



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



ANALISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO I

INTRODUCCION

Ing. Jorge Lorda A.

agosto, 1980

cera etapa en la definición de los proyectos y se basa en el aprovechamiento de la información y de las conclusiones obtenidas en la fase de prefactibilidad, que deben ser el punto de partida para llevar a cabo las mismas actividades antes desarrolladas, pero con mayor precisión, a fin de llegar prácticamente al diseño definitivo. Para realizar los estudios correspondientes - al nivel de factibilidad, es necesario que previamente se haya llevado a cabo el estudio de prefactibilidad, que sirva de base y justifique la continuación de las actividades.

Considerando que el estudio integral de los proyectos - hidroagrícolas, además de ser costoso requiere un largo período de ejecución, esta metodología es ventajosa porque permite adoptar gradualmente las decisiones sobre el desarrollo de los trabajos y cambiar en caso necesario la orientación de las actividades, o bien suspenderlas si se presentan problemas insalvables o si las evaluaciones que se realizan en cada etapa indican que el proyecto debe ser aplazado o rechazado.

Por otra parte, los costos de las diferentes partes del proyecto, estimados a cada uno de los niveles de precisión del estudio, constituyen siempre un factor de incertidumbre y pueden conducir a subestimaciones que tienden a activar decisiones de inversión que en otras condiciones no serían recomendables ni oportunas. Es pues de la mayor importancia seleccionar los mecanismos que permitan estimar los costos de los proyectos en sus diferentes etapas con los niveles de precisión requeridos, evitando estimaciones optimistas que de momento mejoran la viabilidad de los proyectos,

pero que conducen a tomar decisiones que no se hubieran adoptado de haberse conocido de antemano los costos reales.

En realidad el curso está enfocado a la descripción de -- los análisis previos a la decisión de invertir en una obra, es decir a lo -- que comunmente se denomina como estudio de factibilidad o anteproyecto definitivo. Se hará una breve descripción de los estudios básicos indispensables para formular el análisis de inversiones, pero no se pretende describir la metodología seguida en tales estudios, sino únicamente describir su relación y utilización en la formulación y análisis de anteproyectos.









centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



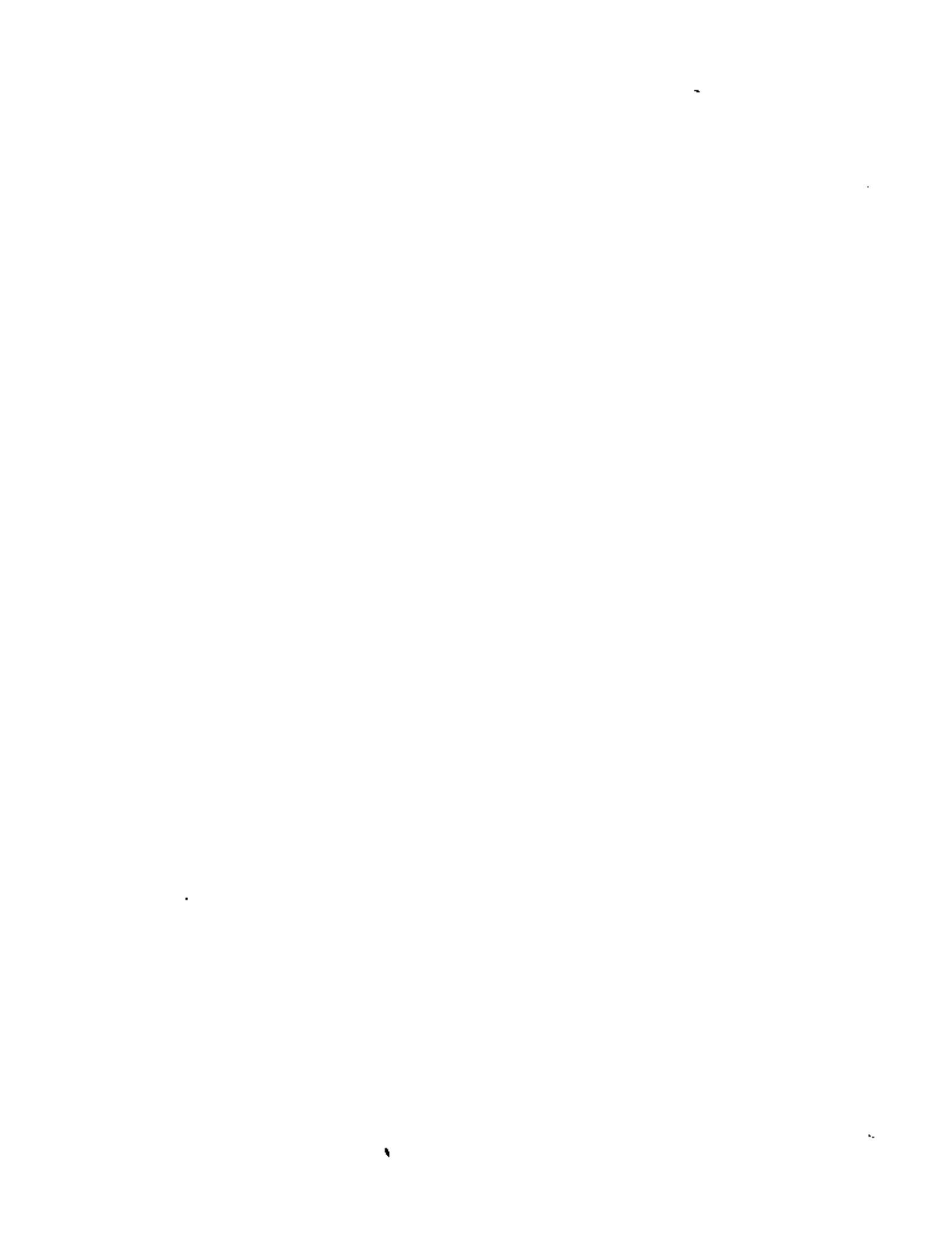
ANALISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO II

FORMULACION DE PROYECTOS

Ing. Rafael Gamboa M.

agosto, 1980





## 2. FORMULACION DE PROYECTOS

El diseño de las obras en proyectos hidroagrícolas debe basarse en la información básica de los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos del área, captada mediante investigaciones y estudios realizados en forma integrada, con uso intensivo de la fotogrametría y la fotointerpretación, y cuya precisión depende del grado de aproximación con que se va a analizar el proyecto.

Del estudio integrado de la zona regable surgen los lineamientos, tanto para diseñar y alojar las obras en el terreno como para realizar -- las actividades preagrícolas, en forma de eliminar sus efectos negativos en el medio, a fin de que los recursos naturales del área no sufran deterioro y conserven su carácter de renovables en cantidad y calidad.

La información básica para realizar el diseño de las zonas de riego comprende una serie de actividades interrelacionadas, que se condicionan mutuamente y cuyas características varían de acuerdo con el grado de aproximación del estudio.

Para realizar el estudio a nivel de factibilidad en condiciones ideales, se requiere la siguiente información básica:

## 1) Fotogrametría y fotointerpretación

Como plano base para las actividades subsiguientes, se requiere un mosaico fotográfico controlado de la zona regable, de preferencia en escala 1:20 000 y formado con fotografías obtenidas en un vuelo reciente, comprendiendo desde el sitio de la derivación o captación de las aguas, hasta la descarga del último dren, así como las áreas adyacentes donde se generan problemas que pueden afectar a la zona.

Además, debe disponerse de un juego de fotografías aéreas recientes, formando pares estereoscópicos, de la misma zona y a la escala mencionada.

## 2) Planos topográficos

Como elemento indispensable para el estudio se requiere el plano de la zona regable en escala 1:5 000 comprendiendo la topografía con curvas de nivel a 1.00 m de equidistancia vertical, la hidrografía y los centros de población, así como toda clase de obras de infraestructura y los rasgos culturales en general, que se presentan de preferencia en hojas de 2 por 3 kilómetros, abarcando una superficie de 600 Ha e incluyendo los puntos de control de los levantamientos.

Se requieren además planos generados en escala 1:20 000 de la misma área, formados mediante la reducción de los planos en escala 1:5 000, -

preferentemente en hojas de 10 por 20 kilómetros que cubren una superficie de 20 000 Ha. Cuando se trata de grandes superficies, es conveniente disponer - además de planos en escala 1:50 000, formados con la reducción de las hojas - en escala 1:20 000.

Para estudiar el tramo muerto del canal principal, debe disponerse de planos topográficos en escala 1:5 000 con curvas de nivel a 1.00 m - de equidistancia vertical, incluyendo toda la información requerida por los - planos de la zona de riego y abarcando una faja no menor de 500 m de ancho a lo largo de la ruta correspondiente a la alternativa seleccionada.

Los planos en escala 1:20 000 deben sobreponerse y corresponder con las líneas del mosaico fotográfico.

### 3) Planos catastrales

Como complemento de los planos topográficos se necesitan los - planos catastrales de la misma área, en escala 1:5 000, comprendiendo los lin - deros principales, o sean los que delimitan cualquiera de las tres formas de - tenencia de la tierra existentes en nuestro país ( la propiedad privada, el - ejido y la propiedad comunal ) o los terrenos nacionales, incluyendo los dere - chos de vía, y los linderos secundarios que demarcan los predios individuales de propiedad privada y ejidales; así como el área de cada predio y el nombre - del propietario o del ejidatario, en el caso de ejidos parcelados.

El catastro se representa en planos generales en escala 1:20 000, preparados con reducciones de los planos en escala 1:5 000, recurriendo también a planos en escala 1:50 000 cuando la extensión del área regable así lo amerite.

Al sobreponer los planos catastrales en los topográficos, se identifican los elementos físicos y culturales existentes dentro de los límites de cada predio.

#### 4) Estudio agrológico

El diseño de la zona de riego a nivel de factibilidad debe basarse en un estudio agrológico detallado que permita definir las características físicas, químicas, bióticas e hidrodinámicas de los suelos, a fin de planear su aprovechamiento para el desarrollo de una agricultura intensiva de riego.

Los resultados del estudio se representan en un plano de series, tipos y fases de suelos y otro de clasificación agrícola de los mismos (clases 1 a 6), ambos en escala 1:20 000 y en caso necesario también en 1:50 000, mostrando en un cuadro sinóptico las áreas cubiertas por cada concepto y los porcentajes respectivos de las áreas totales.

El estudio debe incluir también planos de isobatas e isohypsas, de permeabilidad, así como de salinidad y/o sodicidad de la zona regable,

a las mismas escalas.

Sobreponiendo los planos de suelos con los topográficos y los catastrales, es posible interrelacionar estos tres elementos básicos para el diseño de la zona de riego, con atención especial del drenaje, e introducir este factor en el inventario de los recursos de cada predio.

#### 5) Planos de uso actual del terreno

Para realizar el diseño se requieren los planos de uso actual del terreno de la zona regable y de las áreas adyacentes que estén interrelacionadas en alguna forma con ésta, así como de la faja de terreno donde se alojará el tramo muerto del canal principal.

Los planos se presentan en escala 1:20 000 y en caso necesario también en escala 1:50 000, y conteniendo la información relativa al aprovechamiento que se hace del terreno en cada porción del área, que no siempre coincide con la capacidad de uso de este recurso. Las principales clases de uso del terreno en el medio rural son: Cultivos anuales o perennes ( de temporal, de humedad o de riego ), praderas naturales o implantadas, pastizales y sabanas; áreas forestales de diversos tipos, chaparrales y matorrales; centros de población, zonas de servicio, de recreo o industriales; obras de infraestructura ( caminos, vías de ferrocarril, aeropuertos, presas, canales, plantas y líneas de conducción de energía, teléfonos y telégrafos, oleoductos, acueductos, etc. ), antecedentes arqueológicos, históricos y culturales; lagos, lagunas y depósitos de agua en general; derechos de vía y zonas de pro-

tección, etc. Algunos terrenos, especialmente incapaces de producir bienes o servicios de valor, se clasifican como "Terrenos baldíos", en tanto que otros, capaces de producirlos pero que aún no son usados, se denominan "Terrenos ociosos".

El inventario que constituye esta investigación, se toma en cuenta también las áreas de suelos erosionados y la magnitud e importancia de la degradación.

Al sobreponer los planos de uso actual del terreno con los correspondientes a los aspectos topográficos y catastrales, así como los resultados del estudio agrológico, se interrelacionan estos cuatro factores determinantes en las diversas fases del estudio.

#### 6) Planos de uso potencial del terreno

Los estudios del uso potencial del terreno son complementarios de las investigaciones del uso actual y toman en cuenta los factores físicos, bióticos y humanos que se conjugan en cada fracción del área para determinar la clase de uso al que debe destinarse, no sólo agropecuario sino también forestal, industrial, residencial o de cualquier otra naturaleza, a fin de aprovecharlo en forma racional y obtener el máximo rendimiento económico.

La información relativa al uso potencial del terreno de la zona

na, se presenta en planos en escala 1:20 000 y cuando la magnitud del área - lo requiere también en 1:50 000, como sobrepuesto de los correspondientes a las actividades que se han mencionado, y constituye un elemento de juicio indispensable para estudiar y diseñar las obras y los trabajos preagrícolas, - así como para planear el desarrollo de una agricultura tecnificada, de alta productividad, basada en el aprovechamiento racional de los recursos de la - zona, y otras actividades conexas al desarrollo agropecuario.

### 7) Estudio hidrometeorológico

Para racionalizar el aprovechamiento de las aguas atmosféricas en el desarrollo de actividades agropecuarias, se requiere un estudio hidrometeorológico del área del proyecto.

El análisis de los elementos hidrometeorológicos que definen el clima, permite determinar sus características estadísticas, así como su -- distribución en el espacio y en el tiempo y la periodicidad de los fenómenos, si existe una tendencia cíclica independiente de los ciclos definidos por las estaciones del año, a fin de reducir a términos estadísticos las variaciones de dichos elementos y la incertidumbre sobre la ocurrencia de los fenómenos - meteorológicos.

En el estudio se analizan las características de la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración potencial, la humedad y los vientos, así como los fenómenos meteorológicos extremos, como tormentas, granizadas, heladas, incidencia de huracanes, frentes y fenómenos extratropicales. -

La investigación incluye el análisis estadístico de los datos anuales, mensuales y diarios, para valores medios, máximos y mínimos, varianzas, desviaciones estandar, coeficientes de variación, análisis de confiabilidad de los datos, distribución mensual y estudio de la distribución de frecuencias.

La información hidrometeorológica se usa para aprovechar en forma coordinada los recursos hidráulicos atmosféricos con los superficiales y los subterráneos, aumentando la eficiencia de las explotaciones.

Se aprovecha también esta información para seleccionar los cultivos y distribuirlos a lo largo del año, para hacer los calendarios de siembra y de riego, para estimar las necesidades de desague superficial y de drenaje y para estimar los riesgos en que se incurre en las explotaciones agrícolas en las zonas expuestas a fenómenos meteorológicos extremos.

#### 8) Estudio hidrológico

El estudio hidrológico del proyecto determina las disponibilidades de aguas superficiales para satisfacer el régimen de demanda de la zona regable, generado por el programa de cultivos, con las deficiencias máximas admisibles en diferentes períodos, de acuerdo con el tipo de aprovechamiento que se haga de la corriente (almacenamiento, derivación, bombeo o toma directa) y de la información hidrométrica disponible. El aprovechamiento integrado de los recursos hidráulicos permite suplir estas deficiencias de aguas superficiales con aguas subterráneas.



Este estudio proporciona también información sobre las avenidas de la corriente, que pueden presentarse en la zona regable en diversos períodos de retorno, y el efecto regulador de la obra de captación, si se trata de una presa de almacenamiento, para prever en caso necesario la construcción de obras de protección contra inundaciones.

#### 9) Estudio geohidrológico

Para determinar la cuantía y la ubicación de las aguas subterráneas de la zona, susceptibles de aprovecharse en riego, se requiere un estudio geohidrológico que comprenda estudios fotogeológicos y geofísicos regionales, análisis geoquímicos de las aguas, investigaciones de las características geológicas e hidrodinámicas de los acuíferos, basadas en observaciones — realizadas mediante pozos profundos de exploración y otras actividades complementarias. Además de los volúmenes de aguas disponibles y su ubicación, que permiten localizar los pozos de explotación, el estudio aporta información sobre las cargas estáticas y dinámicas de bombeo.

