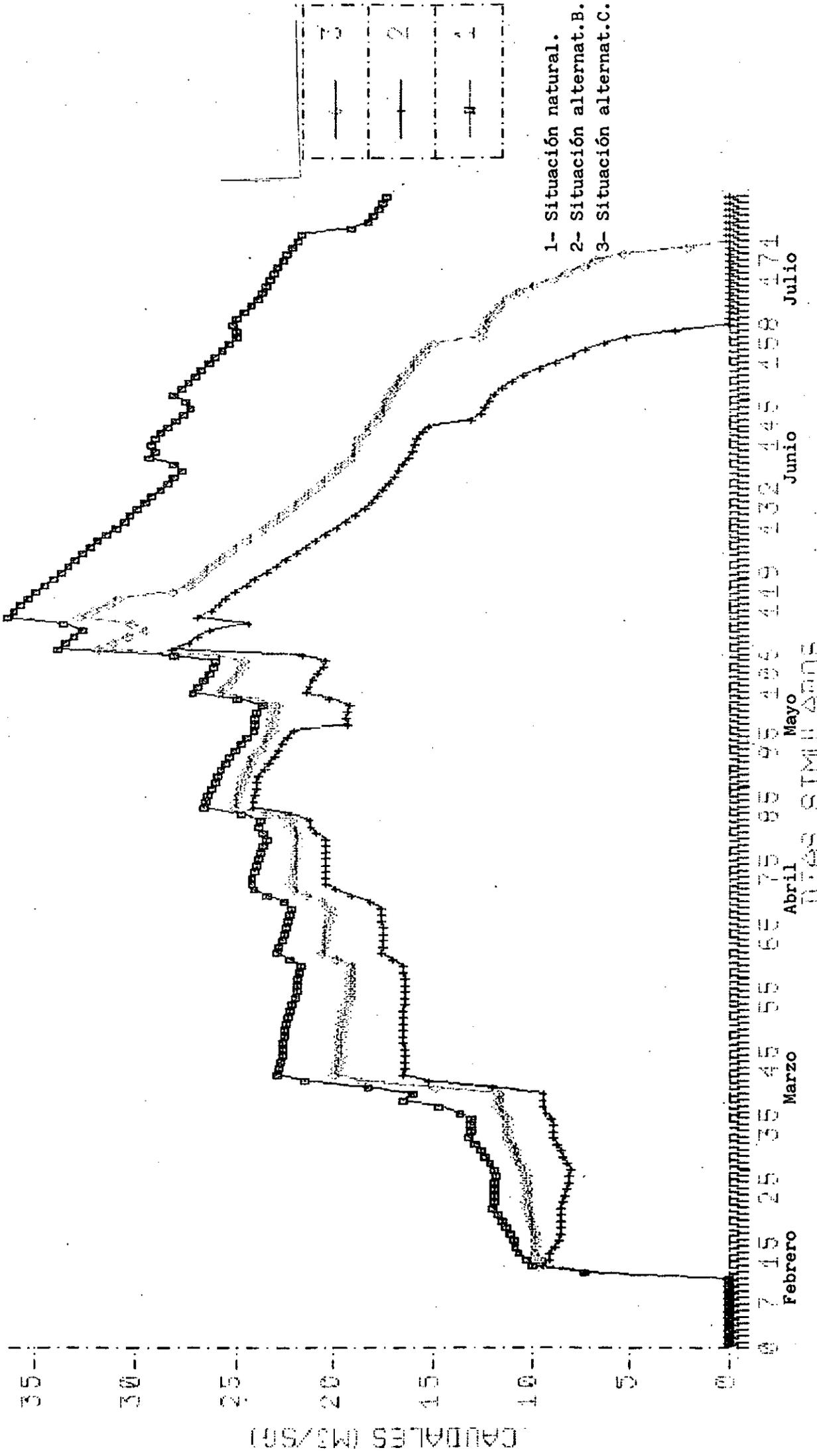
- 1- Situación natural.
- 2- Situación alternat. B
- 3- Situación alternat. C

0 7 15 25 35 45 55 65 75 85 95 106 119 132 145 158 171
 Febrero Abril Mayo Junio Julio
 DIAS SIMULADOS

