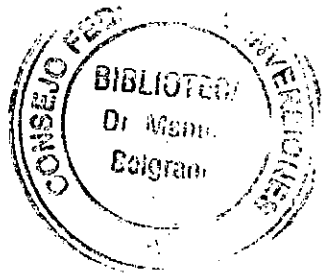


O/H. 1112
C26 project
V.I

PROYECTO SANFORD - AREQUITO



Marzo 1993



ESTUDIO SISTEMA SANFORD - AREQUITO INFORME FINAL

1 - INTRODUCCION:

UBICACION:

La cuenca en estudio se ubica en la zona Sur de la Provincia de Santa Fe, ocupando la parte SE del Dpto. Caseros.

Los distritos involucrados son:

AREQUITO

CHABAS

LOS MOLINOS

SANFORD

CASILDA

Superficie Total de la Cuenca: 53.600 Has.

ANTECEDENTES:

En el área enmarcada por la cuenca, se encuentra parte de los suelos más aptos de la provincia, constituyéndose en una zona de producción eminentemente agrícola, con explotación mixta en un porcentaje mínimo del área inundable.

El área involucra 5 poblaciones, siendo la más importante Casilda con 25144 hab. y en orden de importancia: Chabás, Arequito, Los Molinos y Sanford con 1962 hab.

Ante los problemas de anegamiento en sectores rurales principalmente en los Dtos. Arequito y Sanford, se procedió en el período 1939/41 a la realización del Canal Ppal. Sanford y el Sec. Arequito (habilitados a fines del año 1941)

Desde la época misma de su finalización ante eventos de importancia, las obras efectuadas no solucionaron los problemas de anegamiento rural en el sector, como lo señala la documentación obrante en la D.P.O.H.; con el agravante de sucesivos anegamientos urbanos en la localidad de Sanford, producto del incremento en los volúmenes escurridos a través del Canal Sec. Arequito.

En el transcurso de los años se procedió a reiteradas tareas de limpieza y mejoras, concretándose en el año 1978 un redimensionamiento en el



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Canal Ppal. y Secundario a efectos de aumentar su capacidad de conducción. La última intervención corresponde al año 1990 donde se efectuó un reacondicionamiento en la zona comprendida entre la unión con el Seo. Arequito y la Ruta Nac. N°33.

ORIGEN DEL PROBLEMA:

Los problemas de anegamiento en sectores rurales, tanto a principios de siglo como en la actualidad, se focalizan en los sectores deprimidos con una afectación areal constante y producto de la escorrentía de los sectores más altos de la cuenca. Es decir el anegamiento es consecuencia del efecto de traslación y acumulación de volúmenes en las zonas bajas.

En la actualidad este proceso de traslado o escorrentía desde sectores de mayor nivel se encuentra maximizado a consecuencia de los cambios bruscos producidos al pasar de una producción de tipo mixta (agropecuaria) a una producción eminentemente agrícola con prácticas de cultivos intensivos.

Este cambio trae aparejado una disminución en la capacidad de infiltración de los suelos por mal manejo que se traduce en perjuicios de igual magnitud, con montos menores de precipitación y mayor frecuencia que en décadas anteriores.

Los problemas de anegamiento en sectores urbanos (localidades de Sanford y Casilda) también son consecuencia de escorrentía desde sectores de mayor nivel, con el agravante que dichas localidades poseen asentamientos en sectores deprimidos lindantes a la denominada Cañada Candelaria. Esta situación topográfica de los asentamientos, incrementa los riesgos de anegamientos que todos los casos son temporarios, no existiendo almacenamiento o acumulación.

Particularmente en la localidad de Sanford, se suma el hecho de los desbordes del Canal Ppal. Sanford en su unión con el Secundario Arequito, conducidos, favorecidos por el desnivel natural del terreno, hacia el sector NO del pueblo.



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

2 - HIDROLOGIA

Topográficamente podemos definir el área de estudio como de llanura, con una zona alta donde se presentan depresiones y una baja de pendientes relativamente elevadas. La vía principal de drenaje natural es el Ao. Candelaria que nace a la altura de la localidad de Chabas y con sentido Oeste - Este pasa por las localidades de Sanford y Casilda, para luego girar bruscamente hacia el Sur, desembocando finalmente en el Ao. Saladillo del Sur. Existen a la vez, vías de drenaje artificiales como el Canal Ppal. Sanford, Canal Sec. Arequito y gran número de terciarios y drenajes parcelarios, con una descarga final, al igual que el Ao. Candelaria, en el Ao. Saladillo.

La precipitación media anual para la zona ronda los 950 mm., con un régimen monzónico que presenta lluvias de importancia entre los meses de octubre a abril y mínimas en invierno.

Desde el punto de vista hidrológico las dos zonas enunciadas presentan comportamientos distintos:

- **ZONA ALTA DE LA CUENCA :** Presenta subcuencas cerradas que aportan los excedentes pluviales a depresiones con acumulación. Las depresiones más importantes por su área de aporte y capacidad de almacenamiento son las ubicadas al sur de Arequito (1600 Has.) y al Noroeste de Sanford (500 Has.)

El bajo de Arequito recibe el aporte de una cuenca de 16420 Has., con pendientes que oscilan entre los 0.50 y 0.70 m/Km., con una rápida concentración en la depresión. Actualmente el bajo es drenado por el canal Secundario Arequito. El volumen de almacenamientos es de 23 Hm³, con tiempos de inundación elevados.

El bajo de Sanford, posee una cuenca de aporte directa de 1970 Has., con pendientes de 0.50 m/Km. La capacidad de almacenamiento es baja 1.80 Hm³. Para caudales extremos la descarga se divide en parte por el canal Ppal. Sanford y en parte por el bajo natural que atraviesa el pueblo Sanford buscando el Ao. Candelaria. El bajo recibe el aporte no natural, del Sec. Arequito con un caudal constante por un tiempo prolongado.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

El resto del área que no aporta directamente a los bajos descriptos, también actúan como subcuencas cerradas cuya salida por medio de canales descargan en el Seo. Arequito.

- **ZONA BAJA DE LA CUENCA :** La zona se caracteriza por la rápida evacuación de los excesos, con pendientes que oscilan entre 1 y 3 m/Km. El curso más importante es el Ao. Candelaria con pendientes de 1 m/Km, actualmente canalizado en el tramo ciudad de Casilda. Las subcuencas naturales se encuentran modificados por la canalizaciones y por la infraestructura vial y ferroviaria existente.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE ANEGAMIENTO :

En resumen, los problemas fundamentales de la cuenca son :

- **Anegamientos periódicos en la localidad de Sanford :** producto por un lado de su ubicación topográfica (se encuentra aproximadamente en un 70 % emplazado en el valle de inundación del bajo Candelaria), y por otro lado del escurrimiento de zonas rurales superiores.

La capacidad insuficiente del canal Ppal. Sanford para derivar los volúmenes drenados por la alta cuenca (con mínima pendiente longitudinal y escaso nivel de conservación) acarrea situaciones de alto riesgo para la localidad.

- **Anegamientos en la localidad de Casilda :** El Arroyo Candelaria atraviesa la ciudad de Casilda en su zona sur, produciéndose desbordes por insuficiencia en algunas de sus obras de arte (principalmente en el puente sobre el FCOBM) afectando zonas urbanizadas lindantes.

- **Anegamiento del área rural en el Distrito Sanford :** El bajo ubicado al Noroeste de la localidad, abarca un área de inundación potencial de 500 Has. con altos tiempos de inundación.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

- **Anegamiento del área rural en el Distrito Arequito:** El área se ubica al sur de la localidad, con una superficie potencial de 1600 Has. y altos tiempos de inundación.

- **Anegamientos rurales Distrito Chabas:** Con anegamientos focalizados principalmente en la zona terminal del bajo Candelaria y ante la insuficiente capacidad de evacuación de los canales y drenajes existentes.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

3 - ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN :

De las cuatro alternativas manejadas a nivel de anteproyecto (mayo/88) se preseleccionaron 3, las alternativas I, II y IV (descartándose la alternativa III, canal Los Sauces, por tener un impacto similar en cuanto a los beneficios a la IV, y ser más honerosa por los costos de las expropiaciones, mayor excavación y puentes de mayor altura por ser en parte el corte mayor a los 7 m).