La información básica que aporta el estudio geohidrológico de la zona, especialmente la fotogeohidrológica, la localización de los pozos, norias y manantiales, las áreas que presentan posibilidades de aguas subterráneas, la localización de los pozos de exploración, las curvas de igual concentración de sólidos totales y sales, la clasificación del agua con fines de riego y las curvas de iguales elevación y profundidad al nivel estático, se representa en planos generales en escala 1:20 000 y cuando la extensión de la zona lo requiera en escala 1:50 000, que se sobreponen en la serie de planos—

correspondientes a las actividades mencionadas antes.

#### 10) Estudios geológicos

Como complemento de la información básica necesaria para diseñar las obras y los trabajos preagrícolas en la zona de riego, se requiere el estudio geológico del sitio seleccionado para captar las aguas de la corriente hacia los terrenos regables. Las características del estudio varían en función de la importancia de la corriente y de las condiciones geológicas del sitio, así como del procedimiento de captación que se use (almacenamiento, derivación, bombeo o toma directa).

Asimismo, deben localizarse y estudiarse los bancos de materiales necesarios para construir la clase de estructura adoptada.

En los párrafos anteriores se han mencionado los elementos básicos que deben contemplarse en el planteamiento de un estudio. Conviene aquí comentarlos en términos muy generales:

- i) En el enunciamiento de los temas informativos y restrictivos ya señalados se tendrán en consideración las aportaciones de estudios previos. En tal caso, el planteo se enfocará a los temas que requieran análisis más avanzados, remitiendo al lector hacia las fuentes y medios por utilizar en cada caso. Adicionalmente, dicho planteo contendrá la descripción de la zona de acuerdo con su ubica-

ción, características orográficas, hidrográficas, clima, comunicaciones y localidades circunvecinas de importancia, así como una relación de los problemas que pudieran tener solución al modificar la infraestructura regional, tanto por lo que se refiere a obras básicas, como por lo que atañe a servicios.

- ii) Del lado de los objetivos del análisis, la exposición debe de ser clara y concisa. Comprenderá el examen de los factores que limiten la expansión económica-social de la región, los balances de los recursos, el aprovechamiento potencial de los factores productivos de la zona, los planes y programas alternativos encaminados a resolver los problemas locales, la identificación de los proyectos interrelacionables geográficamente o a través de complejos de producción, y por último, el planteamiento y jerarquización de los temas cuyo conocimiento requiera de análisis posteriores, no comprendidos en las especificaciones del estudio.

La modalidad de aplicación del guión de trabajo y las especificaciones deben precisarse en la parte final del planteamiento. Si se trata de un proyecto en particular, el carácter de tal aplicación será meramente introductorio, y se basará en la consideración de planos y mapas de la región, donde aparecerán delimitadas las áreas del estudio.

En el caso de problemas de orden regional, además del señalamiento inmediato anterior, el temario describirá los proyectos y áreas beneficiables identificados o analizados con antelación al estudio, su interrelación y vinculación con obras hidráulicas existentes, así como los lineamientos generales de tratamiento. Entre éstos, podrán citarse la observancia del guión y las especificaciones, proyecto por proyecto, así como la programación de dichas iniciativas de obra en función de las respuestas individuales obtenidas para cada una de ellas.

Conforme a los procedimientos seguidos en la Dirección General de Estudios de la S.A.R.H., el guión o temario del trabajo viene consignado en el Anexo A de este documento. Reune los enunciados de los diversos estudios que es deseable realizar, a fin de proyectar una imagen clara de los programas de desarrollo agropecuario y la amplitud de éstos, así como de las obras hidráulicas que se pretenda construir, incluyendo por supuesto, todas las consideraciones necesarias para demostrar la factibilidad técnica y económica de las inversiones consecuentes.

El desarrollo de los capítulos que lo integran conduce al logro de cinco metas globales, que son:

- 1) El conocimiento de los recursos naturales de producción, de la utilización que se hace de ellos, y de las respuestas obtenidas, expresadas éstas en términos del bienestar de la población de la zona.

- ii) El análisis de la situación actual del área beneficiable, apartado donde se perfilará la problemática regional, fundando los razonamientos concernientes en los temas vinculados con los factores de producción e institucionales.
- iii) La generación de proyectos alternativos y su selección.
- iv) La concepción de los sistemas hidráulicos al nivel de precisión característico del estudio.
- v) El análisis de las respuestas previsibles una vez construidas las obras en proyecto.

Los anteriores son objetivos de orden general que pueden normar el planteamiento de los trabajos. Ellos mismos, debidamente adecuados al conocimiento de una región en particular, y orientados por los estudios ya realizados para la misma, pueden ser manejados, a su vez, como objetivos del estudio de preinversión respectivo.

En el Apéndice B de este trabajo figuran las especificaciones generales de análisis. En los casos de proyectos específicos, podrán ser aplicados directa e individualmente. Por el contrario, si los estudios son de índole regional, tales normas habrán de aplicarse proyecto por proyecto, cuidando la compatibilidad de cada iniciativa con el funcionamiento de los sistemas hidráulicos existentes y con ellas entre sí.

El análisis de las especificaciones lleva a sostener la necesidad de conducir todos los nuevos estudios de preinversión a través de los tres niveles anotados con anterioridad. Ello se concluye porque la secuencia de las actividades —que se encuentra dispuesta con relativa flexibilidad en las especificaciones— debe orientarse en función del planteamiento general del trabajo especialmente en lo que toca a áreas, planes de desarrollo, y niveles de inversión.

El análisis de las especificaciones lleva a sostener la necesidad de conducir todos los nuevos estudios de preinversión a través de los tres niveles anotados con anterioridad. Ello se concluye porque la secuencia de las actividades —que se encuentra dispuesta con relativa flexibilidad en las especificaciones— debe orientarse en función del planteamiento general del trabajo especialmente en lo que toca a áreas, planes de desarrollo, y niveles de inversión.

GUIÓN DE ESTUDIO

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

SUBSECRETARIA DE PLANEACION  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS

GUION DE ESTUDIO

I) DESCRIPCION DE LOS RECURSOS NATURALES

Objetivo

Detallar, en la escala correspondiente a las especificaciones respectivas, los recursos naturales de la zona, haciendo énfasis fundamentalmente en los suelos, la disponibilidad de agua, los aspectos geológicos, los hidrometeorológicos y los ecológicos.

1.1) Ubicación.

1.2) Orografía y estudios topográficos.

1.3) Hidrografía y estudios hidrológicos.

1.4) Estudios geológicos.

1.5) Estudios agrológicos.

1.6) Estudios hidrometeorológicos.

1.7) Estudios ecológicos.

1.8) Estudios geohidrológicos.

II) USOS DEL SUELO Y DEL AGUA

Objetivo

Describir y analizar, al nivel especificado en el anexo, la utiliza

ción actual de los recursos agua y suelo, y sus respuestas, destacando las modalidades de explotación, los rendimientos, costos y precios de los productos obtenidos.

2.1) Agricultura.

2.2) Ganadería.

2.3) Fruticultura.

2.4) Silvicultura.

2.5) Acuicultura.

### III) INFRAESTRUCTURA Y COMERCIALIZACION

#### Objetivo

Describir, de acuerdo con las especificaciones adjuntas, las instalaciones y obras básicas disponibles en la región, así como los mecanismos de distribución de la producción existentes.

3.1) Obras hidráulicas.

3.2) Vías de comunicación y sistemas de transporte.

3.3) Electrificación.

3.4) Centros educativos, de investigación y asistenciales.

3.5) Instalaciones para el almacenaje de los productos.

3.6) Agua potable y alcantarillado.

3.7) Centros de distribución y de consumo.



#### IV) DEMOGRAFIA Y ESTADO DE DESARROLLO ECONOMICO-SOCIAL

##### Objetivo

Detallar, cóngruentemente con lo especificado en el caso, la situación económica y social de los pobladores del área beneficiable.

- 4.1) Análisis demográfico.
- 4.2) Análisis del ingreso y del consumo.
- 4.3) Extensionismo.
- 4.4) Capital del sector primario.
- 4.5) Crédito para el medio circulante.
- 4.6) Tenencia de la tierra.
- 4.7) Otros factores institucionales.

#### V) ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL Y DE SU PROYECCION

##### Objetivo

En este apartado se expondrán conclusiones relacionadas con los factores dinámicos que tienden a desarrollar la economía local, identificando, a su vez, los obstáculos que frenen dicho proceso. Se harán balances en términos de los recursos productivos, se concretarán apreciaciones sobre el uso actual y potencial de los mismos, destacando su ocupación; y se abordará la actual distribución geográfica de la demanda para deducir la influencia de ésta en las actividades locales. Adicionalmente, se establecerá la evolución previsible de la zona en ausencia

de acciones.

- 5.1) Problemática de la utilización del agua.
- 5.2) Problemática del uso del suelo y de la tenencia de la tierra.
- 5.3) Balances agua-suelo.
- 5.4) Efectos del nivel tecnológico en las actividades y rendimientos.
- 5.5) Problemática del financiamiento del capital de trabajo.
- 5.6) Discusión de la política de aseguramientos.
- 5.7) Problemática de la distribución y del mercado de bienes y servicios.
- 5.8) Otras conclusiones.
- 5.9) Prognosis en ausencia de acciones concertadas.

## VI) PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

### Objetivo

En este capítulo deberán aparecer todos los elementos que permitan formular las previsiones de la labor deseables para la zona por beneficiar, así como los programas correspondientes. Estos se establecerán en función de actividades del sector primario, y en su caso, tomando en cuenta la presencia de agroindustrias y los servicios conexos. Tal programación será consistente con los objetivos y metas elegidas, de acuerdo con las conclusiones del capítulo anterior, y en consonancia con la

función del proyecto. Responderá a las restricciones físicas, tecnológicas y socioeconómicas que procedan.

- 6.1) Objetivos y metas de desarrollo local.
- 6.2) Estudio de siembras y actividades alternativas.
- 6.3) Análisis de costos de producción.
- 6.4) Estudio de precios de los productos.
- 6.5) Establecimiento y análisis de restricciones de programación.
- 6.6) Formulación de los programas locales de actividad.
- 6.7) Directrices generales para el desarrollo local.

## VII) SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

### Objetivo

En este apartado se describirán y clasificarán a la escala definida en las especificaciones, los sistemas hidráulicos alternativos —precisamente los necesarios para lograr las metas del programa establecido con anterioridad —, sin descuidar su compatibilidad con otras obras ya realizadas o por erigir. Se valuarán tales proyectos proponiendo los programas de inversión respectivos, y considerando los gastos sistemáticos correspondientes. Las alternativas se preseleccionarán en función de sus costos; y aquéllas que resultaren de la misma clase se sujetarán a un análisis comparativo mas detallado.

- 7.1) Descripción de alternativas y su clasificación.
- 7.2) Presupuestos y programas de inversión.
- 7.3) Gastos sistemáticos de operación y mantenimiento.
- 7.4) Preselección de alternativas por su costo.
- 7.5) Análisis de tamaño.

## VIII) INGENIERIA DE PROYECTO

### Objetivo

Seleccionada una alternativa de inversión en función de su tamaño y costo, se afinará su diseño de acuerdo con lo asentado en las especificaciones del caso.

- 8.1) Dimensionamiento hidráulico de las obras, por propósitos.
- 8.2) Proyecto de las instalaciones, sistemas de riego, sistemas de abastecimiento, y obras complementarias.
- 8.3) Estudios de afectaciones, indemnizaciones y reacomodo.
- 8.4) Presupuesto.
- 8.5) Programación de obras.
- 8.6) Programación de inversiones.
- 8.7) Previsiones de operación.

## IX) EVALUACION

### Objetivo

Probar la viabilidad económica o la incosteabilidad del proyecto. Asimismo establecer la factibilidad financiera de la iniciativa, de acuerdo con las directrices generales propuestas para el desarrollo de las actividades en la zona.

- 9.1) Replanteo del programa de actividad.
- 9.2) Prorrateso de costos de inversión entre los usos.
- 9.3) Evaluación del proyecto.
- 9.4) Financiamiento de la inversión y componente externa.
- 9.5) Estudios de cuotas y recuperación financiera del capital por invertir.
- 9.6) Requerimientos de recursos financieros para el medio circulante.
- 9.7) Estudios de fuentes y usos de fondos.
- 9.8) Análisis de solvencia y capacidad de pago.
- 9.9) Determinación de los ingresos y otras remuneraciones de las familias campesinas.

## X) ORGANIZACION

### Objetivo

Proponer las modificaciones estructurales adecuadas para la orga

nización del complejo de producción en sus nuevas condiciones de desarrollo.

- 10.1) Reestructuración de la tenencia de la tierra.
- 10.2) Organización de unidades de producción.
- 10.3) Posibilidades para el establecimiento de agroindustrias.
- 10.4) Sugerencias para el financiamiento del capital circulante.
- 10.5) Requerimientos de asistencia técnica y centros de investigación.
- 10.6) Proposición sobre el abastecimiento de insumos técnicos y la comercialización de los productos.
- 10.7) Recomendaciones en materia de tributación.
- 10.8) Otras sugerencias.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

SUBSECRETARIA DE PLANEACION  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS

ESPECIFICACIONES DE ESTUDIO A NIVEL DE FACTIBILIDAD

1) RECURSOS NATURALES

1.1) Ubicación

La localización de la zona en estudio aparecerá a manera de in troducción del trabajo. Por tal razón, se describirá geográfica y polí ticamente, citando los nombres de las principales localidades conteni das en la zona o ubicadas en las cercanías de la misma.

1.2) Orografía y estudios topográficos

Por cuanto se refiere a la orografía regional, el estudio contien drá una descripción de las principales formaciones y su relación con el sistema orográfico a que correspondan, así como las demás carac terísticas que contribuyan a definir el relieve de la comarca. Los es tudios topográficos, comprenderán, fundamentalmente, levantamientos fotogramétricos y terrestres. Los planos de la región beneficiable se presentarán a la escala 1:5 000, con curvas de nivel a 1 m de equidis tancia vertical, efectuando una reducción a escala 1:20 000 para ela borar el plano general de la misma. Las fajas donde quedarán alojadas las obras de conducción se presentarán con un ancho no menor de 500 m, y se levantarán por medio de secciones transversales o con plancheta

para lograr representaciones a escala de 1:5 000, escogiendo las equidistancias verticales con el propósito de obtener la configuración del terreno lo más claramente posible. Los planos de los sitios en que habrán de ubicarse las cortinas y obras conexas se formularán a escalas que varíen entre 1:500 y 1:2 000, de acuerdo con la amplitud y relieve de la boquilla; las curvas de nivel tendrán igualmente equidistancias de 1 m. En las zonas del vaso, los levantamientos se realizarán a escala 1:5 000, con curvas de nivel a cada 5 m para embalses mayores de 40 m; o con curvas de nivel a cada metro para alturas menores que la anterior. Por lo que a tolerancias se refiere, se respetarán las propias enunciadas en el Instructivo para Levantamientos Topográficos de la S.R.H.