VOLUMEN DE INUNDACION EN HMs

INUNDACION 1984
EVOLUCION DEL ESCURRIMIENTO

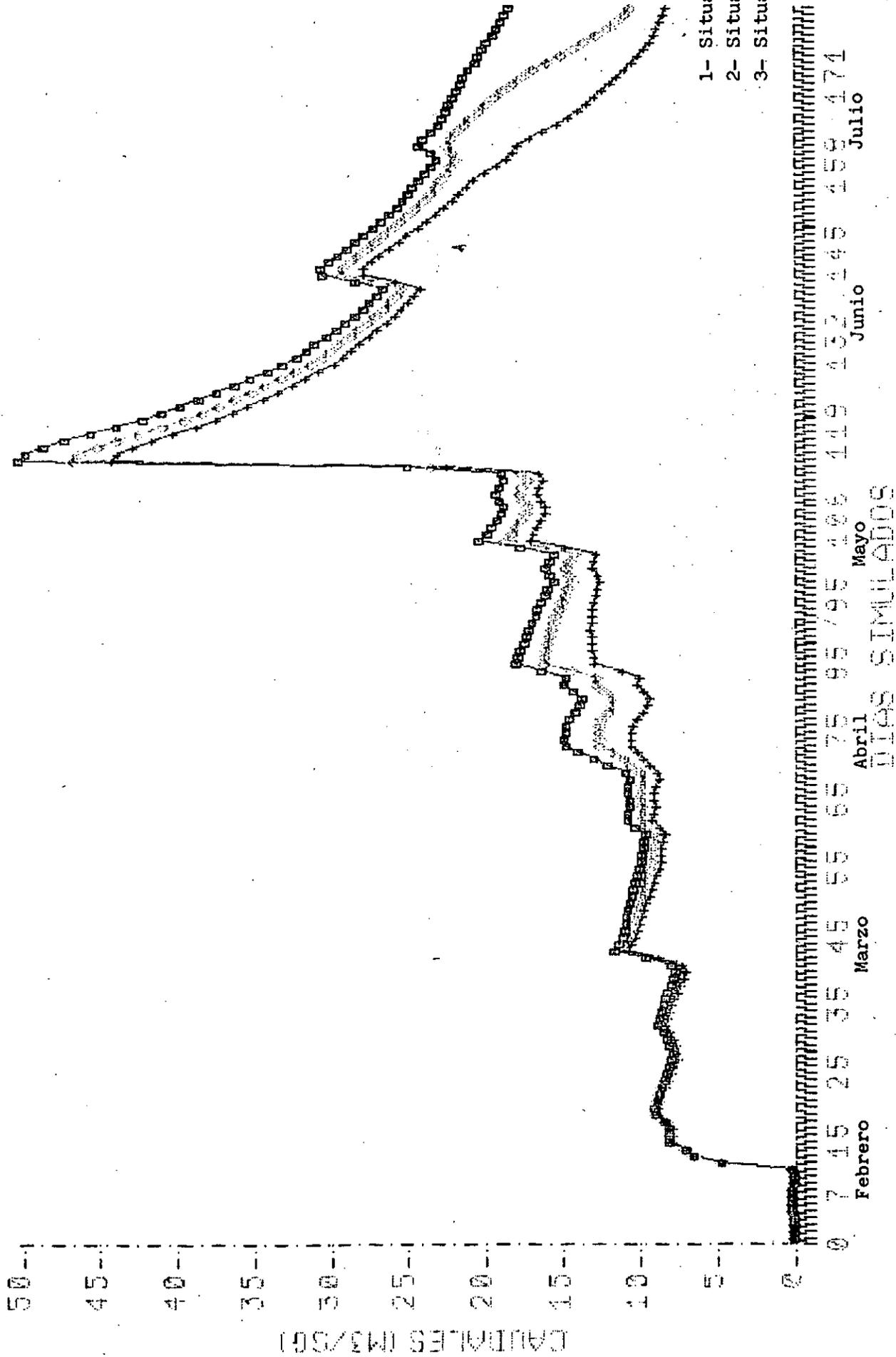
SIMULACION DE LOS CAUDALES EN LA SECCION DE LA RUTA PROV. N° 30 (LOS AMORES-KM40)



INUNDACION 1981 EVOLUCION DEL ESCURRIMIENTO

GRAFICO N° 15

SIMULACION DE LOS CAUDALES EN LA SECCION DE LA RUTA PROVINCIAL N° 3 (LOS AMORES - CAÑADA OMBU)



DIAS SIMULADOS

Marzo

Febrero

Abril

Mayo

Junio

Julio

474 459 445 432 419 149

- Inundación de 1988

En los meses de Marzo y Abril se producen lluvias irtensas, principalmente en el área chaqueña de este sistema. Puede verse en la Tabla N° 2 el balance entre precipitación y evaporación estimada para este período, con valores de hasta 194 mm en Marzo y de 190 mm en Abril.