En resumen las alternativas involucran :

- ALTERNATIVA I :

- Redimensionamiento Canal Principal Sanford.
- Redimensionamiento Canal Secundario Arequito.
- Defensa y Canal Perimetral Norte Pueblo Sanford.

- ALTERNATIVA II :

- Construcción Canal Trasvasador Arequito al Carcaraña.
- Cierre Canal Secundario Arequito.
- Redimensionamiento Canal Principal Sanford.
- Defensa y Canal Perimetral Norte Pueblo Sanford.

- ALTERNATIVA IV :

- Redimensionamiento Canal Secundario Arequito.
- Redimensionamiento Parcial Canal Ppal. Sanford (desde Sec. Arequito a bajo Candelaria).
- Construcción Canal Candelaria Tramo Ppal. Sanford a Ruta Prov. No. 33 Casilda.
- Redimensionamiento Canal Candelaria - ciudad de Casilda.
- Defensa y Canal Perimetral Norte Pueblo Sanford.
- Sistema de defensa y desagües internos localidad Casilda.

En las tres alternativas se destacan como items principales de obra :

- Excavación mecánica (redimensionamiento y/o construcción de canales).



Provincia de Santa Fe
**Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda**

- Ejecución de terraplenes de defensa.
- Obras de arte, construcción y/o ampliación de Puentes;
obras de control de erosión.
- Expropiaciones en campos linderos a la traza de canales.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

IMPACTO SOBRE LA REGIÓN :

Común a las tres alternativas planteadas se tiene como beneficio:

- Evitar el riesgo de pérdida en la producción agropecuaria para lluvias de recurrencia 10 años en el Embalse Arequito (1600 Has.).
- Evitar el riesgo de pérdida en la producción agropecuaria para lluvias de recurrencia 10 años en el embalse Sanford (450 Has.).
- Disminuir los aportes derivados al pueblo Sanford, el cual deberá ser menor a 33 m³/s. para una lluvia de recurrencia 50 años. Dicho caudal será interceptado y derivado por el canal perimetral Norte del pueblo.
- En caso de producirse lluvias mayores a las de 50 años, el pueblo será protegido por una defensa.
- Revalorización de los terrenos actualmente anegables rurales y urbanos.
- Revalorización de la infraestructura urbana.
- Desarrollo de la infraestructura vial, rutas primarias, secundarias y caminos comunales.

En particular la Alternativa IV (Canal Candelaria) tiene los siguientes beneficios adicionales :

- Evitar el riesgo de anegamiento urbano en la ciudad de Casilda, para un evento de recurrencia 500 años.
- Disminuir los tiempos de anegamiento tramo superior Bajo Candelaria.
- Reconstrucción del sistema de puentes tramo ciudad de Casilda (vial y ferrocarril).
- Evitar el corte de rutas y caminos comunales.

La formulación de esta alternativa implica una obra civil e hidráulica de gran envergadura, con modificaciones inclusive en el sistema actual de desagua interno de la planta urbana, siendo necesario la realización de canales colectores para la evacuación de las lluvias propias de la ciudad de Casilda en momentos críticos (cuando el canal funciona a pleno). Implica también la realización de terraplenas o bordos laterales de contención para evitar desbordos del canal.

La suma de todos estos aspectos encarecen notablemente el.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

costo de la obra a ejecutar.

En resumen, desde el punto de vista de los beneficios que involucran las obras planteadas, las Alternativas I y II son comparables entre sí (tienen igual beneficio), mientras que la Alternativa IV tiene beneficios adicionales (solucionan el problema de anegamiento urbano en Casilda principalmente).

De las alternativas se realizó el correspondiente cómputo métrico y presupuesto. A la luz de los resultados obtenidos en los montos totales de obra, se planteó una ALTERNATIVA DE MINIMA considerando como base la Alternativa I descripta.

ALTERNATIVA DE MINIMA :

COMPRENDE:

- Redimensionamiento Canal Principal Sanford (con menor capacidad de conducción que en la Alternativa I).
- Redimensionamiento Canal Secundario Arequito.
- Defensa y Canal Perimetral Norte Pueblo Sanford (calculado para lluvias de recurrencia 50 años y elevando la cota de coronamiento de la defensa en 1 m para eventos mayores).

Esta obra permitirá incrementar los caudales a transportar por el sistema Canal Principal Sanford y Secundario Arequito en más del 240 %.

El nivel de desarrollo de la alternativa de mínima es de anteproyecto debiendo ajustarse los cálculos hidráulicos y solucionar los problemas de gestión de tierras especialmente en el tramo desde la progresiva 6.400 a la Ruta Nac. N°33.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

COMPUTO Y PRESUPUESTO DE OBRAS :

A tal efecto:

- Se acompaña Planilla de Computo y Presupuesto.
- Ficha Técnica de cada alternativa y Plano de Ubicación.



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

ALTERNATIVA I

DISTRITOS AFECTADOS : AREQUITO , CHABAS , SANFORD

CANAL PRINCIPAL SANFORD :

Caudal Pico (R=10 años) = 52 m³/s.

Caudal Pico (R=50 años) = 63 m³/s.

Long. canal = 10600 m.

Base de fondo = 7 m.

Pendiente de fondo mínima = 25 cm/Km.

Corte máximo = 10.50 m.

Ancho de ocupación máximo = 62 m.

Area expropiación = 44 Has.

Puentes : 3 submurar

3 reconstruir

con obra de protección por erosión.

Volumen de excavación = 522180 m³.

CANAL SECUNDARIO AREQUITO :

Caudal Pico (R=10 años) = 28 m³/s.

Long. canal = 19000 m.

Base de fondo = 5 m.

Pte. de fondo mínima = 25 cm/Km.

Corte máximo = 5 m.

Puentes : 6 submurar

Volumen de excavación = 63260 m³.

CANAL PERIMETRAL NORTE PUEBLO SANFORD Y DEFENSA DE LA POBLACION :

Caudal Pico (R=50 años) = 33 m³/s.

Long. canal = 4126 m.

Base de fondo = 4 m.

Pte. de fondo mínima = 50 cm/Km.

Corte máximo = 4.50 m.

Ancho de ocupación máximo = 35 m.

Area expropiación = 7 Has.

Puentes : 10 a construir

Volumen excavación = 50307 m³.

Volumen terraplenes = 68000 m³



ALTERNATIVA II

DISTRITOS AFECTADOS : AREQUITO , CHABAS , SANFORD , LOS MOLINOS

CANAL TRASVASADOR AREQUITO :

Caudal Pico (R=10 años) = 28 m³/s.
Long. canal = 25000 m.
Base de fondo = 5 m.
Pte de fondo mínima = 25 cm/Km.
Corte máximo = 7 m.
Area expropiación = 65.58 Has.
Puentes : 17 construir
 2 submurar
Volumen excavación = 407024 m³.

CANAL PRINCIPAL SANFORD :

Caudal Pico (R=10 años) = 21 m³/s.
Long. canal = 10000 m.
Base de fondo = 4 m.
Pte. de fondo mínima = 20 cm/Km.
Corte máximo = 9 m.
Puentes : sin modificar
Volumen excoavación = 120000 m³.
Area expropiación = 30 Has.

CANAL PERIMETRAL NORTE PUEBLO SANFORD Y DEFENSA DE LA POBLACION :

Caudal Pico (R=50 años) = 33 m³/s.
Long. canal = 4126 m.
Base dde fondo = 4 m.
Pte. de fondo mínima = 50 cm/Km.
Corte máximo = 4.50 m.
Ancho de ocupación máximo = 35 m.
Area expropiación = 7 Has.
Puentes : 10 a construir
Volumen excoavación = 50307 m³.
Volumen terraplenes = 68000 m³



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

ALTERNATIVA IV

DISTRITOS AFECTADOS : AREQUITO , CHABAS , SANFORD , CASILDA

CANAL CANDELARIA TRAMO CASILDA :

Caudal Pico (R=500 años) = 502 m³/s.