### 1.3) Hidrografía y estudios hidrológicos

Tomando en cuenta que las características hidrográficas de la zona han sido ya descritas en los estudios de gran visión, este apartado se iniciará con la estimación de los volúmenes de los escurrimientos mensuales, procurando que los períodos de análisis respectivos sean de la mayor duración posible. Ello se logrará a base de observaciones directas, por correlaciones con datos tomados en estaciones vecinas con comportamientos similares, o mediante extrapolaciones basadas en información pluviométrica. Con estos datos y con los regímenes de demanda obtenidos de los estudios de prefactibilidad, vía la aplicación del Método de Blaney-Criddle, se desarrollarán los estudios de funcionamiento de vasos, y en su caso, los concernientes a las derivaciones



que se proyecte realizar. En los análisis de almacenamiento, se respetarán las especificaciones siguientes: la deficiencia máxima en un año no será mayor que el 60% del volumen demandado; en dos años consecutivos, la deficiencia acumulada no superará al 90% del caudal respectivo de la demanda, con un máximo anual del 55%; y en tres años consecutivos la deficiencia total no superará al 110% del volumen demandado anualmente, restringiendo la deficiencia anual máxima al 50% del caudal respectivo. No serán aceptables deficiencias por más de tres años consecutivos, y en promedio, una cada cuatro años. La suma de los porcentajes de deficiencias para el período de estudio no excederá del 5% en promedio anual. Por cuanto atañe a derivaciones los estudios se harán a base de volúmenes escurridos decenalmente, cuando existan datos hidrométricos. Será admisible que, en promedio exista una deficiencia anual por cada tres años del período de observación, o en términos de tiempo, no deberán existir períodos de deficiencia que superen el 33% del lapso de análisis. En lo que concierne a deficiencias máximas admisibles, la decenal será del 80% del volumen demandado respectivo; la vigesimal del 120% de la demanda decenal, la trigesimal del 150% de la misma demanda; y la cuadregesimal del 170%. En caso de ausencia de registros detallados, la deficiencia mensual máxima admisible no excederá del 50% de la demanda mensual, y la anual no superará el 20% de la demanda respectiva. Finalmente, para la derivación de corrientes, no serán aceptables más de tres deficiencias anuales consecutivas. La determinación de la avenida máxima

probable, se basará en períodos de retorno comprendidos entre 1000 y 10 000 años, dependiendo de la magnitud de la obra y de la presencia o ausencia de poblaciones aguas abajo. Si existieren datos, el análisis se ajustará a los criterios de Gumbel, Foster, Levediev, Hazen y Pearson III, y considerará el promedio de los resultados de órdenes semejantes, comprobándose dicha media a través del Método de Gregory-Arnold y otros análogos, aplicados en función de las características fisiográficas de la cuenca. Para lo anterior, se dispondrá necesariamente del estudio probabilístico de la precipitación, efectuado para los mismos períodos de retorno ya indicados. En caso de no existir información suficiente, los estudios para la determinación de la avenida máxima probable se efectuarán siguiendo el criterio Gregory-Arnold y otros análogos. Para efectos de control de avenidas, si el registro de observación comprendiere más de 20 años, se tomará como avenida de diseño aquella que coincida con la máxima registrada. Si, por el contrario, no se dispusiere de datos para tal lapso de observación, se valorará en el 40% de la avenida máxima probable.

#### 1.4) Estudios geológicos

Estos análisis llevarán a cabo el programa de exploraciones formulado en el estudio de prefactibilidad, agregando, en su caso, los sondeos adicionales necesarios para definir cabalmente la permeabilidad y calidad de las rocas. Se elaborarán los perfiles geológicos requeridos para definir las características y detalles del anteproyecto: trin-

cheras, dentellones, pantallas flexibles, inyecciones, etc. Asimismo, deberán localizarse, en su caso, los bancos de roca, grava, arena y arcilla ahí existentes.

#### 1.5) Estudios agrológicos

Determinarán estos estudios, con la mayor precisión posible, las características físicas, químicas, biológicas e hidrodinámicas de los suelos, de tal manera que, con base en esta información restrictiva, puedan formularse los programas de actividad de las zonas roga- bles. Los métodos de levantamiento abarcarán, desde la fotointerpre- tación con verificación de campo, hasta el muestreo directo realizado con base en la información topográfica, y el análisis de los especíme- nes en el laboratorio. Como conclusión de este estudio, deberá dispo- nerse de la clasificación agrológica de los suelos según sus series, tipos y fases, conforme a lo especificado en las Publicaciones Nos. 3 y 8 de la Dirección de Agrología.

#### 1.6) Estudios hidrometeorológicos

A este respecto, se relacionarán las estaciones hidrométricas y climatológicas de la zona, indicando sus períodos de operación y las características de la información en ellas obtenida. Se detallarán las variaciones de las precipitaciones mensual y anual, determinando su comportamiento estadístico. En adición a lo anterior, se estudiarán los períodos anuales de concentración de la precipitación, dando a conocer también las temperaturas anuales extremas, las medias mensuales y -

anuales, y las horas frío. Igualmente, se describirá la ocurrencia de heladas, granizadas y meteoros.

#### 1.7) Estudios ecológicos

Los análisis que deberán incluirse en este apartado comprenderán fundamentalmente tres renglones, a saber: la cuenca de captación, el vaso y las lagunas costeras, en su caso. Por lo que atañe a la cuenca de captación mediata, los estudios atenderán a los usos actual y potencial de las tierras, de acuerdo con la cubierta vegetal de éstas y su uso, haciendo énfasis en la explotación forestal, la ganadería, la agricultura de temporal, y las áreas degradadas por la existencia de procesos erosivos. La zona del vaso se tratará análogamente para efectos de control de malezas y piscicultura; y, finalmente, en lo relativo a la eventual existencia de lagunas litorales, las previsiones atenderán a la preservación y estímulo del desarrollo de la fauna comercial.

#### 1.8) Estudios geohidrológicos

Con base tanto en la información geohidrológica obtenida en el campo como en los programas de exploración, se realizarán las perforaciones necesarias para determinar las características hidrodinámicas de los acuíferos, así como de la geología subterránea de la zona beneficiable. Las conclusiones serán determinantes por lo que atañe al volumen de aguas subterráneas aprovechables en la zona de proyecto, y

por cuanto toca a la localización de los pozos de explotación, y cargas estáticas y dinámicas de bombeo.

## II) USOS DEL AGUA Y DEL SUELO

### 2.1) Agricultura

El estudio de la agricultura regional habrá de referirse al volumen y valor de la producción, a los precios y costos de cultivo de los productos significativos, a los rendimientos de las actividades, así como al empleo de insumos, calidad y eficacia de las técnicas de producción, indicando el grado de mecanización. Se presentarán series históricas que cubran un período mínimo de 5 años, donde aparezcan el volumen y valor de las cosechas; los rendimientos de las actividades; los costos de producción y los precios unitarios correspondientes. Dichas series se analizarán estadísticamente con el propósito de obtener elementos de juicio que permitan prever la evolución de las actividades agrícolas, en ausencia de mejoras y perturbaciones. Se hará acopio de información relacionada con el uso de fertilizantes, pesticidas y herbicidas; se detallarán las técnicas empleadas en las actividades agrícolas, atendiendo a las prácticas tradicionales, grado de mecanización, y disponibilidad de equipos, si la hubiere. Se analizará asimismo el empleo de semillas y su distribución, incluyendo la rotación de cultivos y el control de plagas y malezas. Toda la anterior información se diferenciará, de acuerdo con la modalidad temporalera, de humedad y de riego de los cultivos y actividades agrícolas.

## 2.2) Ganadería

Análogamente al estudio de la agricultura, el análisis de la ganadería de la zona deberá orientarse a la determinación del volumen y valor de la producción, distinguiendo las actividades de engorda, de cría, y de producción lechera. Contendrá el inventario actual y los elementos suficientes para determinar rendimientos y costos de producción, y para fundar los planes de desarrollo pecuario que se juzguen adecuados para la región. Describirá las prácticas pecuarias en la zona, las especies y razas del inventario ganadero, la calidad de los pastos y forrajes disponibles, las tendencias en el empleo de alimentación suplementaria, el suministro de agua al ganado, etc.

## 2.3) Fruticultura

Se llevará a cabo un estudio detallado de las plantaciones frutícolas de la zona, analizando costos, precios y rendimientos, por tipo de explotación. Se examinarán, asimismo, todas las características de las plantaciones: edades, condiciones de desarrollo, plagas, prácticas de cultivo y cosecha, entre otras.

## 2.4) Silvicultura

Se describirán las prácticas seguidas para la explotación de bosques naturales, los sistemas de corte, la explotación de bosques -

artificiales, los problemas de reforestación, y el control de plagas. Todo ello se detallará a nivel municipal, destacando las especies, grado de tecnificación, rendimientos, costos y precios correspondientes.

#### 2.5) Acuicultura

Se examinará la explotación de especies animales acuáticas en lagunas costeras, especificando las prácticas, volumen y valor de la producción, así como sus posibilidades de desarrollo a la luz del mercado actual y potencial.

### III) INFRAESTRUCTURA Y COMERCIALIZACION

#### 3.1) Obras hidráulicas

Se describirán aquí detalladamente los sistemas de grande y pequeña irrigación que incluyan o que afecten al proyecto, las obras de generación hidroeléctrica, las propias de drenaje, aquellas cuyo propósito sea el control de inundaciones y las relacionadas con el manejo de cuencas.

#### 3.2) Vías de comunicación y sistemas de transporte

En este apartado se hará una relación pormenorizada de los caminos de largo y corto itinerario que sirvan a las zonas atendiendo a su

función y nivel de servicio; se describirán las líneas ferroviarias, los aeropuertos, aeropistas, puertos marítimos y fluviales, etc., que coadyuvarían al desarrollo regional.

### 3.3) Electrificación

Por cuanto se refiere a electrificación, se darán a conocer las plantas de generación, su capacidad instalada, y su dependencia, así como las líneas de transmisión disponibles en la región.

### 3.4) Centros educativos, de investigación y asistenciales

Aquí se describirán las escuelas de la región, distinguiéndolas por el nivel de sus servicios docentes; los centros de investigación agropecuaria; aquellos otros de asistencia técnica, y los centros de salud y asistenciales.

### 3.5) Instalaciones para el almacenaje de los productos

Se incluirá una descripción de los almacenes y bodegas de la región, aludiendo a las capacidades y localización de tales instalaciones. Se indicarán los organismos y empresas descentralizadas que operen dichos sistemas.

### 3.6) Agua potable y alcantarillado

En este apartado se describirán los servicios municipales con que cuenten las principales localidades comprendidas en la zona de influencia del proyecto, haciendo énfasis especial en las facilidades



de distribución de agua potable, y en las obras de alcantarillado.

### 3.7) Centros de distribución y de consumo

Habrán de identificarse los centros de distribución y consumo que tengan influencia en la zona por desarrollar. Se analizarán esos polos económicos a través de encuestas de opinión con los conocedores de la problemática regional.

## IV) DEMOGRAFIA Y ESTADO DE DESARROLLO ECONOMICO-SOCIAL

### 4.1) Análisis demográfico

El análisis demográfico se relacionará con la población de los municipios que integran el área beneficiable y con la propia asentada en esta última. Consignará los agregados urbano y rural, así como el económicamente activo del o los municipios respectivos, y del sector primario. Se analizarán aquí las tendencias de todos estos componentes demográficos; se estimarán la ocupación, desocupación y subocupación de la mano de obra, la demanda estacional de trabajo y las alternativas de ocupación en otros sectores de la economía. Se apreciarán, asimismo, los desplazamientos temporales y permanentes de la población; y los niveles culturales de la población agrícola a las escalas empresarial, administrativa y laboral, incluyendo índices de analfabetismo en la zona.

#### 4.2) Análisis del ingreso y del consumo

El análisis del ingreso y del consumo tratará sobre los regímenes de trabajo, los salarios agrícolas y otras formas de remuneración. Consignará el monto real de las percepciones individuales, los niveles de vida, índices de salud, característica de la vivienda, reacción ante incentivos y responsabilidad social. De acuerdo con los niveles y la distribución del ingreso, se determinará el consumo familiar anual y sus tendencias, consiguando, a la vez, el número y tamaño de las familias campesinas, y sus miembros activos.

#### 4.3) Extensionismo

En este apartado se relacionarán las diversas instituciones oficiales u organismos privados que presten servicios de extensión agropecuaria en la zona, y se describirá su coordinación con las estaciones experimentales, universidades y otros centros de instrucción técnica. Asimismo, se dará a conocer el número de extensionistas y la eficacia de sus servicios, tomando en cuenta las facilidades con que estos profesionales cuentan para el desarrollo de su trabajo: presupuesto anual, campos de experimentación y de demostración, planes de mejoramiento parcelario, medio de transporte propio, etc.

#### 4.4) Capital del sector primario

El análisis del capital del sector primario abarcará las inversiones en la habilitación de tierras, nivelaciones y conservación de sue

los; y la instalación de plantas agroindustriales, molinos, potreros y establos. Considerará la composición del capital circulante o de trabajo, según sueldos y salarios, incluyendo semillas, abonos, almentos mejorados, combustibles, lubricantes, impuestos y pago de cuotas por concepto de riego.

#### 4.5) Crédito para el medio circulante

Contendrá el estudio una recopilación de los requisitos para obtener empréstitos de avío y refaccionarios, indicando las instituciones financieras, públicas y privadas que operen en la zona, y las líneas de crédito de estas últimas. Se consignará la utilización del crédito por parte de los campesinos, analizando el volumen de las operaciones y las recuperaciones, así como la oportunidad de los empréstitos. Igualmente deberán estudiarse aquí los efectos de las políticas crediticias en la orientación de la producción; en la obtención de insumos, en la prestación de servicios complementarios, en la comercialización, y en los precios de los productos.

#### 4.6) Tenencia de la tierra

Se abordará la estructura de los sistemas de tenencia de la tierra destacando las áreas y agricultores de cada régimen: pequeña propiedad, ejidal, colonial y comunal, así como la existencia de arrendatarios, medieros y otros sistemas precarios de usufructo, si los hubiere. Igualmente, se estudiará la legislación vigente para los diversos modos

de tenencia, su aplicabilidad, y sus efectos en el uso del suelo y aprovechamiento del agua. Los catastros de la tenencia de la tierra se apoyarán en los levantamientos de la zona.

#### 4.7) Otros factores institucionales

Se abordarán las políticas de establecimiento de precios para los bienes que se produzcan en la región, los sistemas de tributación territorial y por concepto de producción, ventas, exportación e importación, precisando las características de valorización de la tierra. Se detallarán las exenciones de impuesto y se estudiarán los montos de recaudación. Por otra parte se mencionarán las asociaciones de agricultores, de productores y cooperativas, así como la labor actual y potencial que estos grupos realizan en el desarrollo de la zona. Se analizarán las normas a que se ajusta la prestación de servicios de aseguramiento y el apoyo que ha brindado a las actividades locales.

### V) ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL Y DE SU PROYECCION

#### 5.1) Problemática de la utilización del agua

Dentro de este capítulo del estudio habrán de exponerse los factores que impiden y estimulan actualmente el uso cabal del agua, y que condicionarían los aprovechamientos futuros de este recurso. Se estimarán eficiencias y otros parámetros de índole similar para proyectar una imagen clara de su actual empleo.

5.2) Problemática del uso del suelo y de la tenencia de la tierra

En este renglón se conceptuará la asignación de la tierra a los cultivos tradicionales de la región. Se explicarán las tendencias al autoconsumo y a la explotación de parcelas familiares; se calificarán las rotaciones de los cultivos y se apreciarán los efectos de los precios y los costos de producción en los tipos de siembra. A la vez, se analizará la influencia que tenga la estructura de la tenencia de la tierra en los aspectos económico, social y político regionales.

5.3) Balances agua-suelo

Se determinará en este punto el factor limitativo de desarrollo agropecuario, comparando las disponibilidades de agua y de suelo.

5.4) Efectos del nivel tecnológico en las actividades y sus rendimientos

Corresponderá a este inciso el análisis de los problemas técnicos y rutinarios que se reflejen en las actividades agropecuarias de la región, destacando tanto la incidencia del extensionismo como el efecto de la investigación agropecuaria. Se calificará y conceptuará, además, el conocimiento, por parte de los campesinos, de las técnicas de producción adecuadas para la zona.

5.5) Problemática del financiamiento del capital de trabajo

Se calificarán aquí los servicios crediticios que se ofrecen al campesino, por lo que atañe a cuantía y oportunidad de los mismos.

estableciendo recomendaciones generales al respecto.

5.6) Discusión de la política de aseguramientos

Llegado este punto se establecerá la eficacia y trascendencia del seguro agrícola en los procesos productivos regionales, sin pasar por alto las recomendaciones pertinentes para el establecimiento, en el renglón, de una política adecuada al sistema, por instaurar.

5.7) Problemática de la distribución y del mercado de bienes y servicios

En este apartado del análisis, deberá apreciarse la demanda de productos agropecuarios generables en la región, los aspectos administrativos y de comercialización inherentes a la producción de la zona, así como las políticas que existan en relación con el suministro y aplicación de los insumos de producción.

5.8) Otras conclusiones

Se obtendrán, por ejemplo, conclusiones sobre la problemática educacional, y los escollos que presente la integración de la población rural al resto de la economía nacional.

5.9) Prognosis en ausencia de acciones concertadas

Habida cuenta del análisis de las actividades de la zona, así como de los factores cuya influencia haya sido decisiva en los procesos productivos, se harán aquí previsiones por lo que se refiere a la evolución de aquellas actividades, sin tomar en cuenta cambio alguno en

los sistemas de infraestructura que las estimulen.