TABLA N° 2

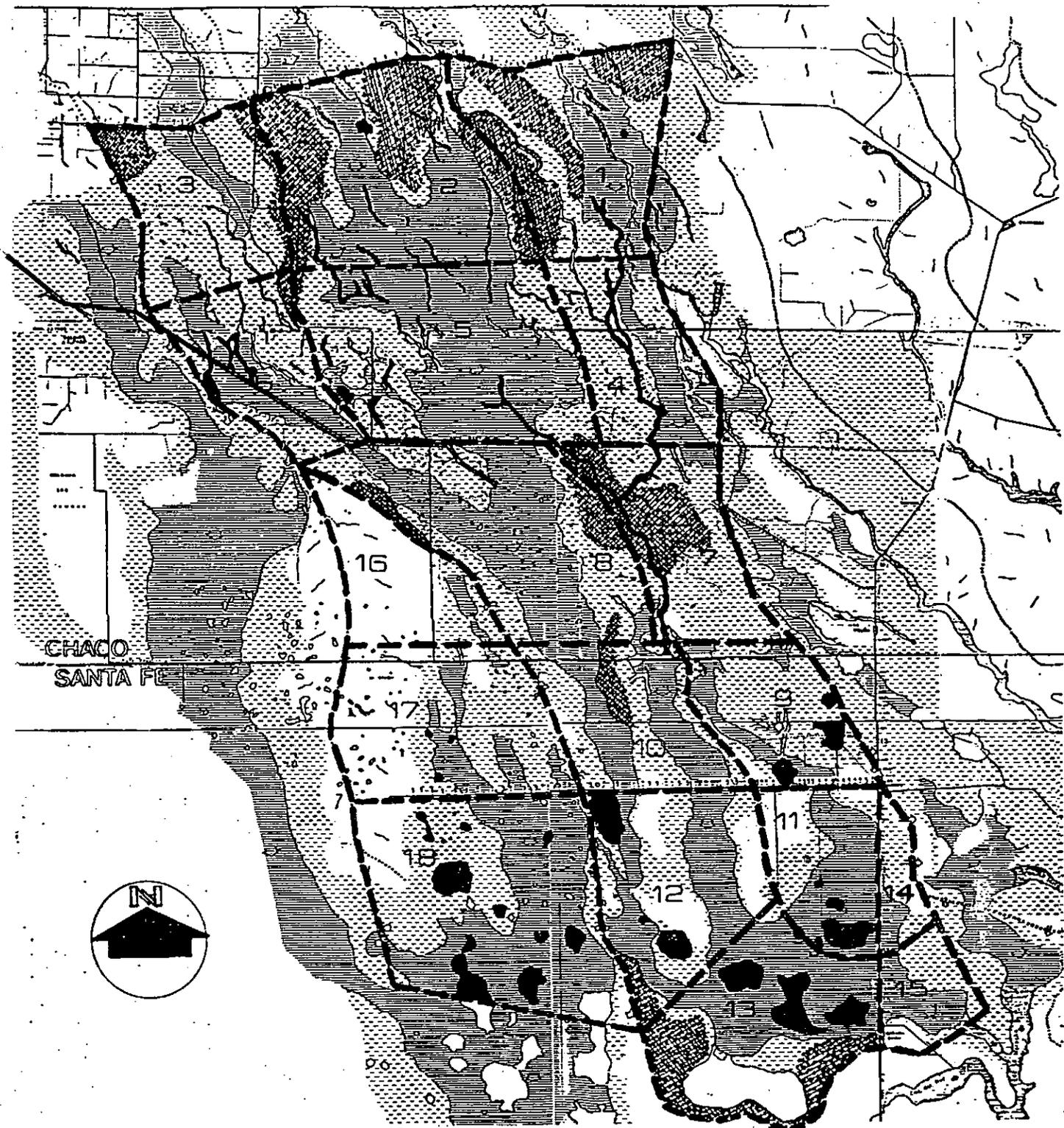
*** EVALUACION HIDROLOGICA DE LA INUNDACION DE 1988 ***

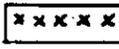
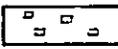
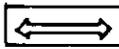
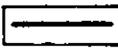
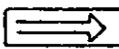
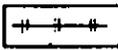
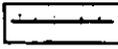
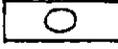
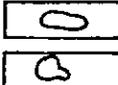
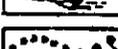
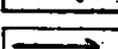
		BALANCE MENSUAL PRECIPITACION-EVAPORACION									
	MOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marzo	1	127.0	171.1	194.2	147.8	167.7	140.2	168.6	124.6	32.9	32.0
Abril	2	133.9	151.1	92.1	161.3	167.1	89.3	190.3	101.7	128.0	145.0
Mayo	3	-56.1	-46.3	-44.7	-52.5	-59.1	-58.3	-27.0	-56.1	-50.1	2.0
	MOD	11	12	13	14	15	16	17	18		
Marzo	1	-37.9	-27.9	-24.9	2.8	-25.5	-38.6	61.0	-24.6		
Abril	2	159.0	144.6	96.5	163.0	126.8	103.5	171.4	94.4		
Mayo	3	-55.8	-46.0	-44.4	-52.2	-58.8	-58.0	-26.7	-55.8		

Esta situación se agrava considerablemente por la influencia del canal actualmente en funcionamiento y que está construido sobre la traza del Tramo III, finalizando sobre campos cercanos al cauce del Cochereck, (ver Plano N° 3). En este caso, los aportes exteriores (generados fuera del área estudiada) que introduce el canal son pequeños. Estos no superan los 3 m³/sg., durante el período Marzo, Abril y Mayo considerados. Esto se debe a que se trata de un evento localizado principalmente en el área del Cochereck.

El gran incremento en el estado de inundación en las áreas situadas al S y SE del canal se produce principalmente por:

- * la condición de humedad inicial a la ocurrencia de la lluvia, que fue la de inundación en manto por el aporte de agua continuo en el tiempo que produce el canal. Esto pudo comprobarse en los vuelos efectuados en ese momento, en donde se observó la presencia de vegetación acuática flotante (tipo repolli-



- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|---|
|  | ZONA URBANIZADA |  | LINEA DE MAXIMA INDEPENDENCIA |
|  | CASERIO PARAJE |  | ZONA DE TRANSVASAMIENTO BIRIDECIONAL |
|  | RUTA CAMINO IMPORTANTE |  | ZONA DE TRANSVASAMIENTO UNIDIRECCIONAL |
|  | SECCION DE ALCANTARILLADO Y SU LUZ |  | PLANICIE INUNDABLE Y SENTIDO DE ESCURRIMIENTO LAMINAR |
|  | VIA FERREA |  | NIVEL I |
|  | AREA DEPRIMIDA |  | NIVEL II |
|  | NIVEL DE AMORTIGUACION I |  | NIVEL III |
|  | NIVEL DE AMORTIGUACION II |  | NIVEL IV |
|  | PLANICIE SEMI INUNDABLE | | |
|  | CAÑADA | | |
|  | DIVISORIA DE AGUA | | |
|  | SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO PROVOCADO | | |

SISTEMA COCHEREK CAÑADA OMBU.

TRAZA DEL CANAL CONSTRUIDO SOBRE TRAMO III.

to) en extensas superficies, aguas abajo de dicho emisario;

* el aceleramiento del drenaje en el módulo 6 del área de estudio.

Con el conjunto de parámetros calibrados para el evento de 1981, se simuló en primer lugar el período Marzo, Abril y Mayo del corriente año en las condiciones actuales. El nivel freático inicial se estimó en base a las referencias de productores del área, lo mismo que el grado de anegamiento que presentaba el área el día 1 de Marzo, en los módulos de mayor impacto (por los aportes del mencionado canal). En base a mediciones y referencias se estimaron también las condiciones de borde en la Ruta Provincial N° 89 y los // caudales externos al sistema ingresados por el canal.

Los resultados obtenidos en la simulación se contrastaron con los caudales observados en dicha obra, en su tramo final; por un aforo realizado/ a lo largo de la Ruta Provincial N° 30 y por observaciones en los vuelos, co- tejados con el mapa de niveles de inundación. La aproximación lograda al su- ceso real se considera suficiente.