Long. canal = 8600 m.

Base de fondo = 20 m.

Pte. de fondo mínima = 1.37 m/Km.

Corta máximo = 6 m.

Puentes : 6 reconstruir y/o ampliar
 9 protección contra erosión.

Ancho de ocupación máximo = 55 m.

Terraplenes laterales = 5500 m. Volumen = 66000 m³.

Volumen excavación = 561775 m³.

CANAL CANDELARIA TRAMO PPAL SANFORD - RUTA NAC. No. 33 :

Caudal Pico (R=50 años) = 63 m³/s.

Long. canal = 14500 m.

Base de fondo = 4 a 2.5 m.

Pte. de fondo mínima = 1 m/Km.

Corta máximo = 5 m.

Puentes : 13 construir

Area expropiación = 47.77 Has.

Volumen excavación = 261000 m³.

CANAL PPAL SANFORD (KM 14 A KM 16.8) :

Caudal Pico (R=50 años) = 63 m³/s.

Long. canal = 2800 m.

Base de fondo = 7 m.

Pte. de fondo mínima = 25 cm/Km.

Puentes : 4 submurar

Volumen excavación = 96120 m³.



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

CANAL SECUNDARIO AREQUITO :

Caudal Pico (R= 10 años) = 28 m³/s.

Long. canal = 10000 m.

Base de fondo = 5 m.

Pte. fondo mínima = 25 cm/Km.

Puentes : 6 submuran

Volumen excavación = 63260 m³.

CANAL PERIMETRAL NORTE PUEBLO SANFORD Y DEFENSA DE LA POBLACION :

Caudal Pico (R=50 años) = 33 m³/s.

Long. canal = 4126 m.

Base de fondo = 4 m.

Pte. de fondo mínima = 50 cm/Km.

Corte máximo = 4.50 m.

Ancho de ocupación máximo = 35 m.

Area expropiación = 7 Has.

Puentes : 10 a construir

Volumen excavación = 50307 m³.

Volumen terraplenes = 68000 m³



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

ALTERNATIVA I DE MINIMA

CANAL PRINCIPAL SANFORD :

Caudal Pico (R=50 años) = 43 m³/s.

Caudal Pico (R=10 años) = 34 m³/s.

Long. canal = 9600 m.

Base de fondo = 3 m.

Pte. de fondo mínima = 25 cm/Km.

Corte máximo = 10.50 m.

Puentes : 3 submurar

3 reconstruir

Con protección por erosión.

Volumen excavación = 217540 m³.

CANAL SECUNDARIO AREQUITO :

Caudal Pico (R=10 años) = 28 m³/s.

Long. canal = 19000 m.

Base de fondo = 5 m.

Pte. de fondo mínima = 25 cm/Km.

Corte máximo = 5 m.

Puentes : 6 submurar

Volumen excavación = 63260 m³.

CANAL Y DEFENSA NORTE PUEBLO SANFORD :

Caudal Pico = 34 m³/s.

Long. canal = 4126 m.

Base de fondo = 4 m.

Pte. fondo mínima = 50 cm/Km.

Corte máximo = 4.50 m.

Defensa long. total = 3700 m.

volumen terraplenes = 68000 m³.

Ancho ocupación máximo = 35 m.

Area expropiar = 7 Has.

Puentes : 10 construir

Volumen excavación = 50307 m³.



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

ASPECTOS AGROHIDROLÓGICOS :

El sistema Sanford - Arequito forma parte de una Cuenca de 53.600 Has; corresponden 41.000 Has. a campos altos (76,5%); 10.000 Has a media loma (18,6%) y 2.600 Has a tierras bajas (4,9%); con un neto predominio de suelos de alta productividad. Excluyendo la zona de Casilda la Cuenca se reduce a 39.500 Has, con una proporción del 68,1% de campos altos, 25,3% de media loma y 6,7% de campos bajos.

En el area de la cuenca prevalecen los suelos Argiudoles típicos de las series Casilda, Chabas y Hansen, los cuales se caracterizan por ser profundos, bien drenados, dentro de un relieve plano a suavemente ondulado, por lo que no hay signos evidentes de erosión. Sin embargo, presentan problemas de agotamiento y deterioro físico por excesiva presión en el manejo, particularmente con pérdidas de materia orgánica y de estructura, que afecta a su capacidad de infiltración.

CUADRO No. 1:

Superficie de la Cuenca Total y Parcial, (con y sin zona Casilda)

| Superficie | Con Casilda | | Sin Casilda | |
|--------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | Has | % | Has | % |
| Campo alto | 41.000 | 76,5 | 26.900 | 68,0 |
| Media Loma | 10.000 | 18,6 | 10.000 | 25,3 |
| Bajos | 2.600 | 4,9 | 2.600 | 6,7 |
| Total | 53.600 | 100 | 39.500 | 100 |

Según datos recabados a técnicos de la zona, la Empresa Promedio de la región tiene, entre superficie propia y arrendada, unas 175 Has de promedio; con un uso agrícola en un 90 % de superficie (46.100 Has en total), complementada por una ganadería secundaria.



Provincia de Santa Fe
**Ministerio de Obras, Servicios Públicos
 y Vivienda**

La proporción media actual del uso agrícola del suelo es la siguiente:
 Soja de 1°: 53%, doble cultivo de trigo-soja de 2°: 25% y Maíz: 10%.

Los rendimientos máximos normales por ha (RMN/ha) para la zona de campos altos y con régimen de lluvias favorables es el siguiente:

CUADRO Nro 2
Rendimientos medios normales

| Cultivo | (RMN/ha) |
|---------|----------|
| | (qq/ha) |
| Soja 1° | 32 |
| Soja 2° | 27 |
| Trigo | 27 |
| Maíz | 65 |

El rendimiento ponderado, según la posición del predio en el terreno y probabilidad de ocurrencia de años normales, con déficit o excesos de lluvias, es la siguiente, tomando por caso el cultivo principal (Soja de 1°) y según estimaciones de técnicos de la zona:

CUADRO N° 3
Rendimientos actuales sin proyecto.

| Rinde en qq/Ha | Frec. | Terreno | | |
|-----------------|-------|---------|-------|---------|
| | | Alto | Medio | Bajo |
| A Seco | 3/10 | 25 | 18 | 25 |
| Ñ Normal | 4/10 | 28 | 22 | 27 |
| O Húmedo | 3/10 | 32 | 22,7 | Perdido |
| Prom. Ponderado | | 28,3 | 21 | 18,3 |



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Se desprende del mismo que las pérdidas totales de cosechas por anegamiento se dan en 3 de cada 10 años en las zonas bajas fundamentalmente y que en el resto de las campiñas, la productividad en los bajos es mayor que en la media loma.

Los máximos rendimientos zonales se alcanzan en los campos altos en años húmedos (76,3 % de la superficie), precisamente cuando se pierden cosechas en los campos más bajos (el 4,9% de la cuenca).

Normalmente la productividad media de la cuenca es de 26,8 qq/Ha para soja de 1°, lo que implica una producción de 804.111 tn/año, sin considerar el aporte de los otros cultivos. En años secos, la productividad baja a 23,7 qq/Ha (un 11,6% menos, que significan 92.955 tn menos para la zona); mientras que en años húmedos, la productividad media de la cuenca es de 29,1 qq/Ha (un 8,7 % más pese a lo perdido en las zonas bajas). La conclusión es que, zonalmente, son más perjudiciales los años secos que los húmedos.

En la reunión mantenida el día 14/06/92 con los productores y asesores agrónomos de la zona, se señaló en una revisión histórica que, hasta hace 20 años atrás las pérdidas por inundación en las zonas bajas eran de una campaña en diez (1/10); mientras que en la actualidad la proporción es de 3 en 10 (3/10); además de que se observara que con lluvias cada vez menores el fenómeno de anegamiento se mantiene o acentúa. Ello implica, casi con certeza que la mayor recurrencia de anegamientos se debe en gran medida, a un problema de manejo de suelo y en parte al aumento en los registros pluviométricos (ciclo húmedo).