## VI) PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

### 6.1) Objetivos y metas de desarrollo local

De acuerdo con las conclusiones del diagnóstico, se establece rán claramente en este apartado las funciones del proyecto y los objetivos del mismo. Las primeras se distinguirán fundamentalmente por la extensión del área de mercado, y los segundos estarán estrechamente vinculados con la finalidad de las obras. Además, se cuantificarán aquí las áreas dominables y los volúmenes anuales del escurrimiento por utilizar.

### 6.2) Estudio de siembras y actividades alternativas

En esta parte del estudio, deberán relacionarse los cultivos alternativos, especificando sus ciclos vegetativos. La elección de estas siembras habrá de ser consistente con el clima local y las conclusiones de los estudios agrológicos.

### 6.3) Análisis de costos de producción

Los análisis de costos de producción contendrán el desglose de las cuéntas del gasto y del ingreso de las empresas, distinguiendo sus componentes, por conceptos: materias primas, materiales, energéticos, mano de obra, costos de capital, cuotas de servicio, etc. Correspon-

derán respectivamente al salario mínimo local así como al valor que en la región tengan las semillas y los demás insumos; y se fijarán al trimestre que corresponde a las cotizaciones de los incisos (6.4) y (8.4).

#### 6.4) Estudio de precios de los productos

Los precios de los productos señalados en el inciso (6.2) se fijarán aquí de acuerdo con encuestas directas llevadas a cabo en la zona beneficiable. Se analizarán los costos rurales, los de garantía y las cotizaciones internacionales L.A.B. a puerta de granja, de acuerdo con las fechas de cosecha.

#### 6.5) Establecimiento y análisis de restricciones de programación

De acuerdo con la función del proyecto y las encuestas de opinión, se fijará un área de mercado para los productos. En términos de la población de ésta, y los consumos per cápita se determinarán cotas de mercado para los productos respectivos. Por cuanto atañe a la ocupación de las tierras, éstas se utilizarán al 90% de su extensión, por ciclo, y de acuerdo con las restricciones de asignación que provengan de los estudios agrológicos y climatológicos. Finalmente, las restricciones hidrológicas estarán identificadas por la disponibilidad de agua justificada en los estudios de prefactibilidad, ya sea para períodos de duración anual, mensual o decenal.



#### 6.6) Formulación de los programas locales de actividad

El planteamiento de los patrones de actividad se llevará a cabo mediante programación lineal, maximizando la utilidad neta de los agricultores, atentas las restricciones descritas en el inciso (5.5). Se desarrollarán, asimismo, las pruebas de sensibilidad que procedan.

#### 6.7) Directrices generales para el desarrollo local

Se enunciarán en este punto, los planes de desarrollo agropecuario, especificando el tamaño de las unidades de explotación, su incidencia en la reestructuración de la tenencia de la tierra y las demandas de mano de obra y equipo agrícola.

### VII) SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

#### 7.1) Descripción de alternativas y su clasificación

En concordancia con el factor limitativo del complejo de producción, deberán afinarse los esquemas generales de los sistemas hidráulicos que suministrarán el apoyo necesario a las actividades por desarrollar en el centro productivo. Se clasificarán dichos sistemas por su clase y capacidad instalada.

#### 7.2) Presupuestos y programas de inversión

Se estimarán las inversiones, formulando los programas de erogación por alternativa de obra.

### 7.3) Gastos sistemáticos de operación y mantenimiento

Se apreciarán los costos anuales de operación normal, bombeo y mantenimiento conforme a presupuestos justificados técnicamente.

### 7.4) Preselección de alternativas por su costo

Por clases de alternativas de inversión, se determinarán las de mínimo costo, tomando en cuenta, tanto el proceso de formación de capital básico que representarán, como sus respectivos costos sistemáticos. Ello se sustentará dando al capital un valor que refleje su costo de oportunidad.

### 7.5) Análisis de tamaño

Entre las alternativas de clases diversas, se seleccionará aquella de tamaño más conveniente, o sea la que genere el máximo ingreso. Se prepararán pruebas de sensibilidad.

## VIII) INGENIERIA DE PROYECTO

### 8.1) Dimensionamiento hidráulico de las obras, por propósitos

El dimensionamiento hidráulico de las instalaciones comprenderá, entre las que requiera el proyecto, las presas de almacenamiento y sus obras de toma y excedencias, las estructuras derivadoras, el canal principal, la red de distribución y la propia de drenaje. En los casos particulares de explotación de acuíferos, tal diseño contemplará la capa-

cidad y número de pozos del sistema de extracción. El dimensionamiento de los vasos de almacenamiento considerará la capacidad de azolve, determinable mediante el contenido de sólidos en suspensión y arrastre de fondo, para una vida útil de 50 años. Si no se dispusiere de datos de arrastre de fondo, se supondrá, de acuerdo a las características de la cuenca, un porcentaje en relación a los sólidos en suspensión, que puede variar del 30% al 100%. La capacidad útil será resultado de un análisis efectividad-costo, practicado en términos de las simulaciones de funcionamiento de vaso descritas en el inciso (1.3). La capacidad destinada al control de avenidas se determinará con fundamento en la creciente máxima registrada; y la definición de la sobrecapacidad se basará en la avenida máxima probable. El diseño hidráulico de las obras de excedencias será consistente con los análisis de control de avenidas y sobrecapacidad, y se sujetará a las restricciones que impongan las condiciones del cauce. Por lo que atañe al dimensionamiento de presas derivadoras aisladas, éste estará en razón de la avenida máxima probable, definida para un período de retorno de 100 años. La capacidad máxima del canal principal se fijará de acuerdo con el volumen correspondiente al mes de máxima demanda, incrementándolo en 30%, para prevenir los efectos de concentración de los requerimientos de riego. Los canales de la red de distribución se dimensionarán atendiendo a la configuración del sistema de conducción y a las áreas dominables. El análisis de capacidad del sistema de

drenaje obedecerá a los coeficientes respectivos preestablecidos, los cuales dependerán de la magnitud de la tormenta de diseño para una frecuencia de 5 a 10 años, de su distribución en el tiempo, y de las características y tipo del suelo. Deberá determinarse la capacidad de drenaje para diferentes períodos de inundación, comprendidos entre 24 y 72 horas, teniendo en cuenta, lámina máxima de inundación. Por lo que respecta a la obra de desvío, elemento auxiliar durante la construcción del proyecto, su diseño deberá basarse en un estudio de la envolvente de gastos máximos mensuales de todo el período de observación, y en la curva correspondiente a una frecuencia uniforme de 20 años. Por último, en proyectos de rectificaciones de cauces, cauces de alivio, y en general, obras de defensa contra inundaciones, el gasto de diseño corresponderá a una frecuencia de 50 ó 100 años, dependiendo de la importancia de la obra y de la zona por proteger.

8.2) Proyecto de las instalaciones, sistemas de riego, sistemas de abastecimiento y obras complementarias

El desarrollo del proyecto de las obras a que este inciso se refiere, se apoyará en todos los estudios básicos realizados a nivel de factibilidad conforme a las presentes especificaciones, así como en las conclusiones de dimensionamiento obtenidas al llevar a cabo los cálculos del inciso (8.1). La geometría de las estructuras se determinará garantizando su estabilidad, mediante análisis de orden conservador

y corroboraciones planteadas por analogía con obras ya construídas o proyectadas con detalle. Los planos de anteproyecto contendrán las plantas y perfiles de las instalaciones debidamente acotados, así como las cantidades de obra de los conceptos más significativos del presupuesto. La localización del canal principal se llevará a efecto en planos topográficos preparados a escala 1:5 000; los propios de los sistemas de distribución, drenaje y caminos de servicios se realizarán en planos 1:20 000; y sólo en casos de duda, se usará topografía 1:5 000. Se proyectarán, asimismo, los desmontes y las nivelaciones, las casas tipo para canaleros, edificios para oficinas, poblados, etc., así como los sistemas de comunicación telefónica o radiotelefónica pertinentes. Se harán provisiones sobre los requerimientos de maquinaria y equipo para conservación.

### 8.3) Estudios de afectaciones, indemnizaciones y reacondo

Se considerarán, como afectaciones, las áreas de terreno que ocuparán las obras en proyecto: presas de almacenamiento y derivadoras, sistemas de conducción, drenaje y caminos, etc. Las indemnizaciones, o pagos de los importes de las diversas afectaciones, comprenderán dos conceptos; a saber: el valor de los terrenos por afectar y el valor de las instalaciones construídas dentro de tales áreas. Por lo que atañe a las zonas inundables, y especialmente al área del vaso, se hará una encuesta del número de familias asentadas y su composición, con el propósito de aportar los datos necesarios para planear

los nuevos centros de población. Asimismo, se tomarán en cuenta las conclusiones de los estudios de tenencia de la tierra para dotar a dichas familias.

#### 8.4) Presupuesto

El presupuesto incluirá los capítulos de obra siguientes: obras básicas, obras complementarias, trabajos preagrícolas, indemnizaciones y adquisición de maquinaria y equipos para conservación. Estos capítulos, a su vez, se desglosarán en los renglones de obra que corresponden al camino de acceso, campamento, presa de almacenamiento, presas derivadoras, canales principales, estructuras, túneles, sistemas de distribución, red de drenaje, sistema de caminos de servicio, bordos de defensa, casas para canaleros, red telefónica, desmontes y nivelación de la zona de riego, etc. El presupuesto será resultado de la estimación de las cantidades de obra y de los precios unitarios de estos conceptos, y ambos se establecerán y analizarán conforme al catálogo de conceptos principales de trabajo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

#### 8.5) Programación de obras

La programación de las obras se realizará mediante un diagrama de precedencias preparado al nivel de los renglones de trabajo mencionados en el inciso anterior, tomando en cuenta las restricciones que imponen la topografía y geología de la zona beneficiable, así como

los máximos de obra contratables. Dicha programación se traducirá en un diagrama Gantt que definirá el cronograma de las obras.

#### 8.6) Programación de Inversiones

Los trabajos de este inciso se limitarán a expresar el cronograma de obra en flujos monetarios, definidos en períodos de duración anual.

#### 8.7) Previsiones de operación

Con base en presupuestos razonados, se determinarán los montos de las erogaciones destinadas a operación normal y mantenimiento de las obras, así como a bombeos. Se tomarán en cuenta previsiones de carácter similar por lo que concierne a la siembra y explotación de especies piscícolas de agua dulce, y por lo que toca a las actividades recreativas a que pudiera dar lugar la utilización de vasos para fines turísticos.

### IX) EVALUACION

#### 9.1) Replanteo del programa de actividad

El patrón de cultivos deberá ajustarse para tomar en cuenta las nuevas restricciones hidrológicas provenientes de las simulaciones de funcionamiento de vaso o de las operaciones de derivación, en su caso.

Adicionalmente, se estimarán las áreas cosechables correspondientes

a eficiencias globales de riego del 40, 50 y 60%.

### 9.2) Prorrateo de costos de inversión entre los usos

Utilizando el método del costo alternativo justificable, se desglosarán las inversiones por propósitos: riego, generación y control de avenidas.

### 9.3) Evaluación del proyecto

Para este efecto, se aplicará la teoría beneficio-costos, a través de un análisis de sensibilidad que comprenderá las áreas cosechables al primer año de puesta en marcha, los períodos de maduración de las actividades, y las tasas de actualización. Esa aplicación abarcará dos medidas de efectividad, a saber: el valor agregado de las operaciones productivas y la utilidad neta de los agricultores. Tanto en ausencia como en presencia de las acciones concertadas, las previsiones de evolución de los indicadores de actividad —áreas y rendimientos— partirán del conocimiento estadístico de tales respuestas, y se basarán en funciones de aprendizaje; las referentes a cultivos perennes, especialmente los frutícolas, atenderán a períodos anuales, consistentes, todas ellas, con los cambios escalonados de los costos de producción. Del lado de los costos, se considerarán tanto las erogaciones actuales como aquéllas previsibles en las nuevas condiciones de operación, incluyendo, en ambos casos, a la vez que los costos de inversión, los gastos sistemáticos. Entre éstos, deberán



aparecer los costos de mantenimiento, operación normal, bombeos, extensionismo y administración de las unidades de producción que se proyecten. Otra componente de estos flujos será la dada por los costos asociados o erogaciones que correrían a cargo de los usuarios, una vez realizadas las obras de riego. Han de considerarse entre éstas las adquisiciones de maquinaria agrícola, la construcción de instalaciones pecuarias, etc. El cálculo se conducirá con el propósito de determinar las relaciones beneficio-costos, los períodos de recuperación, el valor presente de los beneficios netos y la tasa interna de retorno. Para ello, se considerará un horizonte económico de 30 años, más la duración del período de ejecución de obra, durante el cual no se conceptuarán beneficios. Sobre la forma analítica de la relación beneficio-costos, baste decir que será el cociente que resulte de dividir los beneficios del proyecto menos los costos asociados, entre el incremento de los costos totales de inversión y los sistemáticos. Adicionalmente, se incluirán en la evaluación otros indicadores ajenos a la teoría beneficio-costos, como son: el número de empleos por generar, el costo actualizado por hectárea beneficiada, la productividad del  $m^3$  de agua por servir, etc.

#### 9.4) Financiamiento de la inversión y componente externa

Propondrá el estudio un plan para el financiamiento de las inversiones, que tomará en cuenta la posible participación de instituciones financieras del exterior. Para fijar esta intervención, deberá determi-

narse la componente externa de la inversión, cuya expresión porcentual corresponde al cociente que resulta de dividir las importaciones directas e indirectas entre el monto total de la inversión. Sobre este particular, se fijarán, previo acuerdo con la Dirección General de Estudios, las componentes importadas de los insumos de construcción y gastos indirectos, las cuales, en conjunto con el análisis de precios unitarios de los renglones de trabajo, conducirán a la estimación de dicha componente externa.

9.5) Estudios de cuotas y recuperación financiera del capital por invertir

El estudio de cuotas contemplará dos clases de aportaciones: las de servicios y las de compensación. Las primeras serán anuales, y habrán de calcularse por hectárea, y por millar de  $m^3$  de agua empleable en riego, bajo la condición de que sean suficientes para cubrir los gastos de mantenimiento, operación normal y bombeo, en su caso. Las segundas, tomarán en cuenta la plusvalía de los terrenos, y se determinarán considerando que ese incremento en el valor de las tierras deberá recabarse en 25 años, sin causar intereses. Con arreglo a las cuotas de compensación y las cantidades que correspondan a la tributación, se determinará la duración del período financiero de recuperación de las obras. Obviamente, se conceptúa que este proceso ocurrirá gracias a dos contribuciones: una directa, y la otra indirecta.

9.6) Requerimientos de recursos financieros para el medio circulante

De acuerdo con el monto de los costos de producción y las necesidades de maquinaria, equipo e instalaciones especializadas, se calcularán el monto de los requerimientos de crédito de avío y refaccionario. Con el empleo de las tasas de interés de estos recursos financieros, se formularán los movimientos de caja correspondientes a las unidades productoras que se proyecten establecer, así como el correspondiente al conjunto de ellas, y que cuantifica los del complejo productivo en su conjunto. Con estos análisis, se establecerán el máximo requerimiento de capital circulante y el período de recuperación correspondiente.

9.7) Estudios de fuentes y usos de fondos

Se aplicará en el desarrollo de este apartado la contabilidad financiera de fuentes y usos de fondos. Esto se llevará a cabo tanto para las unidades de producción y parcela mínima como para su conjunto, identificando los rubros correspondientes a las fuentes y a los usos de acuerdo con la práctica seguida en la Secretaría de Recursos Hídricos, procurando incorporar, en la medida de lo posible, consideraciones no determinísticas.

9.8) Análisis de solvencia y capacidad de pago

Definidas solvencia y la capacidad de pago como las disponibilidades líquidas para hacer frente a los compromisos crediticios y al pago

de las cuotas de servicio y compensación, respectivamente, se desarrollarán análisis probabilísticos sobre estas respuestas, con el propósito de determinar la probabilidad con la cual podrán satisfacerse tales obligaciones.

9.9) Determinación de los ingresos y otras remuneraciones de las familias campesinas

Como consecuencia de la contabilidad de fuentes y usos de fondos, se determinarán los montos iniciales de los salarios que percibirán los trabajadores, así como los correspondientes a las remuneraciones del trabajo y capital de los empresarios que habrán de explotar las tierras en su nueva condición de riego.

X) ORGANIZACION

10.1) Reestructuración de la tenencia de la tierra

En este apartado se resumirán las limitantes económicas y financieras que condicionan el reparto agrario y dotaciones ejidales. Todo lo anterior se establecerá en función de las utilidades y salarios de los agricultores, y en términos de organización de las unidades de explotación colectiva.