Puede verse en el Gráfico N° 19 que el valor aforado es algo su- perior al simulado para ese día. En el caso de los caudales calculados en el canal, a la salida del módulo 6 (Tabla N° 3) se aproxima a las erogaciones es- timadas por referencias en la zona. El valor aforado en ese punto de ($4\text{m}^3/\text{s}$ / el día 6 de Mayo) se produce en la simulación con un atraso de 4 días.

Para este evento de 1988, se evaluó la influencia en el área de la alternativa de obras A y B (ver punto 5 del presente informe). Por otra par- te, se estudio cual hubiera sido la situación en el caso que no hubiera estado construido el canal sobre el tramo III, a los fines de evaluar el perjuicio // que el mismo ocasiona.

Para el caso de la evaluación de las alternativas A y B se supusie- ron los siguientes caudales de entrada en los canales:

INUNDACION MARZO - MAYO 1988

SISTEMA COCHERECK - CAÑADA OMBU

Caudales simulados en el canal en el punto de salida del
módulo 6 (m3/s)

Marzo			Abril			Mayo		
N	C	l	N	C	l	N	C	l
1	0.0		1	9.25		1	11.74	
2	0.0		2	11.86		2	11.56	
3	0.0		3	10.97		3	10.39	
4	0.0		4	10.12		4	9.51	
5	0.0		5	9.31		5	8.44	
6	0.0		6	8.56		6	7.48	
7	0.0		7	7.92		7	6.62	
8	0.0		8	7.96		8	5.70	
9	0.0		9	7.30		9	4.75	
10	0.0		10	6.70		10	4.24	
11	0.0		11	7.21		11	3.74	
12	1.00		12	6.62		12	3.24	
13	1.00		13	6.19		13	2.82	
14	2.00		14	5.82		14	2.53	
15	2.00		15	5.56		15	2.29	
16	11.06		16	5.19		16	2.09	
17	10.08		17	4.99		17	1.94	
18	11.74		18	4.83		18	1.82	
19	12.69		19	4.70		19	1.71	
20	11.69		20	4.50		20	1.67	
21	10.71		21	4.05		21	1.71	
22	9.80		22	3.97		22	1.62	
23	8.91		23	3.80		23	1.48	
24	8.13		24	6.17		24	1.40	
25	7.34		25	8.91		25	1.53	
26	6.52		26	15.00		26	1.62	
27	5.88		27	15.00		27	1.76	
28	5.30		28	15.00		28	1.72	
29	5.44		29	14.34		29	1.67	
30	5.99		30	13.28		30	1.57	
31	5.54					31	1.47	
VDT	12.34		VDT	21.17				
EN HM3			EN HM3					

Altern.	Tramo	Marzo	Abril	Mayo
A	III	0 - 3	3 - 1,4	1,3 - 0
B	III	0 - 3	3 - 1,4	1,3 - 0
	IV	0 - 2	2 - 0,4	0

En los Gráficos N° 16,17,18,19 y 20 se presenta los resultados obtenidos en la referente a los volúmenes de inundación superficial y a escu- / rrimientos.

Las curvas 1,2,3 y 4 corresponden a:

- curva 1: situación real ocurrida, con la influencia del canal construido.
- curva 2: situación que se hubiera producido en el sistema natural sin ca- / nal.
- curva 3: situación que se hubiera producido en caso de que el canal sobre / tramo III se hubiera finalizado, extendiéndose hacia afuera del / área (alternativa A).
- curva 4: situación con las obras de la alternativa B (tramo III y IV).

En el Gráfico N° 16 solo se ha representado los resultados de la / simulación de la situación actual real y la que hubiera sucedido en caso de / que no hubiera estado construido el canal. Esto es sobre la totalidad del á- / rea en donde el mismo ejerce mayor influencia dentro del sistema considerado / (módulos 6,7,8,9,10,11,12,13,14 y 15).

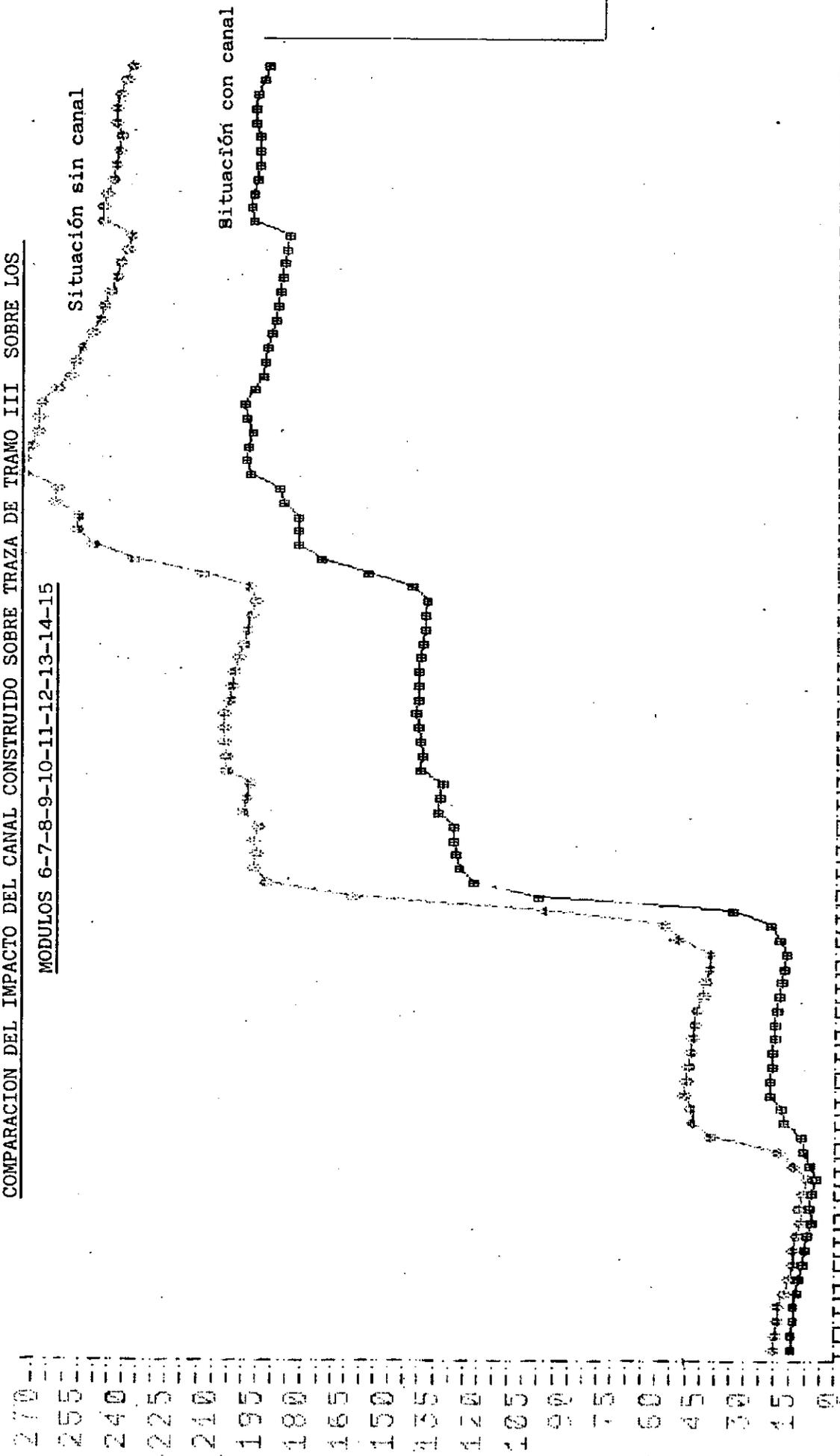
Allí puede verse globalmente el agravamiento de la situación de / inundación que produce el canal.