Particularmente destacable son las evaluaciones de pérdidas registradas en 1944, por el Ing. Mario Dono en la que cita 461 Has anegadas en Sanford sobre 16.700 Has relevadas, luego de 300 mm caídos en 3 días (de los cuales 140 cayeron en 3 horas) estando construido el Canal Principal y secundarios.

Otra evaluación interesante es la efectuada recientemente por el Ing. Osocar Maruelli, en la que habiendo relevado a la fecha el 100% de la superficie con problemas, señala las siguientes pérdidas para la campaña 1991/92:



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

CUADRO N° 4

Perdidas por inundación en la campaña 1991/1992.

| Distrito | Cultivado(Has) | Perdidas(Has) | % |
|--------------------|----------------|---------------|--------|
| Chabás | 3825 | 1238 | 32.4 |
| Arequito | 5200 | 1432 | 27.5 |
| Sanford | 1482 | 660 | 44.5 |
| Los Molinos | 250 | 95 | 38.0 |
| TOTAL (Aprox. 80%) | 10757 Has | 3425 Has | 31.8 % |

Esta situación se generó con una precipitación total en Dic/91 de 329 mm (Chabas); en los primeros 20 días del mes, lloviendo 121 mm en forma uniforme y culminó en dos grandes tormentas de 100 mm el día 25 y 108 mm los días 30 y 31 respectivamente.

Es de destacar que para el mes de diciembre, el promedio histórico en la zona es de alrededor de 100 mm, el que fue triplicado en esta ocasión.

A manera de ejemplo, en la serie de precipitaciones de la estación Bombal, para el periodo 1933-1987, con una media de 100,4 mm para el mes de diciembre, solo se encuentran 2 registros por encima de los 300 mm. en los años 1936 y 1940. (Grafico N° 3)

Se verifica además que el efecto generado por dicho evento fue similar a la inundación producida en la zona en el año 1984 con un área inundada de 2100 Has en el sector deprimido, de acuerdo a los relevamientos efectuados por MAG a través de certificaciones de emergencia por inundación.

Cabe aclarar que las alternativas proyectadas para evacuar los excedentes hídricos, estiman que las áreas más deprimidas ascienden a 1.959 has (82% en el embalse Arequito, hoy con tiempos de inundación de 9 días en promedio y 18% en el embalse Sanford, con 5 días inundados de promedio) y que, en todos los casos, el objetivo es recuperar dichas áreas, frente a lluvias de hasta 75 mm caídas en 3 horas (recurrencia 5 años), evacuando tal volumen de aguas en menos de 30 hs.

Pero retomando el aspecto central del análisis, cual es inferir las causas de la situación actual y sus posibles soluciones, se deduce del siguiente cuadro y de los graficos Nro. 1, 2 y 3 adjuntos, que en la actualidad no se está en



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

un ciclo excesivamente húmedo sino que el origen del problema está en la pérdida de la capacidad de infiltración de los suelos por mal manejo (sistema de rotaciones y tipo de laboreo) que determina a su vez un mayor efecto de "sequia" aguas arriba y un más rápido y mayor volumen de agua a evacuar hacia los bajos.

CUADRO Nro 5

Registros pluviométricos en la estación Bombal, según la serie 1933/87.
Porcentaje de ocurrencia de pérdidas por inundación.

| | Total Anual | Ejemplo mas (Noviembre) |
|---|-------------|----------------------------|
| Media Serie 55 años | 935,2 mm | 89,9 mm |
| Años (30% sobre la media) potencialmente inundables | 9,5 % | 26,2% |
| Despues 74/75 (10% sobre la media) | 28,6 % | 35,7% |

La campaña 74/75 marca un punto de inflexión en la serie histórica ya que se acentúa el desplazamiento de la ganadería (ya secundaria por entonces) por una agricultura más intensiva (con doble cultivo Trigo/Soja de 2*), y en la década del 80, aumento de la superficie manejada por contratistas, cuya motivación responde más a la búsqueda de una renta coyuntural que a la preservación del suelo.

Ello repercute también en los umbrales identificados para cuantificar campañas con pérdidas por inundación (antes del 74/75 eran lluvias mayores al 30% de la media y hoy, ocurre el mismo perjuicio con lluvias del 10% superiores a la media, confirmandose lo que señalaban los propios productores en lo referente a frecuencia de perjuicios y montos pluviométricos que los producen.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Del cuadro y de los gráficos correspondientes se desprende también que no es lo mismo la dinámica pluviométrica considerada en forma global (anual), que mensual; poniéndose por ejemplo el mes de Noviembre, que es crítico para la soja de 1° recién sembrada (estado de mayor susceptibilidad a la inundación) y donde se constata también el incremento de las probabilidades adversas en los últimos años.-

MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS
SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA

PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LOS SERVICIOS AGROPASTORILES DE
LAS PROVINCIAS
(PROMSA - PCIAS.)

PERFIL DE PROYECTO:

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE

....., DICIEMBRE DE 1992

DIÓCESIS PROVINCIAS - PERFIL DE PROYECTO

DENOMINACION DEL PROYECTO: Proyecto Sandford - Arequito

OBJETIVO GENERAL: Revertir condiciones de anegamiento por precipitaciones locales y traslado de los excedentes.

AREA GEOGRAFICA: Abarca 53.600 has de los distritos Arequito, Chabás, / Los Molinos, Sanford y Casilda en el sureste de la Provincia de Santa Fe.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1- Controlar y encauzar los excesos de agua que se producen en la parte alta de la cuenca.
- 2- Evitar los cortes de rutas y caminos y la inundación de los centros poblados como Sanford.
- 3- Impedir los efectos negativos que se producen en los principales productos: trigo - soja y obtener rendimientos estables.

PROMSA PROVINCIAS - PERFIL DE PROYECTO

ACTIVIDADES A REALIZAR: 1. Construcción y/o ampliación del canal principal Sanford y secundario Arequito.

2. Intensificar las acciones de extensión con los organismos pertinentes para transmitir medidas de protección del recurso suelo.

3. Transmitir acciones que permitan una mayor sistematización del suelo, contemplando los recursos con que cuentan, la estructura agropecuaria y la obtención de resultados positivos para la empresa.

4. Insistir en un comportamiento acorde entre la obra - medio ambiente - estructura productiva.

RESULTADOS ESPERADOS: Realizada la inversión de obra pública, lograr cambios en las actitudes de los productores en su comportamiento socio-económico.

PROMSA PROVINCIAS - PERFIL DE PROYECTO

COSTOS ESTIMADOS: El costo estimado de la alternativa de mínima /
\$ 1.973.687.-
La rentabilidad de las alternativas se encuentran
en el anexo adjunto.

FINANCIAMIENTO PREVISTO: La Provincia puede implementar el recupero
de la inversión a través de medidas directas como contribución por
mejoras.

ORGANISMO EJECUTOR: Dirección Provincial de Obras Hidráulicas (DPOH).

CAPACIDAD DE ENDEUDAMIENTO: No disponible.

PERSONA RESPONSABLE POR PARTE DE LA PROVINCIA: Director Provincial de Obras Hidráulicas (DPOH).

ORGANISMO Y DEPENDENCIA A LA CUAL PERTENECE: Secretaría de Obras Públicas de la Provincia de Santa Fe.

NOTA: En forma adjunta, se agregan detalle del anteproyecto.