10.2) Organización de unidades de producción

Deberán estipularse aquí los tipos de empresa propuestos para

la organización de las unidades de producción, presentando el esquema estructural de las mismas, sin perder de vista los vínculos de ellas con las autoridades federales y estatales.

10.3) Posibilidades para el establecimiento de agroindustrias

Se describirán las expectativas para la instalación de plantas que industrialicen los productos del complejo agropecuario por desarrollar. Se analizarán las ventajas y desventajas de las proposiciones de este apartado.

10.4) Sugerencias para el financiamiento del capital circulante

En dicho apartado se atenderá fundamentalmente a las provisiones de financiamiento del capital circulante del complejo productivo. Se destacarán los programas de requerimientos y se buscará encuadrar los dentro de los planes financieros de los bancos de giro agropecuario.

10.5) Requerimientos de asistencia técnica y centros de investigación

Se concretarán aquí los planes y programas de asistencia técnica, Ingeniería de riego y drenaje e investigación agropecuaria, aconsejables para el nivel de desarrollo que se contempla alcanzar.

10.6) Proposiciones sobre el abastecimiento de insumos técnicos y la comercialización de los productos

Se establecerá en este punto la cuantía esperada de la demanda

local de semillas, fertilizantes, pesticidas y demás insumos técnicos. Se propondrán canales de comercialización y se expondrán las ventajas que pudieran resultar de la creación de sociedades de agricultores y ganaderos.

**10.7) Recomendaciones en materia de tributación**

Se harán sugerencias para modificar, en su caso, los sistemas de tributación, analizando las cargas impositivas por renglones de aplicación.

**10.8) Otras sugerencias**

Se presentarán, en general, proposiciones adicionales tendientes a resolver con buen éxito los problemas inherentes a las etapas posteriores a la de construcción del proyecto.



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



ANÁLISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

7

CAPÍTULO III  
PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Ing. Sergio Macías Nava

Agosto, 1980





ELABORACION DE PROGRAMAS DE PRODUCCION AGROPECUARIA

En el contexto del análisis de proyectos de inversión agropecuaria, los programas de producción constituyen en sí una predicción más o menos aproximada del futuro uso que se le dará a la infraestructura por construir.

En efecto, los productores de los bienes agropecuarios son, en lo general, entes diferentes a los que formulan los proyectos; y éstos se ven precisados a conocer, aunque sea en forma aproximada, cual será el patrón de producción que adopten aquéllos.

Así pues, la formulación del programa de producción correspondiente a un proyecto dado no es más que la simulación de lo que sucederá cuando los programas del proyecto se lleven a cabo. Esta formulación debe hallarse basada en el conocimiento de las condiciones que acompañan al proyecto en cuestión.

Bajo la hipótesis de que en un régimen de explotación comercial los agricultores buscan, en su conjunto, maximizar sus utilidades, se utiliza un modelo de programación lineal para formular los referidos programas de cultivo.

A manera de ilustración sobre los aspectos básicos de la programación lineal, se presenta a continuación un ejemplo simple que después se hará extensivo a problemas más generales.

Supóngase el caso de una parcela en la cual se tiene la posibilidad de sembrar maíz o sorgo. Por cada hectárea sembrada de maíz el agricultor obtendría una utilidad de \$8000, mientras que de sorgo, \$6000. Se sabe, además, que para regar la hectárea de maíz se requiere un volumen de agua de  $6000 \text{ m}^3$  y para la de sorgo se necesitan  $4000 \text{ m}^3$ ; y el volumen de agua disponible para regar la parcela es de  $500.000 \text{ m}^3$ . Por otra parte, el agricultor en cuestión, por sus relaciones comerciales, podría vender cantidades ilimitadas de sorgo, pero de maíz sólo hasta la producción obtenible en 80 ha. Si el tamaño de la parcela es de 100 ha, ¿cuánta superficie de maíz, y cuanta de sorgo, deberá sembrar el agricultor, a efecto de tener el máximo de utilidades?

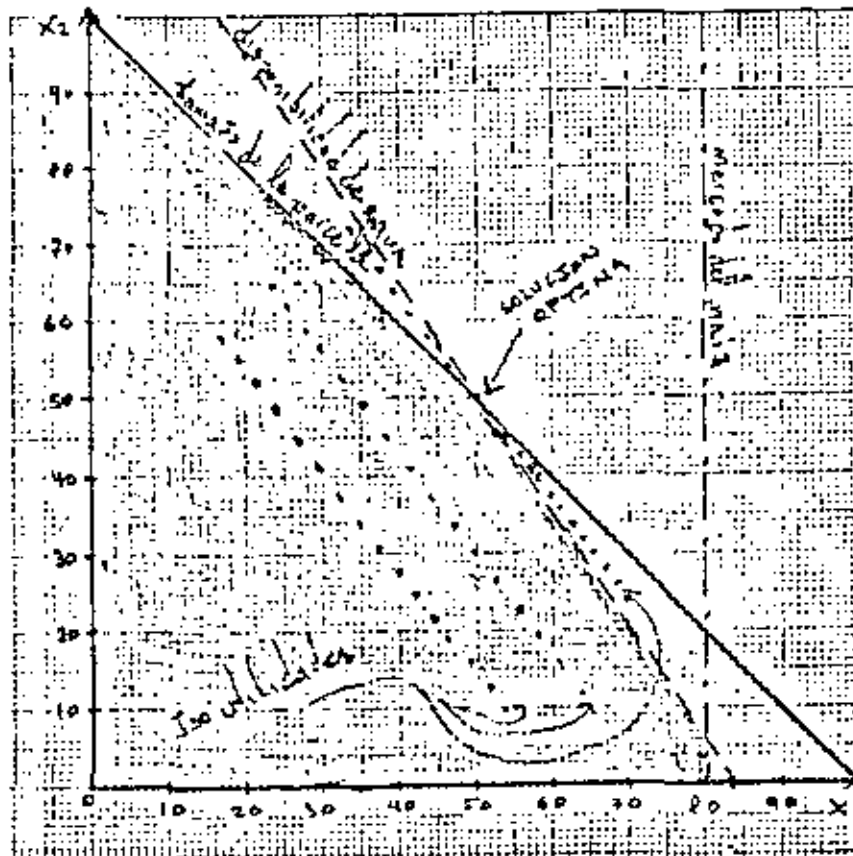
Solución:

Si la superficie sembrada con maíz le llamamos  $X_1$ , y a la de sorgo,  $X_2$ , se puede formular el programa matemáticamente como sigue:

- 1) Maximizar  $U = 8000X_1 + 6000X_2$
- 2) Sujeto a
- |                          |        |  |
|--------------------------|--------|--|
| $X_1 + X_2 \leq$         | 100    | (restricción debida al tamaño de la parcela)     |
| $6000X_1 + 4000X_2 \leq$ | 500000 | (restricción debida a la disponibilidad de agua) |
| $X_1 \leq$               | 80     | (restricción debida al mercado del maíz)         |
- 3) y  $X_1, X_2 \geq 0$

Se distinguen en el planteamiento del problema tres diferentes partes: la primera constituye la denominada función objetivo, la cual es una función de utilidad que se pretende sea maximizada. La segunda esta integrada por las restricciones, dados los recursos del agricultor y las demandas que de esos recursos hacen los cultivos. La tercera parte la constituyen las condiciones de no negatividad de las variables de decisión.

Para resolver este problema gráficamente —lo cual es posible debido a que solo intervienen dos variables de decisión— representamos en el primer cuadrante —dadas las condiciones de no negatividad— de un sistema coordenado  $X_1, X_2$  las rectas que se producen al asumir como ecuaciones las desigualdades que forman el conjunto de restricciones. Al considerar las áreas hacia la izquierda y abajo de tales rectas se conformará el área de soluciones factibles sombreada en la figura.



En el caso, las rectas con pendiente  $-\frac{4}{3}$  representan las que denominaremos isoutilidades, ya que al moverse sobre cualquiera de ellas, la utilidad generada en la función objetivo es la misma. Evidentemente aquella isoutilidad más alejada del origen pero dentro del área de soluciones factibles corresponderá a la utilidad máxima obtenible. La solución es, pues, el punto mostrado en la figura, que señala que habría que sembrar 50 ha de maíz y 50 de sorgo, para obtener una utilidad de \$700 000.

El planteamiento del problema en un caso general, con un mayor número de variables de decisión, es similar al del ejemplo. Así, se tiene:

- 1) Maximizar  $U = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$
- 2) Sujeto a  $c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \dots + c_{1n}x_n \leq r_1$   
 $c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \dots + c_{2n}x_n \leq r_2$   
.....  
.....  
 $c_{m1}x_1 + c_{m2}x_2 + \dots + c_{mn}x_n \leq r_m$
- 3) y  $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$

Naturalmente, al tenerse más de dos variables de decisión en la función objetivo, el problema no se puede resolver gráficamente, pero existen en la literatura al respecto y en cualquier centro de cómputo respectivos métodos y programas para resolverlo.

El problema de programación lineal en un caso general de elaboración de patrones de producción agropecuaria se ha planteado en los siguientes términos:

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{M_j} \mu_i X_{ij}$$

donde:  $Z$  = función objetivo;

$\mu_i$  = utilidad de la alternativa de siembra  $i$

$M_j$  = número total de alternativas de siembra factibles en el tipo de suelos  $j$

$X_{ij}$  = superficie asignada a la alternativa de siembra  $i$  del tipo de suelo  $j$

$N$  = número de tipos de suelos.

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$1) \quad \sum_{i=1}^{M_j} \lambda_{ik} X_{ij} \leq S_j \quad \left\{ \begin{array}{l} \forall \text{ tipo de suelo } j \text{ y} \\ \forall k \text{ mes del año} \end{array} \right.$$

$\lambda_{ik}$  = variable equivalente a uno si la alternativa de siembra  $i$  se realiza en el mes  $k$ , y cero si no

$S_j$  = superficie del suelo tipo  $j$

$$2) \quad \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{M_j} \rho_{ik} X_{ij} \leq a_k \quad \left\{ \begin{array}{l} \forall k \text{ mes del año} \end{array} \right.$$

$\rho_{ik}$  = lámina requerida para regar una hectárea de la alternativa de siembra  $i$ , en el mes  $k$ ;

$a_k$  = volumen con que se cuenta en el mes  $k$ .

$$3) \quad \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{M_j} R_i X_{ij} \leq A$$

$R_i$  = lámina anual requerida para regar una hectárea de la alternativa de siembra  $i$ ;

$A$  = volumen anual de agua con que se cuenta

$$4) \quad \left. \begin{array}{l} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{M_j} \delta_i X_{ij} \leq W_L^1 \\ \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{M_j} \delta_i X_{ij} \geq W_L^2 \end{array} \right\} \forall \text{ cose } L \text{ de producto}$$

$\delta_i$  = variable que vale uno si la alternativa de siembra  $i$  pertenece al cultivo  $L$ , y cero si no

$W_L^1$  y  $W_L^2$  = cota superior e inferior de mercado.

Según se ve, en el modelo se consideran como variables de decisión a las superficies asignables a cada alternativa de siembra. Estas alternativas son las opciones referentes al período vegetativo de los diversos cultivos, en cada clase de suelo.

A su vez, las restricciones quedaron formuladas como sigue:

- i) Que la suma, mes por mes, de las superficies asignadas a las alternativas de siembra, en cada clase de suelo, no exceda a la superficie disponible de dicha clase.
- ii) En el caso de aprovechamientos no regulados, que las sumas de las demandas mensuales de agua —calculadas multiplicando la lámina de riego del mes respectivo por la superficie asignada a la alternativa de siembra en cuestión— sean menores o iguales a las disponibilidades del líquido en ese mes.
- iii) Si se cuenta con almacenamientos, que la suma de las demandas anuales de agua —estimadas de manera análoga a las mensuales— no rebase el volumen aprovechable. A este respecto, cabe señalar que, poste--



riormente a la elaboración del patrón de cultivos, y conociendo la distribución mensual de su demanda de agua, se revisa la factibilidad hidrológica del plan, efectuando los correspondientes análisis de funcionamiento de vaso. Si éstos arrojaran volúmenes deficitarios o superavitarios considerables, se corrige el valor de esta restricción y se resuelve de nuevo el algoritmo.

- iv) Que la suma de las superficies fijadas a las alternativas de siembra de un mismo cultivo no exceda a la máxima asignable al mismo por razones de su mercado factible. En algunos casos, cuando se trata de satisfacer por lo menos una cierta demanda, se considera que la suma de tales superficies debe ser mayor o igual a la mínima asignable.

Para aplicar el modelo descrito se precisa, por tanto, de la siguiente información:

- i) Conjunto de cultivos factibles de prosperar en el área del proyecto, el cual depende de las condiciones climáticas de la región, de la frecuencia de plagas que atacan a uno u otro cultivo, de las características propias de los suelos por irrigar, etc. -

Respecto a este último punto, conviene señalar que, incluso dentro de la misma zona del proyecto, pueden existir condiciones que hagan excluir a algunos cultivos de determinadas áreas.

- ii) Fechas en que se debe efectuar la siembra y cosecha de los cultivos antes señalados, las cuales dependen también de los factores climáticos locales.
- iii) Utilidades que, por unidad de superficie, se prevé obtener con cada uno de los cultivos factibles. El cálculo de estas utilidades trae implícita la estimación de rendimientos, precios y costos de producción de cada siembra.
- iv) Láminas mensuales de riego que deben ser aplicadas a cada cultivo, tomando en cuenta las diferentes opciones sobre la fecha de siembra.

Para estimarlas se utiliza —de entre otros muchos— el método de Blaney-Criddle, con el cual se toman en cuenta la temperatura del lugar, su latitud, la precipitación pluvial, las características propias del cultivo en cuestión y las eficiencias en la aplicación del riego.

- v) Disponibilidades de agua para riego, desglosadas - mensualmente en el caso de aprovechamientos no regulados, o en forma anual, si se trata de almacenamientos.
- vi) Superficie que se beneficiaría diferenciando las -- disponibilidades de cada tipo o clase de suelo, según lo mencionado en el párrafo i).
- vii) Superficie máxima asignable a cada producto, en función de su posible mercado\*.

#### Caso de aplicación

Con objeto de ilustrar la aplicación del modelo, a continuación se describe su empleo en el proyecto Río Grande, Oax., recientemente analizado.

El área por beneficiar con el proyecto de referencia se localiza en la planicie costera suroccidental del Estado de Oaxaca, dentro del municipio de San Pedro Tututepec, y hacia ambas márgenes del río Grande. Su altura fluctúa entre 3 y 30 m.s.n.m., predominando ahí un clima tropical, tipo sabana, lluvioso en verano.

---

\* En realidad, la inclusión de estas variables supone encontrar un rango de demanda del producto en el cual pueda considerarse que tal demanda se comporta de manera completamente inelástica; o sea que el precio del producto es independiente de la cantidad vendida.

12

La única corriente de importancia en el área es el mencionado río Grande, con un escurrimiento medio anual de 819 millones de m<sup>3</sup>.

Por hoy, la agricultura que se practica en la superficie beneficiable es, mayoritariamente, la clásica de las zonas --temporaleras, realizándose las actividades entre los meses de abril y noviembre; existen sistemas de riego sólo en reducidas extensiones. Los cultivos que ahí se explotan son algodón, maíz, cacahuate, melón y sandía, entre los cíclicos; y palma de coco y limón, entre los perennes. Por otra parte, la actividad pecuaria se efectúa tanto en forma intensiva como extensiva, contándose al efecto con algunas áreas de pastos cultivados.

Con objeto de promover el desarrollo agropecuario intensivo de la zona, la Dirección General de Estudios de la S.A.R.H. ha concebido, entre otras, la opción de beneficiar con riego, mediante derivación, las superficies dominables por gravedad, que ascienden a 4 427 ha. Para ello sería preciso erigir una presa derivadora en el sitio denominado San José, así como construir los sistemas de conducción, distribución, drenaje y caminos. Asimismo, se prevé la ejecución de trabajos preagrícolas consistentes en desmontes y nivelación de tierras.

Tomando en cuenta las características de los suelos y las condiciones climáticas que imperan en la región, se determinaron los cultivos factibles, sus meses de siembra y cosecha y sus períodos vegetativos, los cuales aparecen en el Cuadro I. Cabe aclarar que todos prosperarían satisfactoriamente, tanto en suelos de segunda como de tercera clase.