INUNDACION 1968
 EVOLUCION DEL VOLUMEN
 ACUMULADO EN SUPERFICIE

EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE OBRAS
 COMPARACION DEL IMPACTO DEL CANAL CONSTRUIDO SOBRE TRAZA DE TRAMO III SOBRE LOS

GRAFICO N° 16

MODULOS 6-7-8-9-10-11-12-13-14-15



VOLUMEN DE INUNDACION EN H.M.S.

0 4 8 12 17 22 27 32 37 42 47 52 57 62 67 72 77 82 87 92

Mayo

Abril

Marzo

DIAS SIMULADOS

En el Gráfico N° 17 se representan los resultados de las 4 simulaciones para los módulos 9 y 10, que es el área santafesina más directamente afectada. Puede apreciarse allí el gran impacto de los tramos III y IV (alternativa B), que prácticamente anulan la situación de inundación. Este es el típico caso de un fenómeno que se dio localizado en este área, lo que sucede con // bastante frecuencia.

En el Gráfico N° 18 se sintetizan lo obtenido para los módulos 11, 12 y 13 (área de Cañada Ombú). El impacto mayor que se observa se explica por la gran disminución en los escurrimientos a través de la Ruta Prov. N° 30 (ver/ Gráfico N° 19), tanto para la situación sin canal como para la de las obras futuras (alternativas A y B). Esto es así dada las características de funcionamiento de las transferencia en superficie, ya que recién a partir de la generación de un cierto tirante de agua, los escurrimientos adquieren valores apreciables.

En el Gráfico N° 19 están representadas también todas las simulaciones. Para el caso de la alternativa B, los caudales hacia el Sur de la Ruta // Prov. N° 30 se anulan debido a la capacidad del canal de captar los escurrimientos en este evento.

Para el caso de la sección de Cañada Ombú (Gráfico N° 20) sucede lo mismo. La presencia del canal sobre tramo IV anula la inundación en ese área, que en este caso se produce principalmente por los escurrimientos provenientes/ del sistema Cochereck.