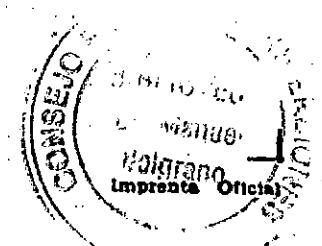
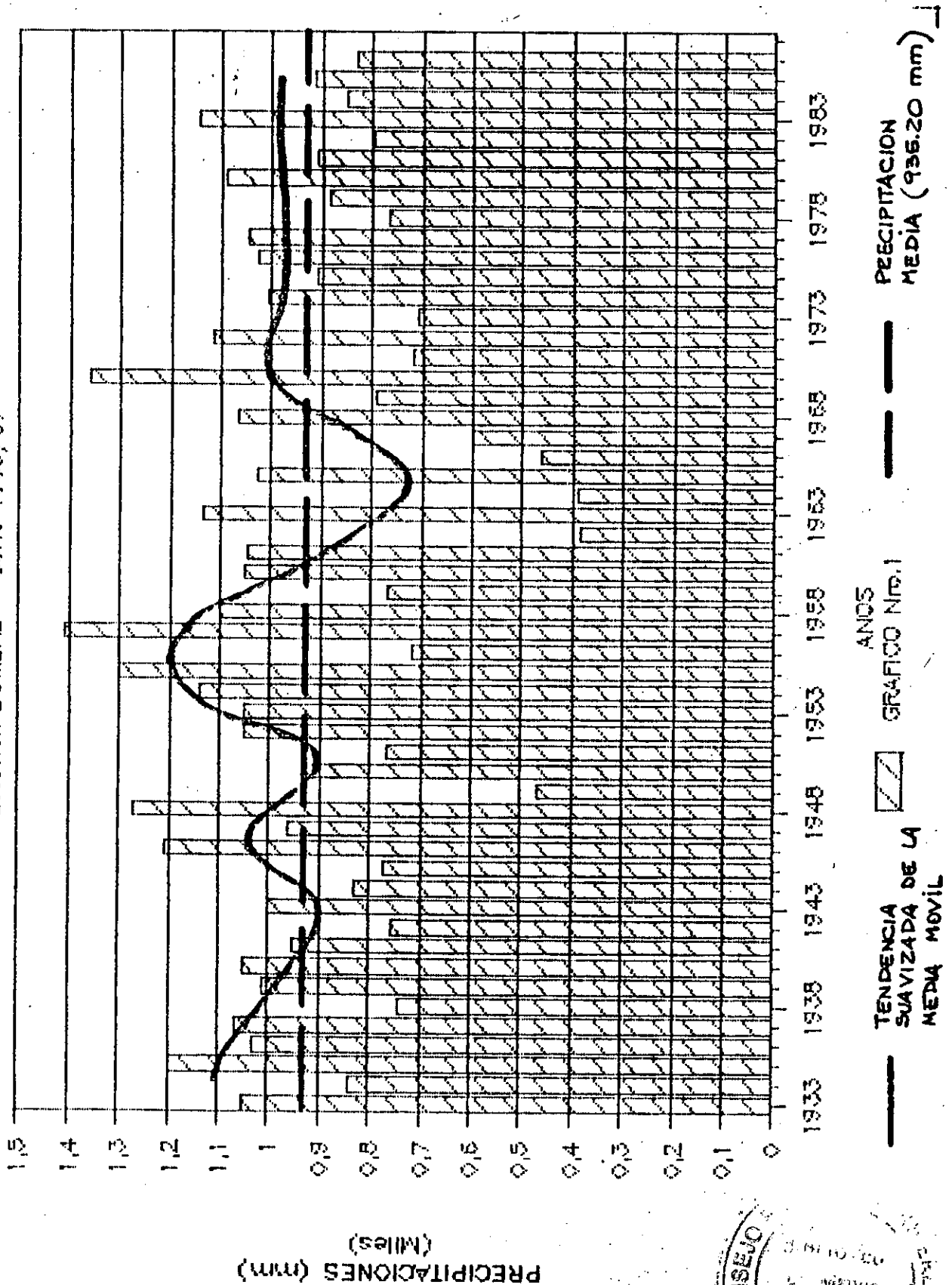


Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Precipitaciones Totales Anuales