En el mismo arreglo figuran los rendimientos, precios, - costos de producción y utilidades que previsiblemente ocurrirían con cada alternativa de siembra. Los rendimientos se consideran obtenibles al largo plazo; es decir, una vez transcurrido el período de maduración del proyecto; los precios, por su parte, corresponden a las cotizaciones en el medio rural, durante el año de 1975, en la zona del proyecto o sus cercanías.

Los costos de producción incluyen los insumos como semillas, fertilizantes y plaguicidas, la energía empleada por la maquinaria agrícola requerida, las remuneraciones a la mano de obra semicalificada y no calificada, los costos de capital - inherentes al equipo agrícola utilizado, los cargos por la contratación de los seguros agrícola y social, y los impuestos. Asimismo, figuran en esos costos las cuotas por servicio de - agua, calculadas en función de la demanda hídrica propia de -

## CULTIVOS FACTIBLES. MESES DE SIEMBRA Y COSECHA, VALORES Y COSTOS DE PRODUCCION Y UTILIDADES

Nota No. 1

C U L T I V O	M E S E S D E:		CICLO VEGETATIVO (días)	RENDIMIENTO (ton/ha)	PRECIO (\$/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (\$/ha)	COSTOS DE PRODUCCION (\$/ha)	UTILIDAD (\$/ha)
	SIEMBRA*	COSECHA						
Ayocote	P e r e n n e			8,74*	5 000	43 700	4 033	39 667
Ajonjolí	Enero	Mayo	120	1,10	5 000	5 500	2 721	2 779
Ajonjolí	Marzo	Julio	120	1,10	5 000	5 500	2 657	2 843
Ajonjolí	Abril	Agosto	120	1,10	5 000	5 500	2 632	2 868
Ajonjolí	Junio	Octubre	120	1,10	5 000	5 500	2 740	2 760
Ajonjolí	Julio	Noviembre	120	1,10	5 000	5 500	2 671	2 829
Ajonjolí	Diciembre	Abril	120	1,10	5 000	5 500	2 751	2 747
Algodón	Mayo	Noviembre	180	2,80	6 100	17 030	3 863	13 217
Algodón	Junio	Diciembre	180	2,80	6 100	17 080	3 905	13 175
Algodón	Julio	Enero	180	2,80	6 100	17 060	3 535	13 543
Cacahuete	Enero	Junio	150	3,20	4 750	15 200	3 063	12 137
Cacahuete	Mayo	Octubre	150	3,20	4 750	15 200	3 028	12 178
Cacahuete	Junio	Noviembre	150	3,20	4 750	15 200	3 027	12 173
Cacahuete	Julio	Diciembre	150	3,20	4 750	15 200	3 055	12 148
Cacahuete	Diciembre	Mayo	150	3,20	4 750	15 200	3 118	12 082
Cacao	P e r e n n e			0,27*	14 000	3 760	3 315	455
Camote	Enero	Mayo	120	17,00	850	14 450	3 781	10 669
Camote	Febrero	Junio	120	17,00	850	14 450	3 720	10 730
Camote	Marzo	Julio	120	17,00	850	14 450	3 687	10 763
Camote	Abril	Agosto	120	17,00	850	14 450	3 692	10 758
Camote	Mayo	Septiembre	120	17,00	850	14 450	3 681	10 769
Camote	Junio	Octubre	120	17,00	850	14 450	3 697	10 753
Camote	Julio	Noviembre	120	17,00	850	14 450	3 732	10 718
Camote	Agosto	Diciembre	120	17,00	850	14 450	3 749	10 701
Camote	Septiembre	Enero	120	17,00	850	14 450	3 769	10 681
Camote	Octubre	Febrero	120	17,00	850	14 450	3 800	10 650
Camote	Noviembre	Marzo	120	17,00	850	14 450	3 808	10 642
Camote	Diciembre	Abril	120	17,00	850	14 450	3 795	10 655
Cocotero establecido	P e r e n n e			3,50	5 500	19 250	3 451	15 799
Cocotero por establecer	P e r e n n e			1,48*	5 500	8 140	3 138	5 002
Chile verde	Enero	Mayo	120	12,00	5 800	69 600	5 896	63 704
Chile verde	Octubre	Febrero	120	12,00	5 800	69 600	5 931	63 669
Chile verde	Noviembre	Marzo	120	12,00	5 800	69 600	5 940	63 660
Chile verde	Diciembre	Abril	120	12,00	5 800	69 600	5 928	63 672
Cebolla	Agosto	Enero	150	18,00	1 200	19 200	3 822	15 378
Frijol	Mayo	Septiembre	120	1,00	6 000	6 000	2 552	3 448
Frijol	Junio	Octubre	120	1,00	6 000	6 000	2 582	3 418
Frijol	Julio	Noviembre	120	1,00	6 000	6 000	2 591	3 409
Frijol	Agosto	Diciembre	120	1,00	6 000	6 000	2 613	3 387
Frijol	Noviembre	Marzo	120	1,00	6 000	6 000	2 679	3 321
Frijol	Diciembre	Abril	120	1,00	6 000	6 000	2 668	3 332
Jitomate	Enero	Mayo	120	13,50	2 000	27 000	4 351	22 649
Jitomate	Febrero	Junio	120	13,50	2 000	27 000	4 315	22 685
Jitomate	Marzo	Julio	120	13,50	2 000	27 000	4 296	22 704
Jitomate	Abril	Agosto	120	13,50	2 000	27 000	4 274	22 726
Jitomate	Mayo	Septiembre	120	13,50	2 000	27 000	4 271	22 729
Jitomate	Junio	Octubre	120	13,50	2 000	27 000	4 274	22 726

\* Incluye un mes para preparación de tierras

\* Anual equiv. a la tasa del 12%.

C U L T I V O	M E S E S D E:		CICLO VEGETATIVO (días)	RENDIMIENTO (ton/ha)	PRECIO (\$/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (\$/ha)	COSTOS DE PRODUCCION (\$/ha)	UTILIDAD (\$/ha)
	SIEMERA*	COSECHA						
Jitomate	Julio	Noviembre	120	13,50	2 000	27 000	4 310	22 690
Jitomate	Agosto	Diciembre	120	13,50	2 000	27 000	4 331	22 669
Jitomate	Septiembre	Enero	120	13,50	2 000	27 000	4 355	22 645
Jitomate	Octubre	Febrero	120	13,50	2 000	27 000	4 386	22 614
Jitomate	Noviembre	Marzo	120	13,50	2 000	27 000	4 395	22 605
Jitomate	Diciembre	Abril	120	13,50	2 000	27 000	4 303	22 697
Limon establecido	P e r e n n e			15,00	600	9 000	3 890	5 110
Limon por establecer	P e r e n n e			8,53*	600	5 118	3 657	1 461
Mafz	Enero	Junio	150	4,00	1 750	7 000	2 892	4 108
Mafz	Febrero	Julio	150	4,00	1 750	7 000	2 853	4 147
Mafz	Marzo	Agosto	150	4,00	1 750	7 000	2 841	4 159
Mafz	Abril	Septiembre	150	4,00	1 750	7 000	2 816	4 184
Mafz	Maya	Octubre	150	4,00	1 750	7 000	2 816	4 184
Mafz	Junio	Noviembre	150	4,00	1 750	7 000	2 846	4 154
Mafz	Julio	Diciembre	150	4,00	1 750	7 000	2 834	4 166
Mafz	Septiembre	Febrero	150	4,00	1 750	7 000	2 955	4 045
Mafz	Noviembre	Abril	150	4,00	1 750	7 000	2 958	4 042
Mafz	Diciembre	Mayo	150	4,00	1 750	7 000	2 926	4 074
Mango	P e r e n n e			15,22*	6 000	91 320	6 893	84 427
Melón	Enero	Abril	100	15,00	1 000	15 000	3 507	11 493
Melón	Octubre	Enero	100	15,00	1 000	15 000	3 512	11 488
Melón	Noviembre	Febrero	100	15,00	1 000	15 000	3 512	11 488
Melón	Diciembre	Marzo	100	15,00	1 000	15 000	3 517	11 483
Naranja	P e r e n n e			10,20	1 000	10 200	3 045	7 155
Papayo	P e r e n n e			33,89*	1 300	44 057	6 526	37 531
Pastos establecidos	P e r e n n e			1,082	11 000	11 902	3 447	8 455
Pastos por establecer	P e r e n n e			1,017*	11 000	11 187	2 258	8 929
Piña	P e r e n n e			33,02*	1 500	49 530	3 994	45 536
Pistano	P e r e n n e			21,18*	500	10 590	4 197	6 393
Sandía	Enero	Mayo	120	16,00	1 000	16 000	3 536	12 464
Sandía	Septiembre	Enero	120	16,00	1 000	16 000	3 553	12 447
Sandía	Octubre	Febrero	120	16,00	1 000	16 000	3 557	12 443
Sandía	Noviembre	Marzo	120	16,00	1 000	16 000	3 568	12 432
Sandía	Diciembre	Abril	120	16,00	1 000	16 000	3 559	12 441
Sorgo	Enero	Mayo	120	4,30	1 420	6 106	2 855	3 251
Sorgo	Febrero	Junio	120	4,30	1 420	6 106	2 761	3 345
Sorgo	Junio	Octubre	120	4,30	1 420	6 106	2 770	3 336
Sorgo	Julio	Noviembre	120	4,30	1 420	6 106	2 742	3 364
Sorgo	Noviembre	Marzo	120	4,30	1 420	6 106	2 844	3 262
Sorgo	Diciembre	Abril	120	4,30	1 420	6 106	2 832	3 274
Soya	Julio	Noviembre	120	2,00	3 500	7 000	2 946	4 054
Soya	Agosto	Diciembre	120	2,00	3 500	7 000	2 968	4 032
Soya	Noviembre	Marzo	120	2,00	3 500	7 000	3 034	3 966
Soya	Diciembre	Abril	120	2,00	3 500	7 000	3 023	3 977
Tomarindo	P e r e n n e			6,21	4 500	27 945	2 780	25 165
Conterro y pastos establecidos	P e r e n n e			2,83	11 000	31 152	6 898	24 254

\* Incluye un mes para preparación de tierras.

\* Anual equivalente, a la tasa del 12%.

13/4  
cada cultivo, aplicando al millar de m<sup>3</sup> un valor de 35 pesos.

A su vez, las utilidades unitarias obtenibles con cada alternativa de siembra fueron calculadas restando, al valor de producción respectivo, los referidos costos de producción. Para aquellos cultivos que requieren de inversiones iniciales —como son los frutales—, se hizo coincidir tal utilidad con la anualidad equivalente —a la tasa del 12%— obtenida de sumar los flujos de inversión, el costo de producción y el valor de la misma. Además, en el caso de los pastos, la utilidad reportada es la anualidad equivalente obtenible al llevar a cabo en ellos una explotación de cría y engorda de ganado bovino.

Para cada una de las alternativas de siembra, en el Cuadro II se indican las láminas de riego mensuales, establecidas con arreglo a la metodología de Blaney-Criddle, suponiendo una eficiencia total del 60%.

Para la formulación del patrón de actividades que previsiblemente normaría el desarrollo de la zona bajo estudio, se tomaron en cuenta restricciones de diversa índole, como son:

- i). Las inherentes a la disponibilidad de tierras. Al respecto, se limitó su ocupación mensual al 90% de



CIENEGOS (11)

L A N C H A D E R E E N T R O S

( millones )

17

C A T E G O R I A	A B R I L	M A Y O	J U N I O	J U L I O	A G O S T O	S E P T I E M B R E	O C T U B R O	N O V I E M B R E	D I C I E M B R E
Agave	2 300	83	83	100	100	118	101	116	00
Algodon	390								83
Algodon	516								83
Algodon	881	130							83
Arroz	447	83	263	208	83				
Cacahuate	331					83	83	83	
Cacahuate	343					83	83	83	
Cacahuate	421					83	130	130	83
Cacahuate	671	83	133	104	127	83			
Cacao	2 243	100	121	150	110	83	83	83	110
Café	487	83	131	161	207				
Café	369			83	80	100			
Café	175				83	83			
Café	189					100	100	83	
Café	267								
Café	201								
Café	404								
Café	451								
Café	510	800							803
Café	390	304	124						189
Café	521	130	161	210					171
Café	584	83	116	212	170				83
Cañavera colombiana	2 241	170	121	150	130	83	83	83	130
Cañavera par colombiana	2 241	170	121	150	130	83	83	83	130
Chile negro	170	83	141	137					
Chile verde	419	121	161					83	166
Chile verde	943	160	180	200					83
Chile verde	110	83	140	161					
Cebolla	434	111							
Cañavera colombiana	2 280	80	117	170	200	110	103	100	121
Cañavera par colombiana	2 280	80	117	170	200	110	103	100	121
Frijol	107								
Frijol	194								
Frijol	270								
Frijol	360								
Frijol	320	150	100	127					
Frijol	400	400	140	161	83				
Jimbeo	330			261	207	80			
Jimbeo	418		83	217	170	83			
Jimbeo	503			83	83	112	83		
Jimbeo	299					83	130		
Jimbeo	200					83	100		
Jimbeo	299					83	100		
Jimbeo	404							110	
Jimbeo	443							83	107
Jimbeo	521	100						83	147
Jimbeo	470	110	169					83	140
Jimbeo	649	160	207	200					83
Jimbeo	610	83	140	174	151	83			
Maíz	1 141	120	121	170	110	83	83	83	120
Maíz	830			211	176	134			
Maíz	121		83	80	100	112	80		
Maíz	483				83	100	120		
Maíz	450					83	127		
Maíz	417						114		
Maíz	490						83		
Maíz	600						83		
Maíz	809	100	167						
Maíz	610	140	180	170	150				
Maíz	775	83	121	222	181	80			
Maíz	871		83	170	110				
Maíz	600	150							131
Maíz	480	172	221						83
Maíz	501	83	140	171					
Maíz	1 241	120	121	150	110	83	83	83	120
Maíz	1 141	170	121	150	110	83	83	83	120
Maíz	1 141	170	121	150	110	83	83	83	120
Maíz	1 544	181	151	180	121	107	83	120	184
Maíz	121		83	100	170	83			
Maíz	310	147						83	104
Maíz	341	83	111						83
Maíz	421	180	180	141					
Maíz	137	164	160	220	221				83
Maíz	800		83	267	140	83			
Maíz	194			83	122	100			
Maíz	430						177	83	
Maíz	504							83	
Maíz	651	111	200	170					
Maíz	397	83	137	200	83				83
Maíz	370								
Maíz	300								
Maíz	330	150	180	127					
Maíz	450	80	141	204	83				83
Maíz p partes colombiana	2 475	120	120	150	200	107	104	100	121

la superficie física regable. Además, como todos los cultivos prosperarían satisfactoriamente en cualquier lugar del área, no se consideró restricción alguna en este sentido.

- ii) Las disponibilidades mensuales de agua que se consiguen en el Cuadro III, calculadas en función de los escurrimientos del río Grande.
- iii) Las relativas al mercado factible de cada producto. Para fijar los límites máximos de producción en la zona del proyecto, se estimó que la misma contribuiría a satisfacer, en un 30 y 10%, las demandas insatisfechas hacia 1985 en los Estados de Oaxaca y Guerrero, respectivamente, en caso de continuar las actuales tendencias de producción. Tales porcentajes fueron determinados considerando los posibles incrementos de producción que se generarían en las zonas de los proyectos actualmente propuestos. Excepciones a tal procedimiento fueron los casos relativos al jitomate, frutales por establecer, algodón, frijol, maíz, sorgo, soya y pastos. Con respecto al jitomate, por su carácter rápidamente perecedero, se le fijó como mercado únicamente la zona costera

CUADRO III

DISPONIBILIDADES MENSUALES DE AGUA  
CONSIDERADAS EN EL ANALISIS

M E S	DISPONIBILIDAD ( miles de m <sup>3</sup> )
Enero	13 660
Febrero	7 517
Marzo	6 128
Abril	3 940
Mayo	3 073
Junio	11 405
Julio	28 927
Agosto	44 194
Septiembre	61 171
Octubre	46 872
Noviembre	40 954
Diciembre	21 159

del Estado de Oaxaca. A los frutales, debido a las dificultades financieras que pudieran presentarse - durante su período improductivo, se les asignó una cota superior equivalente al 5% de la superficie por beneficiar. Los demás, con el fin de propiciar una adecuada rotación e independencia del monocultivo, y en virtud de que su demanda es amplia, se restringieron a ocupar no más del 30% de la extensión por regar.