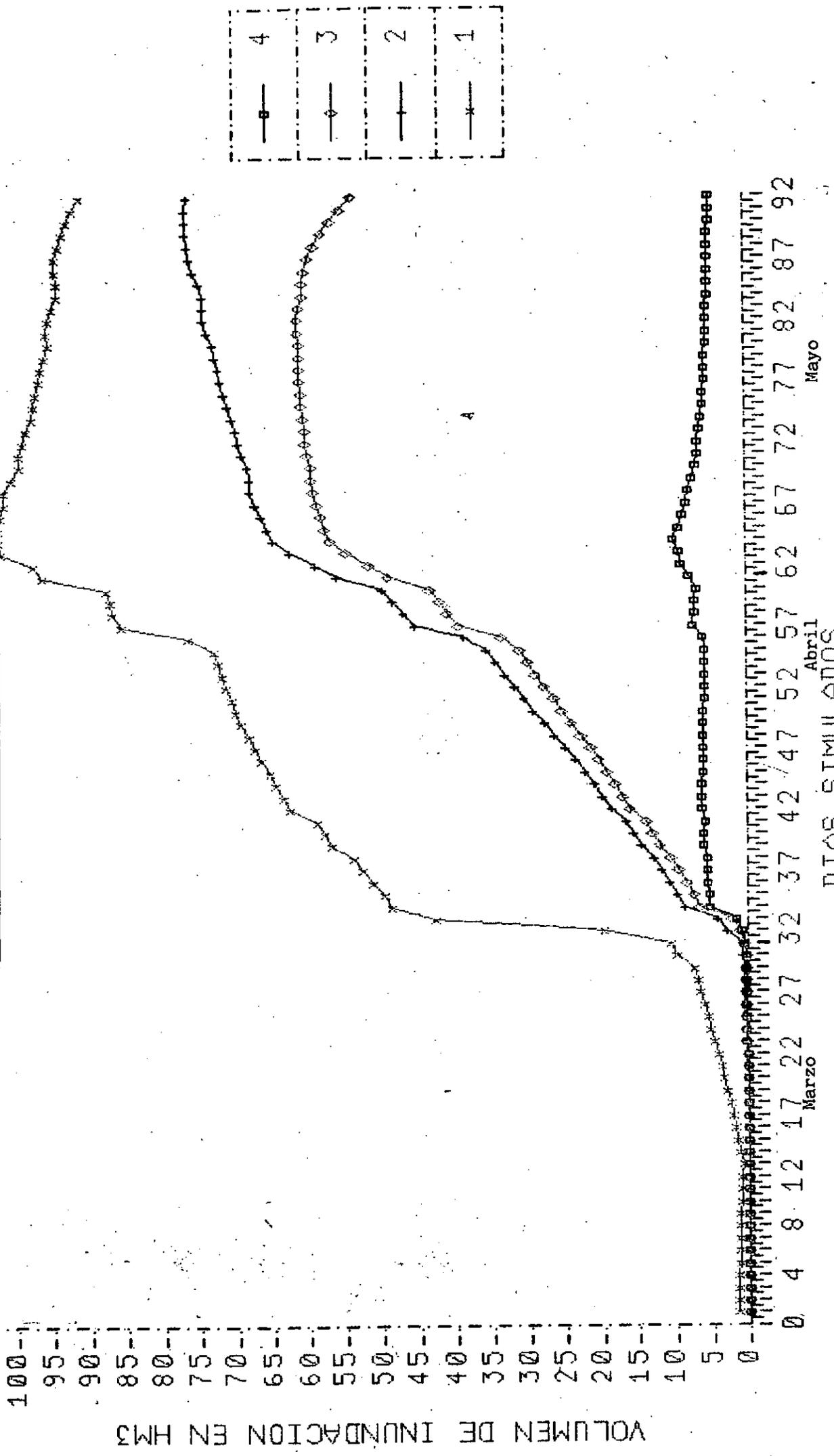
INUNDACION 1988

EVOLUCION DEL VOLUMEN
ACUMULADO EN SUPERFICIE

EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE OBRAS

GRAFICO N° 17

AREA DE LOS MODULOS 9 y 10



VOLUMEN DE INUNDACION EN HM3

100-
95-
90-
85-
80-
75-
70-
65-
60-
55-
50-
45-
40-
35-
30-
25-
20-
15-
10-
5-
0

0 4 8 12 17 22 27 32 37 42 47 52 57 62 67 72 77 82 87 92

Marzo Abril Mayo

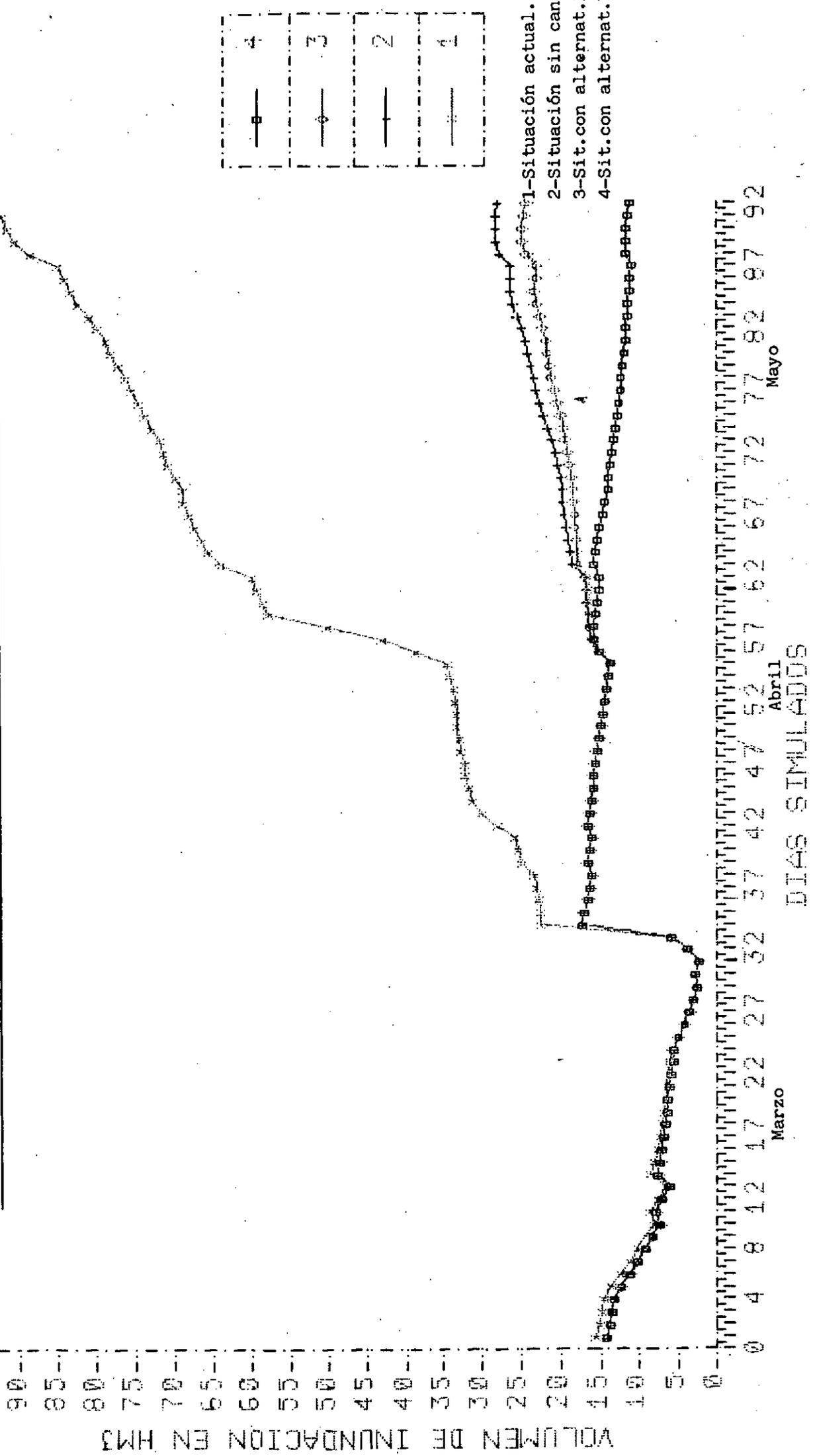
DIAS SIMULADOS

—■—	4
—●—	3
—▲—	2
—×—	1

INUNDACION 1988
 EVOLUCION DEL VOLUMEN
 ACUMULADO EN SUPERFICIE
 EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE CERAS