Estacion BOMBAL - Serie 1933/57



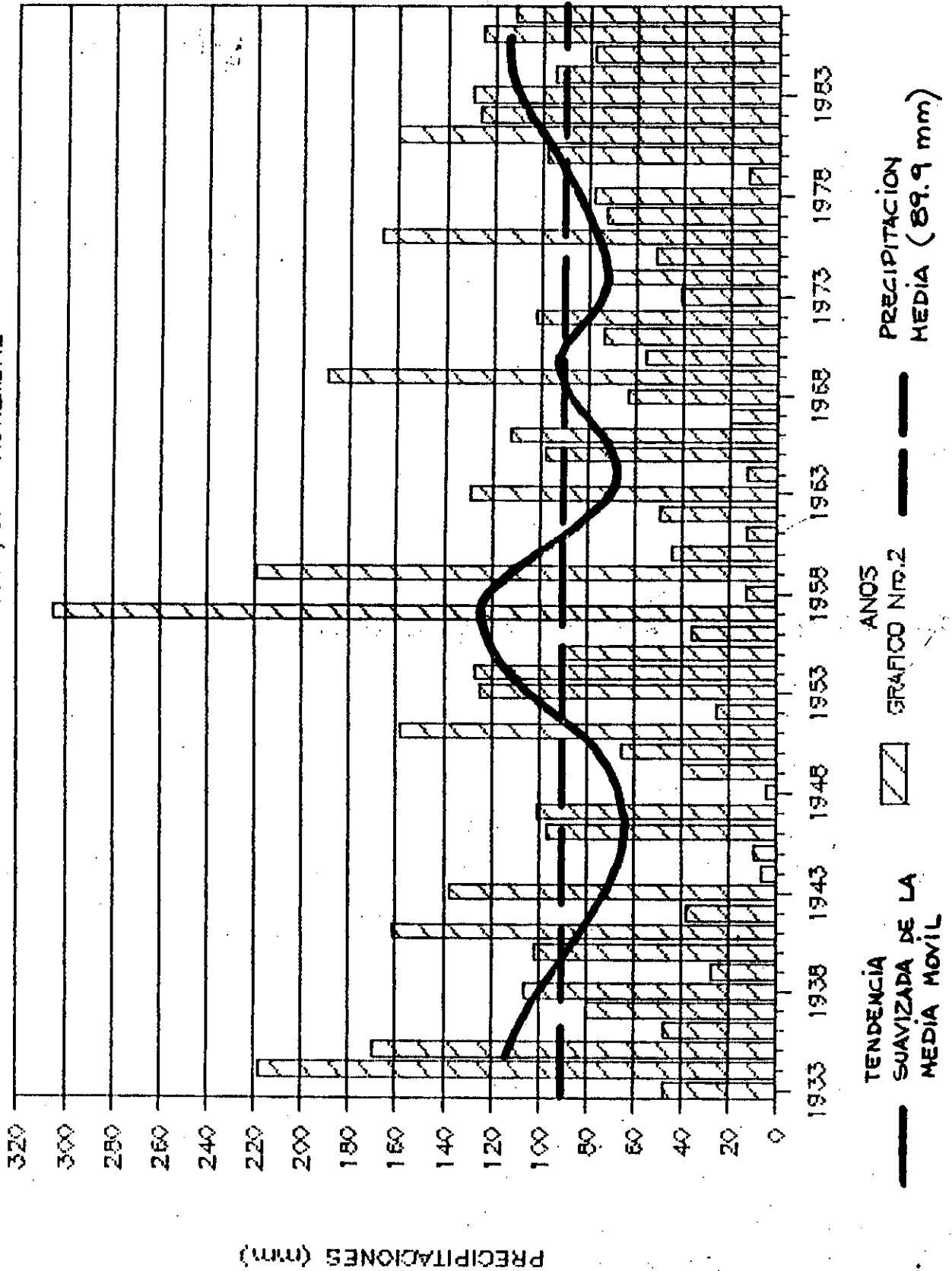


Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Precipitaciones Mensuales

Est. BOMBAL - Serie 1933/57 - NOVIEMBRE



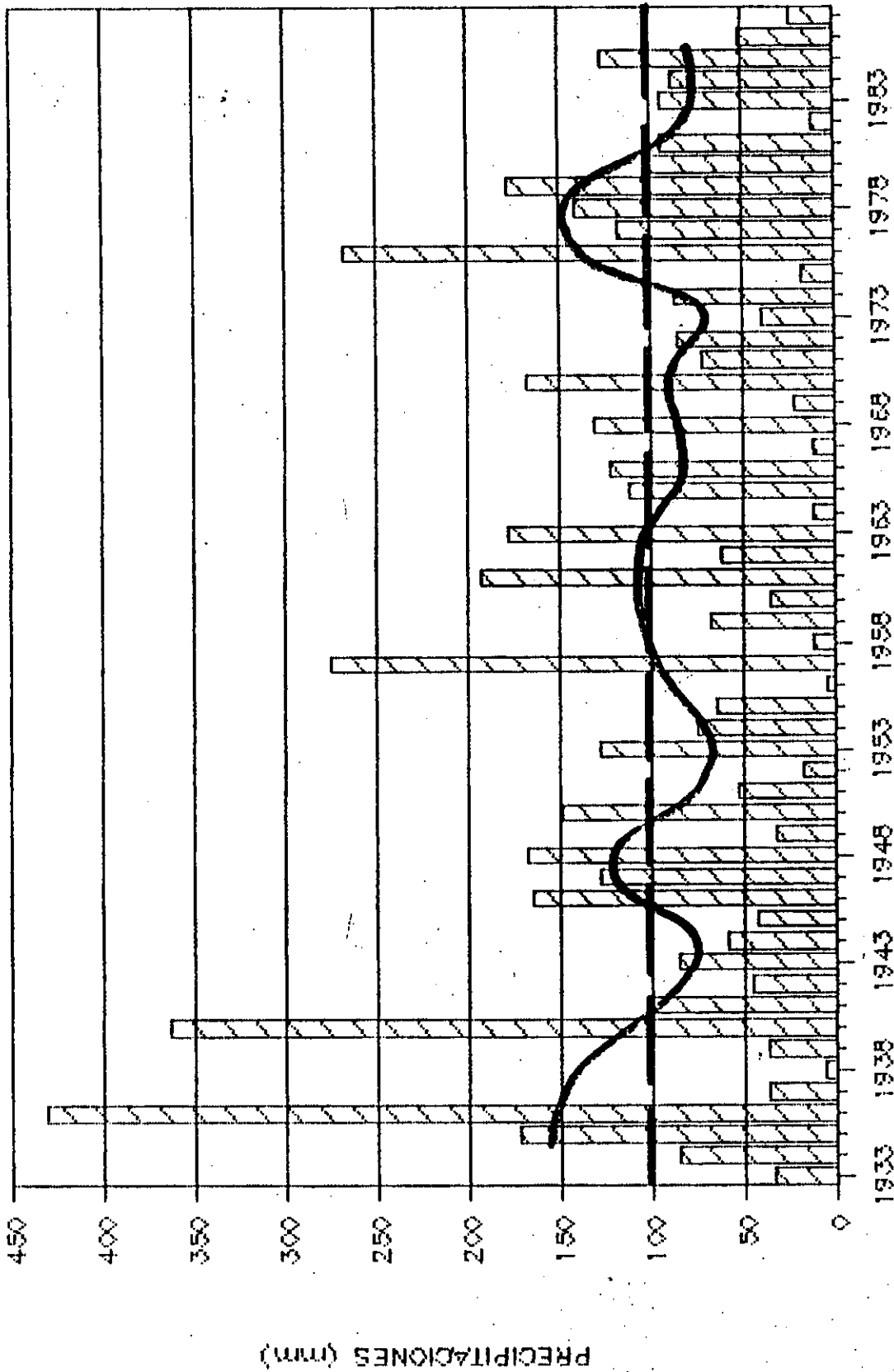


Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Precipitaciones Mensuales

Est. BOMBAL - Serie 1933/87 - DICIEMBRE





Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

ASPECTOS AGROECONOMICOS :

Con relación al sector rural, hay distintos aspectos económicos a considerar:

- a) Los Ingreso Bruto y Neto normal ponderado de la cuenca, discriminando el aporte de las zonas altas, media loma y bajas.
- b) Los ingresos o las pérdidas en los años húmedos, normales y secos para la situación actual y lo mismo una vez redimensionada la obra de evacuación de los excedentes hídricos (recuperación de los bajos y de la media loma en la superficie perdida).
- c) Los cambios en el valor de la tierra y,
- d) Los ingresos definitivamente perdidos por la expropiación de tierras productivas en el trazado de los posibles nuevos canales.

Siendo la agricultura la actividad dominante, se tomaron dentro de esta los principales cultivos:

CUADRO N° 6

| | <u>Soja 1°</u> | <u>Soja 2°</u> | <u>Trigo</u> | <u>Maiz</u> |
|--|----------------|----------------|--------------|-------------|
| ★ Precio esperado (U\$S/qq) | 18.23 | 18.23 | 10.82 | 9.44 |
| ★ Gastos directos (U\$S/Ha) | 158.83 | 153.26 | 97.14 | 145.31 |
| ★ Rendimiento de indiferencia (qq/Ha) | 11.20 | 10.9 | 12.3 | 23.0 |
| ★ Cosecha y comercialización (% IB) | 22.0 | 23.0 | 27.0 | 33.0 |
| ★ Precio Neto (U\$S/qq) | 14.22 | 14.04 | 7.90 | 6.32 |



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

CUADRO No. 7

Cambios en los rendimientos en funcion del tipo de obra. (Soja de 1ra).

| Ano | Terreno Frec | Obra de Minima | | | Obra de Maxima | | |
|---------------|-----------------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| | | alto | medio | bajo | alto | medio | bajo |
| Seco | 3/10 | 25 | 18 | 25 | 25 | 18 | 25 |
| Normal | 4/10 | 28 | 22 | 27 | 28 | 22 | 27 |
| Humedo | 3/10 | 32 | 25 | 19 | 32 | 25 | 27 |
| Promed. pond. | | 28.3 | 21.7 | 24.0 | 28.3 | 21.7 | 26.4 |

Una vez calculados los Márgenes Brutos/Ha se le descontaron U\$S 70/Ha de gastos de estructura para obtener los Ingresos Netos/Ha; lo cual se resume en los siguientes cuadros:

CUADRO Nº 8 A-

Ingresos Brutos y Netos de la Cuenca sin y con obra de minima.

| U\$S/Zona | Situacion Actual | | C/Obra Minima | |
|-------------------|------------------|------------|---------------|------------|
| | Ingr. Bruto | Ingr. Neto | Ingr. Bruto | Ingr. Neto |
| Campos altos | 13.010.006 | 7.075.985 | 13.010.006 | 7.075.985 |
| Media loma | 3.591.347 | 1.438.161 | 3.712.384 | 1.506.281 |
| Bajos | 815.315 | 241.766 | 1.068.961 | 495.412 |
| Total Cuenca | 17.416.668 | 8.755.912 | 17.791.350 | 9.077.678 |
| Diferencias netas | | | | 321.766 |



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Estos serían los Ingresos Globales de la cuenca como media ponderada por actividad productiva y ubicación en el terreno y por año.

Se desprende del mismo que los campos altos significan en la actualidad el 74,7 % del Ingreso Bruto de la cuenca; las medias lomas el 20,6%, y las zonas bajas el 4,7 %; brecha que se acentúa a nivel de los Ingresos Netos.

Otro aspecto destacable es que la ejecución de la obra no afecta los Ingresos de los campos altos, lográndose los beneficios directos en los campos bajos y en la media loma en su tramo inferior; pero globalmente para la cuenca, el impacto no es tan significativo, ya que los U\$S 321.766 de diferencia en los Ingresos Netos, significan un incremento del 3,7% para la cuenca.

En el análisis por hectárea, y despreciando las actividades productivas secundarias y la superficie de desperdicio, el Ingreso Neto medio actual anual de los campos altos es de U\$S 305,9 /Ha, en la media loma de U\$S 167,2 /Ha y en los bajos de U\$S 108,1 /Ha; lo que implica a nivel de cuenca un Ingreso Neto medio ponderado de U\$S 257,7/Ha/año.