Adicionalmente, como en algunas áreas de la zona beneficiable se encuentran ya establecidas plantaciones de cocotero, limón y pastos, se consideró que éstas debían continuar explotándose.

Las máximas superficies que podrían sembrarse con cada cultivo, calculadas según el procedimiento descrito, aparecen en el Cuadro IV.

Con base en los elementos mencionados, aplicando el modelo de programación lineal antes expuesto se elaboró el patrón de actividades que podría desarrollarse en la zona bajo estudio. Según se dijo, para ello se identificó como función objetivo a la utilidad global de los campesinos, y como variables de decisión a las superficies asignables a cada alterna-

CUADRO IV

21

SUPERFICIE MAXIMA ASIGNABLE A LOS CULTIVOS FACTIBLES

C U L T I V O	SUPERFICIE ( ha )
Aguacate	187
Ajonjolí	-
Algodón	1 328
Cacahuate	115
Cacao	221
Camote	140
Chile verde	61
Cocotero establecido	562*
Cocotero por establecer	176
Cocotero intercalado con pastos	487
Cebolla	195
Frijol	1 328
Jitomate	167
Limón establecido	62*
Limón por establecer	-
Maíz	1 328
Mango	-
Mejón	346
Naranja	221
Pastos establecidos	448*
Pastos por establecer	880
Papaya	61
Piña	41
Plátano	114
Sandía	51
Sorgo	1 328
Soya	1 328
Tamarindo	-

\* Consideradas como forzosamente asignables.

tiva de siembra. Al maximizar la citada función objetivo, sujeta a las restricciones citadas, se obtuvo el patrón de actividades correspondiente al Cuadro V.

Dicho plan induciría anualmente una utilidad de 79.0 millones de pesos, que, divididos entre las 4 427 ha por regar, conducen a una utilidad por ha de \$17 854.

El patrón propuesto implica llevar a cabo dobles cultivos en el 35% de la superficie total, y requiere anualmente un volumen de agua de 48.7 millones de  $m^3$  —con la distribución mensual que aparece en el Cuadro VI—, el cual se calculó suponiendo una eficiencia de conducción del 80% y otra parcelaria del 75%. Así, la lámina bruta media anual requerida asciende a 1.10 m.

Cabe precisar que se revisó la factibilidad hidrológica del citado patrón a partir de los análisis de funcionamiento de la derivadora San José, lo que permitió comprobar la suficiencia del agua para surtir las referidas demandas.

#### Ventajas y desventajas del modelo

El modelo descrito constituye una buena herramienta para valorar los beneficios imputables a las diferentes alternativas de inversión en proyectos de riego.



CUADRO VI

24

DISTRIBUCION MENSUAL DE LA DEMANDA DE AGUA

M E S	DEMANDA ( miles de m <sup>3</sup> )	%
Enero	5 207	10.70
Febrero	4 961	10.19
Marzo	6 128	12.59
Abril	3 940	8.09
Mayo	2 444	5.02
Junio	2 739	5.63
Julio	3 249	6.67
Agosto	3 944	8.10
Septiembre	3 672	7.54
Octubre	4 063	8.35
Noviembre	4 738	9.73
Diciembre	3 599	7.39
<b>T O T A L</b>	<b>48 684</b>	<b>100.00</b>



Una de sus principales ventajas radica en el hecho de que conjuga, en forma casi automática, los principales elementos que concurren en proyectos de este tipo. Sin embargo, si este automatismo no va acompañado de un buen juicio por parte del analista encargado de su implementación, constituye un grave riesgo para la evaluación de proyectos. Al efecto, resulta imprescindible comparar los resultados obtenidos mediante el modelo, con opiniones diversas acerca de su factibilidad.

Por otra parte, cabe mencionar que, si bien los aspectos físicos de los proyectos, como son la calidad de los suelos, los volúmenes de agua disponibles, las épocas de siembra, etc., están ampliamente considerados en el modelo, el carácter lineal del mismo impide una aproximación más adecuada en lo concerniente al mercado factible de los productos por generar. Sin embargo, por lo menos hasta ahora, el nivel de la información disponible impide una mayor afinación al respecto.





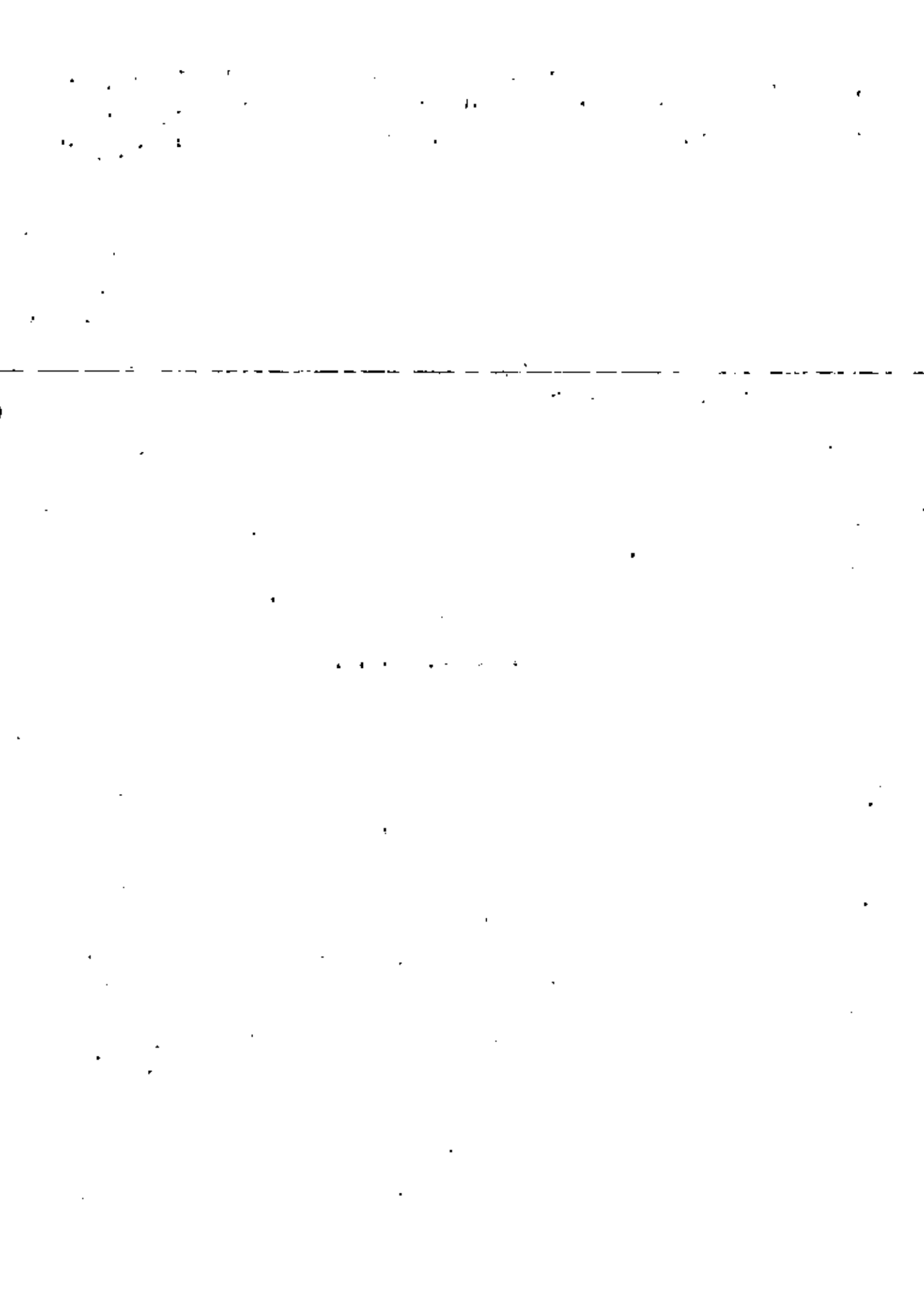
centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



ANALISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

4.3 ) Condiciones de optimalidad

Apuntes preparados por:  
Ing. Jorge Lorda A.

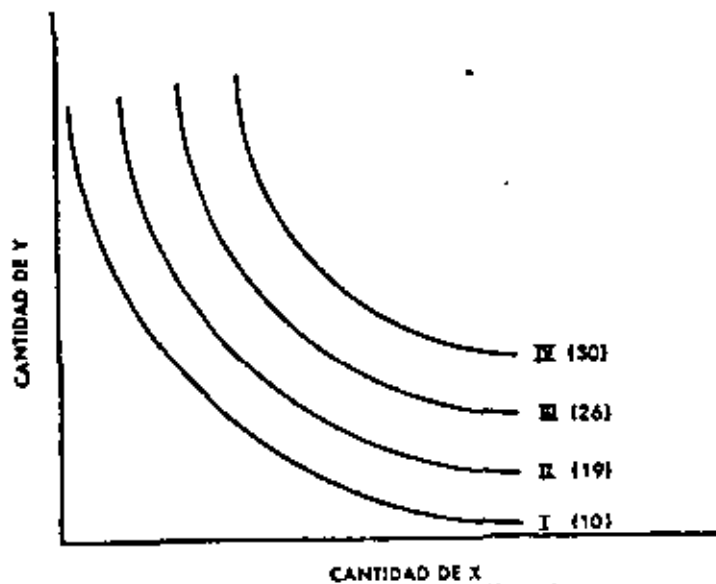


## 4.3 ) CONDICIONES DE OPTIMALIDAD

4.3.1 ) Algunos conceptos de microeconomía

Curvas de indiferencia.- Es un conjunto de puntos —combinaciones de bienes—, cada uno de los cuales produce el mismo nivel de satisfacción o utilidad total, por lo que el consumidor es indiferente entre ellos.

Si expresamos la función de utilidad como  $U = U(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , una curva de indiferencia estará representada por:  $U(X_1, X_2, \dots, X_n) = C$



Gráfica 1.2.4. Curvas de indiferencia.

Propiedades:

- a ) Pendiente negativa.
- b ) Alguna curva de indiferencia pasa por cada uno de los puntos del espacio de bienes (son totalmente densas).

- c ) Las curvas de indiferencia no se pueden intersectar.  
 d ) son cóncavas vistas desde arriba.

La Tasa marginal de sustitución. - La tasa marginal de sustitución de X a cambio de Y mide el número de unidades de Y que deben sacrificarse para obtener una unidad adicional de X en forma tal que se conserve un nivel constante de satisfacción. La pendiente de la curva de indiferencia, con signo contrario, es equivalente a la tasa marginal de sustitución en ese punto; - puede ser definida sólo para movimientos a lo largo de una curva y nunca para movimientos entre curvas.

Sea la curva de indiferencia  $U(x, y) = C$ , tomando la derivada obtenemos:

$$\frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy = 0$$

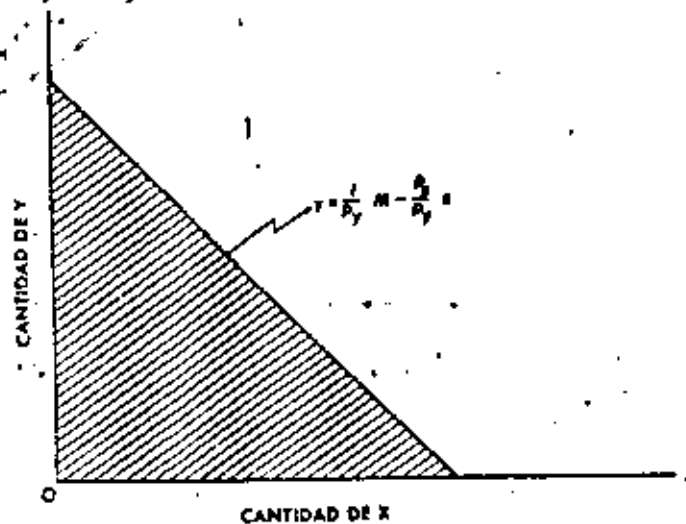
de donde:

$$-\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{\partial U}{\partial x}}{\frac{\partial U}{\partial y}} = \text{TMS } x \text{ por } y$$

Es usual denominar a  $\frac{\partial U}{\partial x}$  la utilidad marginal de "x", y a  $-\frac{\partial U}{\partial y}$  la utilidad marginal de "y". Por lo tanto, la tasa marginal de sustitución de x en lugar de y es la relación de las utilidades marginales de x y y.

La línea del presupuesto. - Si el consumidor tiene un ingreso ( $M$ ) limitado - y esta cantidad sólo puede gastarse en los bienes  $X$  y  $Y$ , entonces la suma de la cantidad gastada en cada uno de ellos ( $X P_x$  ó  $Y P_y$ ) no debe exceder el ingreso disponible. Esto se puede expresar como  $M \geq X P_x + Y P_y$  que define el denominado espacio del presupuesto.

La línea del presupuesto es el conjunto de combinaciones de bienes que se pueden adquirir cuando se gasta todo el ingreso. Su pendiente es la negativa de la razón de precios.



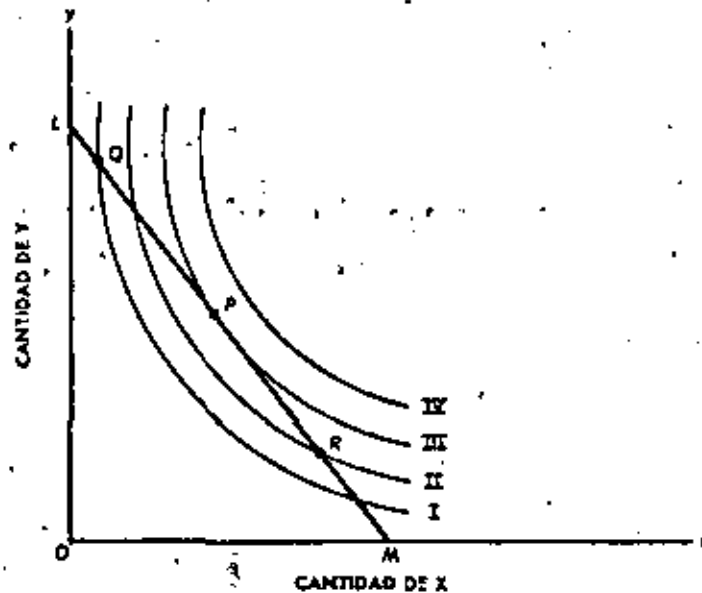
Gráfica 2.1.2. El espacio del presupuesto.

El equilibrio del consumidor. - Un consumidor que desea elevar al máximo su - nivel de satisfacción encuentra dicho óptimo —o sea, el punto de equilibrio

del consumidor— en el punto donde una curva de indiferencia es tangente a la línea del presupuesto; dicho punto está definido, sobre la línea de presupuesto, por la condición de que la tasa marginal de sustitución de X a cambio de Y, en la curva de indiferencia que pasa por ese punto, sea igual a la relación de precios de X entre Y.

$$\frac{\frac{\partial U}{\partial x}}{\frac{\partial U}{\partial y}} = \frac{p_x}{p_y}$$

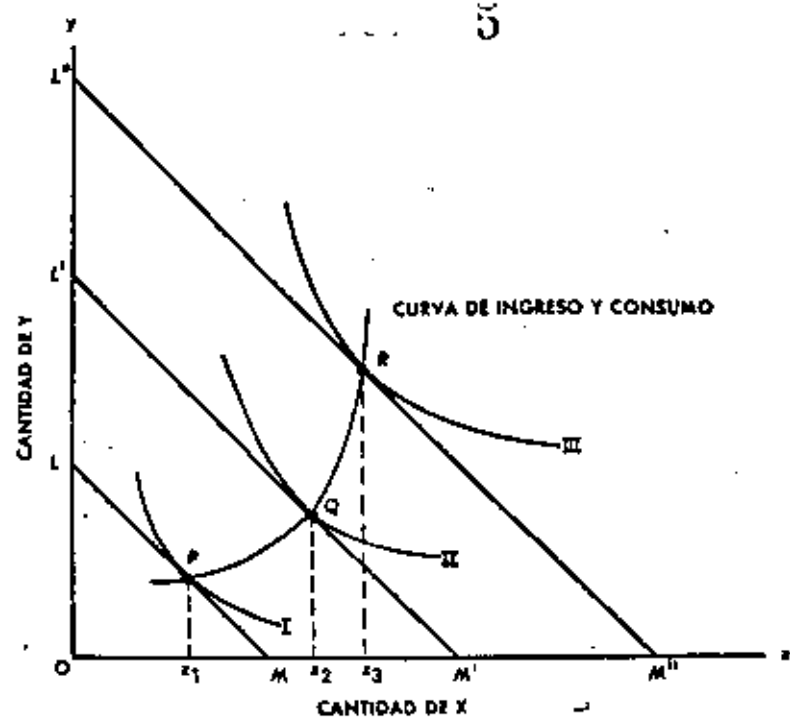
$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} p_y^2 - 2 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} p_x p_y + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} p_x^2 < 0.$$



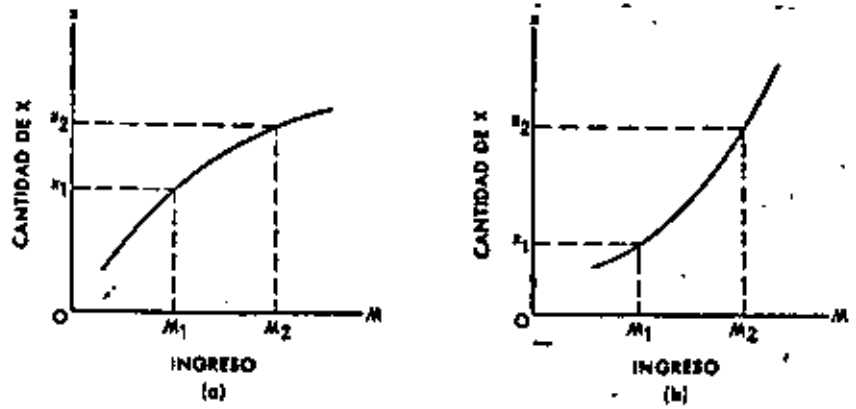
Gráfica 2.1.2. El equilibrio del consumidor.