GRAFICO N° 18

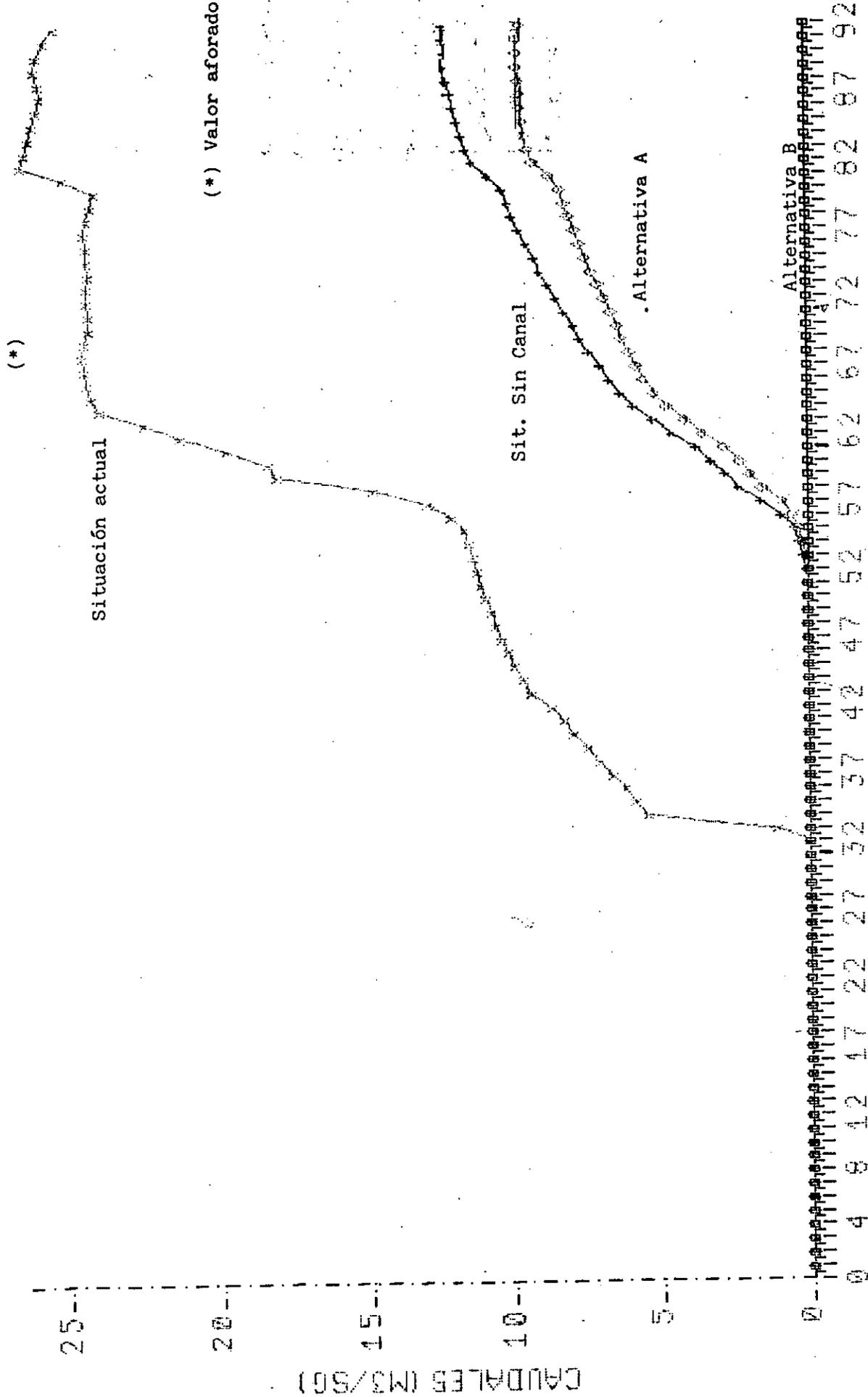
COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO DE LAS SITUACIONES EVALUADAS SOBRE LOS MODULOS 11-12-13



INUNDACION 1988 EVOLUCION DEL ESCURRIMIENTO

GRAFICO N° 19

CAUDALES SIMULADOS EN LA SECCION RUTA PROVINCIAL N° 30 (LOS AMORES-KM 40)