Con la ejecución de la obra, los bajos pasarán a tener un Ingreso Neto medio ponderado de U\$S 221,6 /Ha/año y la cuenca, en general, de U\$S 267,2 /Ha/año.

CUADRO N ro 8 B

Ingresos Brutos y Netos , sin y con obra de Maxima

| | Situac. Actual | | C/Obra Maxima | |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Ingr. Bruto | Ingr. Neto | Ingr. Bruto | Ingr. Neto |
| Campo Alto | 19.829.378 | 10.784.959 | 19.829.278 | 10.784.959 |
| Media Loma | 3.591.347 | 1.438.161 | 3.712.383 | 1.506.261 |
| Campo Bajo | 815.315 | 241.766 | 1.074.482 | 500.933 |
| Total Cuenca | 24.236.040 | 12.464.886 | 24.616.243 | 12.792.173 |
| Diferencias | | | | 327.287 |



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Los campos altos aportan, al incluirse la zona de Casilda, el 81,8% de los Ingresos Brutos de la cuenca; la media loma el 14,8% y los bajos el 3,4%.

El incremento en los Ingresos Netos alcanza a los U\$S 327.287, es decir, un monto practicamente similar al que se obtiene con la alternativa de minima.

En el analisis por hectarea y despreciando las actividades productivas secundarias y la superficie de desperadicio, el Ingreso Neto medio actual anual de los campos altos es de U\$S 305,9/ Ha agricola; en la media loma es de U\$S 167,2 y en las zonas bajas de U\$S 108,1/ Ha. A nivel de cuenca implica un Ingreso Neto medio ponderado de U\$S 270,4/ Ha agricola.

Con la ejecucion de la obra, los bajos pasaran a tener como ingreso neto medio ponderado de U\$S 224,0/ Ha/ ano y la cuenca en general de U\$S 277,5 /Ha.

Con relación al valor de la tierra, los cambios serían los siguientes:

CUADRO N° 9

| <u>Ubicación</u> | <u>Valor de la tierra (U\$S/Ha)</u> | | |
|------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------|
| | <u>Valor Actual</u> | <u>C/Canal</u> | <u>Diferencia</u> |
| Campo alto | 3.750 | 3.750 | 0 (0 %) |
| Media loma | 2.300 | 2.500 | 200 (+ 9 %) |
| Bajo | 1.350 | 3.000 | 1.650 (+122 %) |
| Promedio Cuenca | 3.363 | 3.481 | 118 (+ 3,5%) |

Si bien la revalorización de la tierra en las zonas anegadas alcanza al 122 % a nivel de cuenca este incremento pierde significación, debido a la menor participación porcentual de las medias lomas y zonas bajas en el area total de la cuenca.

Finalmente cabe considerar la significación económica de la superficie productiva a expropiar y que se pierde como tal con motivo de la ampliación y/o modificación de la traza del canal y el Ingreso Bruto medio perdido por año y para el periodo de vida util de la obra (50 años) tomando como referencia el IB y valor \bar{X} /Ha de la cuenca.



Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

CUADRO N° 10

Monto de las expropiaciones e Ingreso bruto vacante por alternativa.

| Alternativa de Obra | Superficie perdida (Ha) | Monto de la expropiación | Ingreso Bruto perdido (U\$S) | |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------|
| | | | Por año | 50 años |
| I | 24,0 | 80.712 | 10.883,5 | 544.176 |
| II | 37,3 | 125.440 | 16.914,8 | 845.740 |
| III | 28,9 | 97.191 | 13.105,6 | 655.279 |
| Mínima | - | - | - | - |

Se desprende del cuadro que al costo de la obra habrá que adicionarle entre 80.000 y 125.000 U\$S en concepto de expropiaciones, según el caso, y un Ingreso vacante de hasta 17.000 U\$S/año para la zona, definitivamente perdidos. De estas opciones, la alternativa II es la más perjudicial para el sector rural, amén de que afecta a productores de otra cuenca, cuando el origen de los actuales excedentes hídricos se debe a un mal manejo agronómico de los suelos por parte de los productores de esta cuenca.



CONCLUSIONES ASPECTOS AGRONOMICOS

★ Tomando como ejemplo el cultivo ppal. soja de 1°, la situación actual refleja que las pérdidas totales de cosecha por anegamiento se dan en 3 de cada 10 años en las zonas bajas.

★ A nivel de cuenca, teniendo en cuenta la productividad media, queda expresado que zonalmente son más perjudiciales los años secos que los años húmedos.

★ Respecto al régimen de precipitaciones, se puede inferir según se desprende del análisis realizado con los registros de la Estación Bombal, que a nivel anual en la actualidad no estamos en un ciclo excesivamente húmedo (Gráfico N°1).

Si consideramos los valores correspondiente al mes de Noviembre, se encuentra que el 70 % de los registros está por arriba de la media en los 10 últimos años de la serie (77' - 87')

★ A consecuencia de un cambio brusco en las prácticas de cultivo producida a partir de la campaña 74/75' (con una agricultura más intensiva y un desplazamiento de la ganadería) se manifiestan iguales perjuicios que en períodos anteriores, con montos menores de precipitación y mayor frecuencia.

Este cambio, se traduce principalmente en una disminución en la capacidad de infiltración de los suelos por mal manejo, que determina a su vez un mayor efecto de sequía en las zonas altas y una mayor concentración de escurrimiento en las zonas bajas.

★ Desde el punto de vista económico, los campos altos de la cuenca representan en la actualidad para la obra de mínima el 74,7% del Ingreso Bruto; las medias lomas el 20,6% y las zonas bajas el 4,7%.



Provincia de Santa Fe

Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

Si se considera la ejecución de la obra, se produciría un incremento en los Ingresos Netos de la zona baja de un 104,9%. Pero a nivel de cuenca ese incremento solo alcanza al 3,7% (U\$S 321.766).

En el análisis por hectáreas, se puede concluir que a nivel de cuenca el Ingreso Neto Medio ponderado, para la alternativa de mínima alcanza a U\$S 257,8 /Ha/Año. Con la ejecución de la obra pasa a ser de U\$S 267,2/Ha/Año (Incremento del +3,7%). Para la alternativa de máxima los valores son prácticamente semejantes.

ASPECTOS URBANOS

Se prevé la protección de la localidad de Sanford para una —recurrencia de inundaciones sensiblemente menor a las actuales. Esta localidad que posee una población de 2002 habitantes asentadas en 793 viviendas según el Censo de 1991; sufre una periodicidad de inundaciones parciales o totales prácticamente similares a las zonas bajas del área rural (1 cada 3 años), debido a su ubicación en el terreno.

La localidad, se ve afectada por las inundaciones que se producen por precipitaciones locales y también por los aportes de agua de lluvia generada en el área rural.

Los daños que las mismas provocan, se estiman en base a la determinación de los montos de daños en las construcciones (mampostería, pintura, puertas, etc.), sobre los bienes muebles y los servicios en el interior de las viviendas; computándose para este caso que 115 viviendas del pueblo, (el 15%), son afectadas por la inundación analizada. Tal estimación no incluye los perjuicios en la infraestructura comunal (carpeta asfáltica, pozos ciegos etc.) ni en la calidad del agua de consumo humano.

Tampoco se contemplaron los lucros cesantes ni costos eventuales, que también se producen. Los gastos totales estimados para cada evento son de 120000 U\$S.



EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

A los efectos de la evaluacion, se consideraron Egresos del Proyecto:

- 1) los costos de obra (excavacion, alcantarillas etc.) incluidos los costos de expropiacion de las areas rurales a afectar, en el primer año.
- 2) Los costos de mantenimiento de las obras, normalmente comienzan a realizarse a partir del tercer año de terminada la construccion, sin embargo se considero para la evaluacion, un 3% anual, desde el año siguiente de iniciada la obra y durante la vida util de la misma.