Mayo

Abril

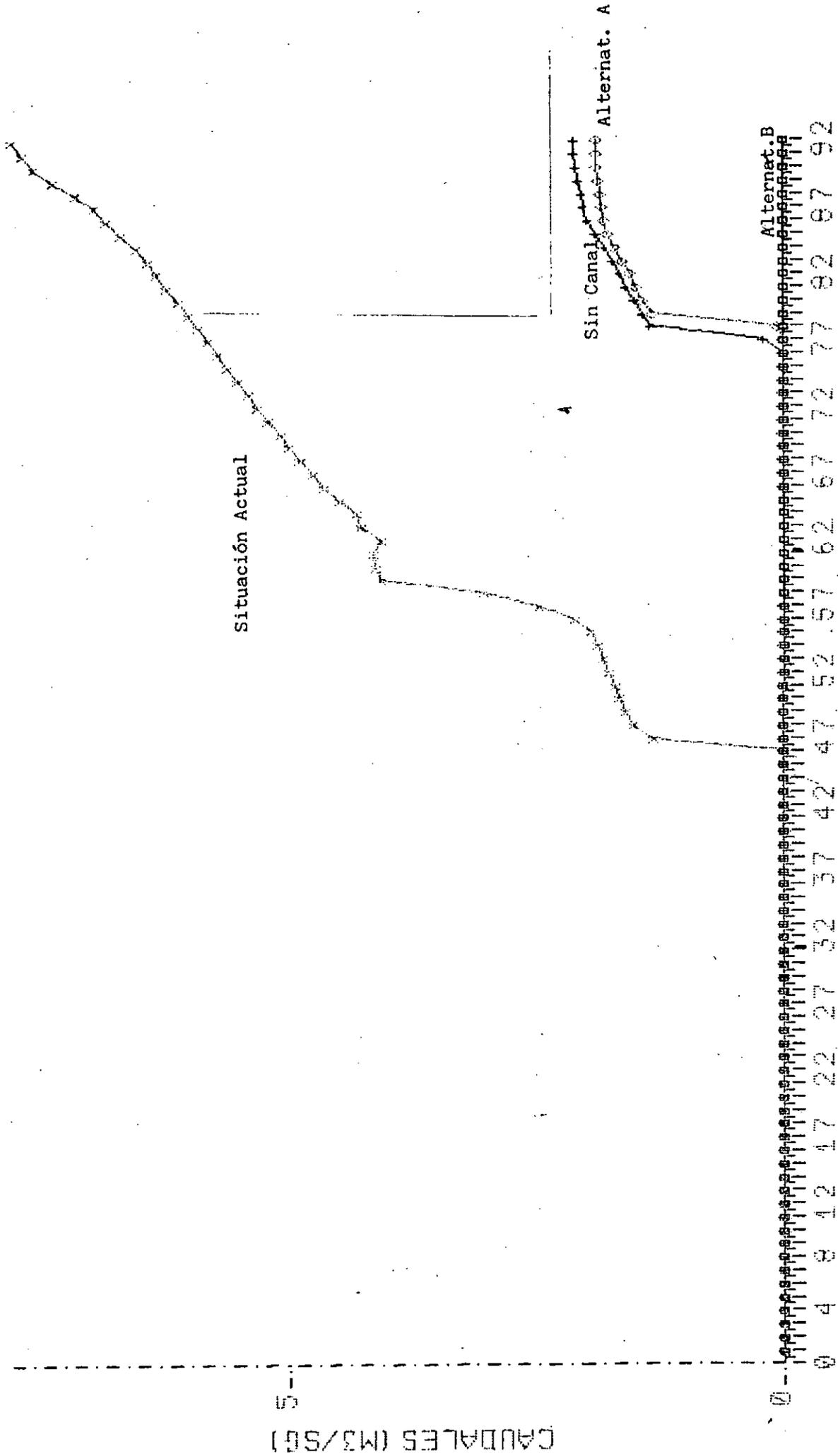
Marzo

DIAS SIMULADOS

INUNDACION 1988
EVOLUCION DEL ESCURRIMIENTO

GRAFICO N° 20

CAUDALES SIMULADOS EN LA SECCION RUTA PROVINCIAL N° 3 (LOS AMORES-CDA. OMBU)



DIAS SIMULADOS

7-CONCLUSIONES

* Se considera que la modelación matemática realizada permite simular satisfactoriamente las inundaciones de la zona, que se producen con un tiempo de retorno en el orden de los 20 años o menor. Para el estudio de eventos extraordinarios como el sucedido en el otoño de 1986 se debe ampliar el área a modelar y verificar los parámetros de escurrimientos a partir de las cotas máximas ya estudiadas. Se destaca que, en ese período se generaron caudales de gran magnitud (en la sección de Cañada Ombú se aforó en el orden de los 500 m³/s) de tal forma que la influencia del sistema de obras queda minimizada hasta que el agua acumulada no disminuye a niveles próximos a los estudiados.

* En el caso de inundaciones regionales como la de 1981, el sistema de obras comienza a tener impacto a partir de que se amortigua el anegamiento en las áreas objeto de proyecto y los emergentes (zonas de paso situadas // aguas arriba). Esto sucede con frecuencia a partir del período medio a final del suceso.

* En el caso de la construcción de las alternativas B y C (canales en tramos III y IV) el impacto sobre el área situada al Norte de la Ruta Provincial N° 30 (Módulos 9 y 10) es considerable. Esto hace que los escurrimientos a través de la misma se reduzcan en gran medida en el tramo final de una inundación de alcance regional (como la de 1981) o se anulen totalmente, en el caso de que el suceso haya sido localizado (como en 1988).

* En el área de la Cañada Ombú (Módulos 11, 12 y 13) la influencia de la alternativa A (construcción solamente del tramo III) es pequeña, ya que un cupo de 15 m³/s que se libera en el tramo final de la inundación es pequeño frente a la oferta de agua que se produce y que, además se comienza a erogar / desde áreas alejadas como en el Módulo 6.

* Queda evidenciada la influencia de la obra actualmente construida sobre traza del tramo III y que finaliza en una zona que no tiene un curso natural con capacidad de evacuación. Esta provoca un estado de anegamiento /

semipermanente en las áreas situadas aguas abajo de su desembocadura, debido / a los continuos aportes generados a lo largo de su traza, cuyas cabeceras se / extienden hacia la dorsal agrícola chaqueña. En el momento en que se producen excesos dentro del sistema Cochereck la aceleración del drenaje que se suma a/ ese estado inicial de encharcamiento genera inundaciones de magnitud y escurrimientos, que trasladan sus efectos hasta el Sistema de Cañada Ombú.