Se consideraron Ingresos del Proyecto:

- 1) los beneficios que se dejan de percibir en las superficies cultivadas, donde no se realiza la cosecha.
- 2) los gastos que anualmente se deben realizar para el mantenimiento de las viviendas urbanas, tambien afectadas.

No se incluyeron, la cuantificacion economica de la mejora en la transitabilidad, ni las diferencias en la recaudacion impositiva entre los ingresos, ni entre los costos, los gastos de preinversion ya que en parte han sido desembolsados.

Se consideraron ingresos y egresos para una vida util de 20 años, un valor residual de las obras del 20% y una tasa de interes del 12%.

Se determino la factibilidad de las alternativas estudiadas, mediante la relacion beneficio-costos, para lo cual se actualizaron los beneficios y los costos para un periodo de veinte años.

La Alternativa I, la Obra de Mínima, tanto con la inclusion de la defensa al pueblo de Sanford como sin ella y la defensa sola, dieron en la relacion beneficio-costos, resultados positivos.

Tambien se realizo el flujo de caja año a año, para determinar la Tasa Interna de Retorno y el Valor Actual Neto, para asegurar la conveniencia de la inversion, considerando a esta en el año cero y el valor residual junto con los beneficios del año 20.



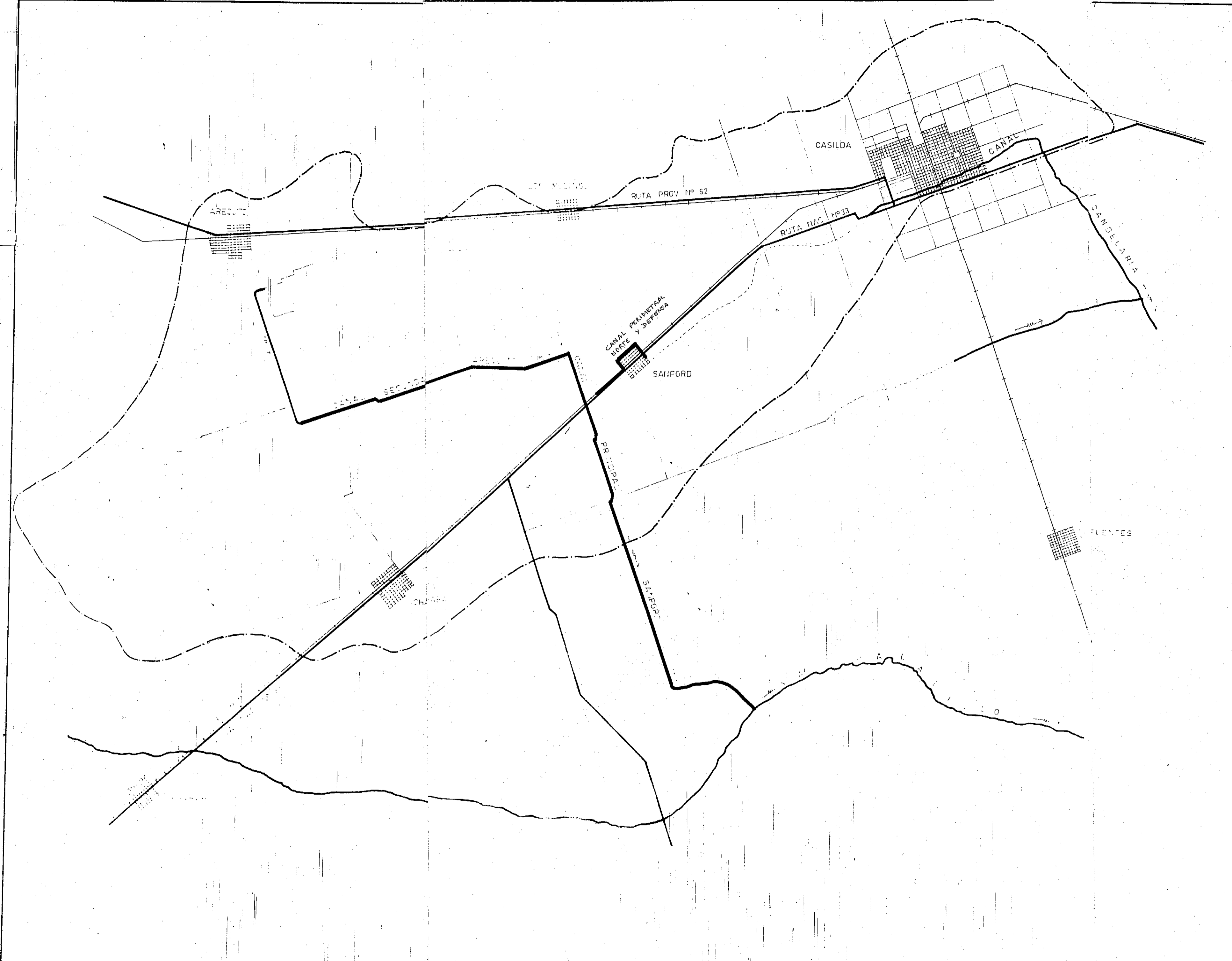
Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras, Servicios Públicos
y Vivienda

CUADRO Nro 11:
RENTABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS

| ALTERNATIVAS | INVERSION TOTAL \$ | BENEFICIOS ANUALES \$ | Rel B/C | TIR | VAN |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------|------|------------|
| Alternativa I | 3.542.696 | 367.287 | 1.02 | 4.9 | -1.356.272 |
| Alternativa II | 3.864.070 | 367.287 | 0.95 | 4.3 | -1.529.743 |
| Alternativa IV | 4.973.940 | 367.287 | 0.71 | 0.60 | -2.894.607 |
| Obra de Mínima | 1.973.687 | 361.766 | 1.82 | 14.8 | 328.920 |
| Defensa Sanford | 569.677 | 60.000 | 1.02 | 5.1 | -211.921 |
| Obra de Mínima s/ defensa | 1.404.011 | 327.287 | 2.24 | 19.9 | 837.559 |

Como se puede ver en el Cuadro Nro 11, la Alternativa I, que tiene una relación beneficio-costos positiva, presenta una TIR inferior a la tasa de interés y un Valor Actual Neto negativo, con lo cual queda descartada.

La única alternativa aconsejable, en las dos formas que fue considerada, es la Obra de Mínima, ya que en ambas se recupera la inversión, las TIR dieron 14.8% con la obra de defensa a Sanford incluida y sin ella 19.9%; y lógicamente el VAN es positivo.



ALTERNATIVA 1 DE MINIMA

CANAL PRINCIPAL SANFORD :

Caudal Pico (R=50 años) = 43 m³/s.
 Caudal Pico (R=10 años) = 34 m³/s.
 Long. canal = 9600 m.
 Base de fondo = 3 m.
 Pte. de fondo mínima = 25 cm/Km.
 Corte máximo = 10.50 m.
 Puentes : 3 submurar
 3 reconstruir
 Con protección por erosión.
 Volumen excavación = 217540 m³.

CANAL SECUNDARIO AREQUITO :

Caudal Pico (R=10 años) = 28 m³/s.
 Long. canal = 19000 m.
 Base de fondo = 5 m.
 Pte. de fondo mínima = 25 cm/Km.
 Corte máximo = 5 m.
 Puentes : 6 submurar
 Volumen excavación = 63260 m³.

CANAL Y DEFENSA NORTE PUEBLO SANFORD :

Caudal Pico = 34 m³/s.
 Long. canal = 4126 m.
 Base de fondo = 4 m.
 Pte. fondo mínima = 50 cm/Km.
 Corte máximo = 4.50 m.
 Defensa long. total = 3700 m.
 volumen terraplenes = 68000 m³.
 Ancho ocupación máximo = 35 m.
 Area expropiar = 7 Has.
 Puentes : 10 construir
 Volumen excavación = 50307 m³.

**ESTUDIO SISTEMA
 SANFORD - AREQUITO
 ALTERNATIVA MINIMA**