Los cambios en el ingreso provocan desplazamientos paralelos de la línea del presupuesto, y si se calculan los puntos de equilibrio relacionados con cada nivel de ingresos obtenemos lo que se denomina curva de ingreso y consumo; de ellas podemos derivar las curvas de Engel, las cuales — son función que relacionan la cantidad que se compra de un bien con el nivel del ingreso, cuando se logra el equilibrio.





Gráfica 2.3.1. La curva de ingreso y consumo.



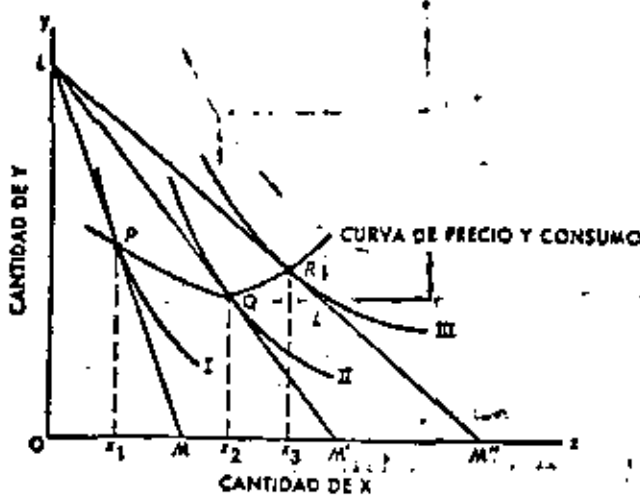
Gráfica 2.3.2. Curvas de Engel.

La elasticidad-ingreso de la demanda. - Se define como el cambio potencial que se presenta en la cantidad consumida de un bien al cambiar el ingreso.

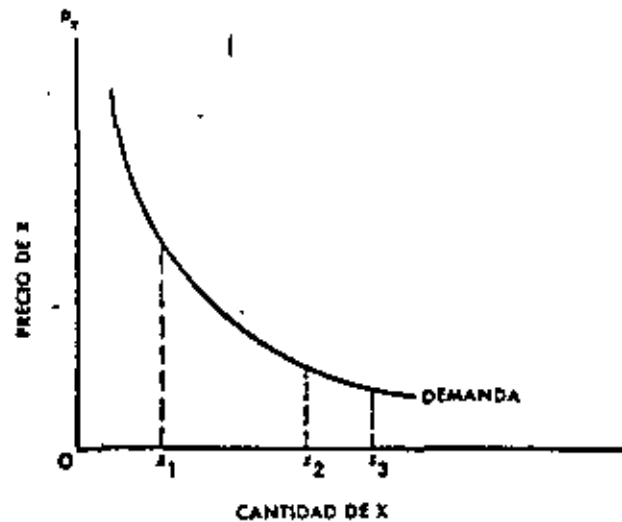
$$\eta_M = \frac{dx}{dM} \frac{M}{x}$$

La elasticidad ingreso tiene una relación directa con la forma de las curvas de Engel; si es unitaria nos indica que la curva de Engel es una línea recta, cuando es mayor de uno la curva de Engel será cóncava desde arriba, y siendo menor a la unidad indica concavidad desde abajo.

Cambios en los precios.- Al realizar cambios en los precios de uno de los bienes se modifica la pendiente de la línea de presupuesto, y con ello se altera el punto de equilibrio del consumidor. Si se calculan los puntos de equilibrio relacionados con los precios del bien se obtiene la curva de precio y consumo, de la cual podemos obtener, en igual forma que para la de Engel, la curva de demanda del consumidor individual. Esta última es una función que relaciona las cantidades de un bien que se compran ante variaciones en el precio del mismo, cuando el ingreso y los precios de otros bienes permanecen constantes.



GRÁFICA 2.4.1. La curva de precio y consumo



GRÁFICA 2.4.2. La curva de demanda.

La demanda del mercado.- Además de la función de preferencia de un individuo existen otros factores en la determinación de su demanda por un bien, se pueden señalar claramente cuatro de ellos:

- a) Los cambios en los precios de un bien producen cambios en la cantidad demandada, mientras que la curva de de-

manda no se mueve.

- b ) Cuando el ingreso se modifica se presentan desplazamientos de la curva de demanda, cuando es mayor serán hacia arriba y a la derecha.
- c ) Los patrones de preferencia se modifican con el tiempo, y esto provoca cambios en la cantidad demandada.
- d ) Por último, los precios de los bienes relacionados condicionan el nivel de la demanda del bien en cuestión. - Los bienes relacionados pueden ser sustitutos o complementarios; como ejemplo, un aumento en el precio del café puede provocar una reducción en la demanda del azúcar ( bienes complementarios ) y un aumento en el precio del ron puede provocar un aumento en la demanda de vodka ( bienes sustitufbles ).

Para obtener la demanda del mercado de un bien debemos sumar horizontalmente las demandas individuales. Es decir, la cantidad demandada en el mercado, a un precio, es la suma de las cantidades demandadas por todos los individuos, a ese precio.

La elasticidad-precio de la demanda.- Se define como el cambio porcentual en

la cantidad demandada que resulta de un cambio de uno por ciento en el precio.

$$\eta_{ee} = - \frac{\Delta q}{q} \div \frac{\Delta p}{p} = - \frac{\Delta q}{\Delta p} \frac{p}{q}$$

$$\eta_{ee} = \frac{\partial q_i / p_i}{\partial p_i / q_i} = - \frac{\partial \ln q_i}{\partial \ln p_i}$$

donde ln denota logaritmos de base e.

Las ecuaciones anteriores determinan la elasticidad precio de la demanda en un punto, es decir el coeficiente sólo es válido para pequeños movimientos. Como ejemplo supongamos el siguiente caso:

Precio	Cantidad demandada
\$29 001 (p <sub>1</sub> )	2 999 (q <sub>1</sub> )
\$29 000 (p <sub>2</sub> )	3 000 (q <sub>2</sub> )

$$\eta = - \frac{\Delta q}{\Delta p} \frac{p_1}{q_1} = - \frac{+1}{-.001} \frac{29\,001}{2\,999} = + 9,70357,$$

$$\eta = - \frac{\Delta q}{\Delta p} \frac{p_2}{q_2} = - \frac{+1}{-.001} \frac{29\,000}{3\,000} = + 9,66667.$$

El cálculo de la elasticidad en cualquier punto da resultados muy similares debido a que ambos puntos son muy próximos. Sin embargo si tratamos de aplicar la fórmula para cambios considerables, como en el siguiente caso, se obtienen resultados muy dispares.

Precio	Cantidad demandada
50.60 (p <sub>1</sub> )	400 000
0.50 (p <sub>2</sub> )	800 000

$$\eta = - \frac{\Delta q}{\Delta p} \frac{p_1}{q_1} = - \frac{400\,000}{-.10} \frac{.60}{400\,000} = + 6.0$$

$$\eta = - \frac{\Delta q}{\Delta p} \frac{p_2}{q_2} = - \frac{400\,000}{-.10} \frac{.50}{800\,000} = +$$

Para evitar lo anterior es usual medir la elasticidad sobre un arco de la curva de demanda, en lugar de hacerlo sobre un punto específico, para lo cual usamos valores promedios de precios y de cantidades y la fórmula queda expresada como:

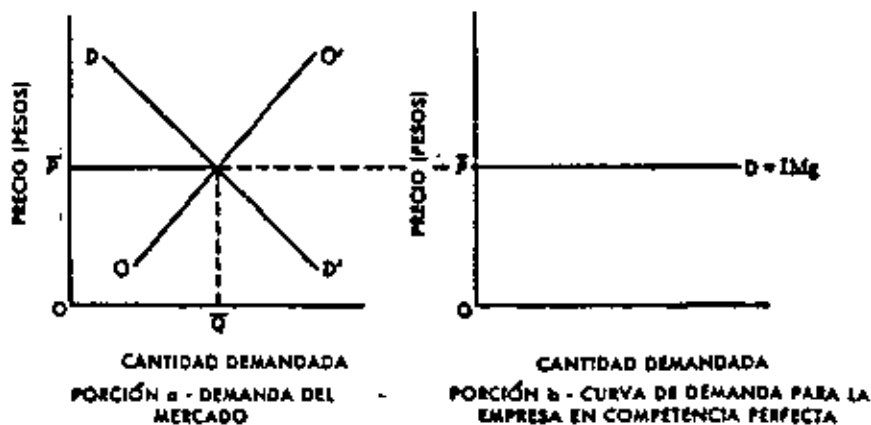
$$\eta = - \frac{\Delta q \left( \frac{p_2 + p_1}{2} \right)}{\Delta p \left( \frac{q_2 + q_1}{2} \right)} = - \frac{\Delta q (p_2 + p_1)}{\Delta p (q_2 + q_1)} \quad (4.3.2)$$

Aplicando la fórmula (4.3.2) en el cálculo anterior, obtenemos una elasticidad promedio, para el arco de la curva de demanda que cubren estas observaciones, como sigue:

$$\eta = - \frac{400\,000}{-0.10} \frac{1.10}{1\,200\,000} = + 3.6667$$

La demanda se clasifica como elástica, de elasticidad unitaria, o inelástica, cuando el valor de  $\eta$  es mayor, igual o menor que la unidad.

La curva de oferta. - Indica la cantidad de unidades de un bien que los fabricantes están dispuestos a producir a cada precio. El punto de equilibrio del mercado se encuentra en el punto donde se intersectan las curvas de oferta y demanda, y determina el precio de equilibrio y la cantidad demandada.



GRÁFICA 4.5.3. Cómo se encuentra la demanda para una empresa en competencia perfecta.

El precio de equilibrio del mercado determina, cuando el mercado es de competencia perfecta, la curva de demanda para el productor; puesto que el efecto que puede ejercer sobre el mercado es prácticamente nulo, - la demanda para la empresa es una línea horizontal al nivel del precio de -- equilibrio, en este caso la demanda es perfectamente elástica y el coeficiente de elasticidad se aproxima al infinito.

#### 4.3.2.) Funciones de producción y curvas de beneficio y costo.

##### Función de producción:

En economía se define la producción como cualquier actividad destinada a convertir los recursos, con formas y localizaciones dadas, en otros recursos con formas y localizaciones consideradas más útiles. En esta definición la palabra "localización" debe entenderse en un sentido tetra-dimensional, incorporando el tiempo junto con las tres coordenadas espaciales. Esta cuarta dimensión es particularmente importante en los proyectos de recursos hidráulicos que, tienen como uno de sus primeros propósitos el mejorar la disponibilidad del agua en el tiempo.

Los recursos empleados por los proyectos de desarrollo hidráulico (sus insumos) son el agua disponible en la naturaleza, la tierra, los materiales de construcción, la fuerza de trabajo del hombre, y una gran diversidad de maquinaria y equipo. Los recursos producidos (los productos) son el agua requerida, en tiempo y lugar, por la irrigación, el abastecimiento industrial y municipal de agua, la energía hidroeléctrica, la navegación, las descargas de agua residual, la regulación del estiaje, la capacidad en un embalse para el control de avenidas, y una gran variedad de facilidades recreativas y estéticas.

Las explicaciones económicas corrientes acerca de la producción clasifican las variables que entran en los acuerdos de las empresas en sólo dos categorías: insumos y productos. Un insumo es, sencillamente, cualquier cosa que la empresa adquiera para utilizarla en procesos de su producción o de otra naturaleza. Un producto es cualquier mercancía que la empresa produce o elabora para venderla. Los problemas de acuerdos y decisiones de producción por parte de la dirección se puede considerar que caen dentro de cuatro categorías:

1. ¿ Cuánto, en total, deberá gastarse en la adquisición de insumos ?
2. ¿ En qué forma se repartirá esta cantidad entre los diversos tipos de insumos ?
3. ¿ Cuánto de cada tipo de insumos se asignará a cada tipo de producto ?
4. ¿ Qué cantidad de producto final deberá elaborar la empresa ?

El desarrollo de los recursos hidráulicos es un proceso de producción. Al planear un proceso de producción para el sector público, se pueden aprovechar muchas ideas importantes analizando como actuarían las fuerzas económicas para lograr dicha producción bajo condiciones ideales.

El propósito fundamental de la producción es transformar los recursos (insumos) a formas más útiles al hombre (productos). Un proyecto de recursos hidráulicos se construye con el fin de obtener productos, tales como: la reducción de los daños causados por la ocurrencia de avenidas; agua



para irrigación; canales de navegación; generación de energía hidroeléctrica, etc; a partir de un conjunto de insumos, que son: los materiales constructivos, el escurrimiento natural de los ríos y las condiciones naturales del terreno ( suelos, vasos, planicies de inundación, etc. ). Como expresiones -- compuestas por elementos de naturaleza diversa, ambos insumo y producto, son cantidades vectoriales. Cada una de las coordenadas del vector representan un concepto específico de insumo y producto.

El vector de insumos se obtiene al sumar todos los insumos individuales. Así:

$$X = x_1 + x_2 + \dots + x_m$$

donde X es el vector total de insumos y las x, son los insumos individuales. Por su propia naturaleza los insumos caen dentro de dos tipos: el primero de ellos, el capital requerido para la producción, está formado por los materiales constructivos que son empleados para la ejecución de las obras de un proyecto. Al segundo tipo, la materia prima necesaria, corresponden los recursos naturales ( escurrimientos, suelos, etc. ) de los cuales se obtiene el producto.

La evaluación del vector de insumos se complica por el hecho de que no se puede predecir con antelación la magnitud y variación temporal de los escurrimientos futuros, los que varían dentro de rangos muy amplios. El escurrimiento puede ser representado en diversas formas como pueden ser --

un hidrograma, una gráfica continua de las descargas de la corriente durante la vida del proyecto, una distribución de probabilidad, o también mediante los momentos de la distribución, como son la media y la desviación estándar. Sin embargo, uno debe tener presente que los componentes restantes de los vectores de insumos y productos también se comportan conforme a alguna distribución de probabilidad, ya que no se puede predecir ningún evento con absoluta certeza, aún cuando su varianza pueda ser muy pequeña.

El concepto de vector de insumos se simplifica si se definen sus coordenadas en función de productos intermedios (almacenamientos, encauzamientos, casa de máquinas), en lugar de los elementos de construcción (tierra, concreto, acero). Para obtener la combinación óptima de los elementos de construcción necesarios para crear un producto intermedio (digamos una presa de tamaño definido), es necesario realizar un estudio de ingeniería económica buscando minimizar el costo total. La primera fase determina la cantidad mínima necesaria de tierra, concreto y acero, para la construcción de una presa de tamaño definido. La segunda fase define el tamaño que debe tener la presa, cuando y donde debe ser construída.

El vector de productos se obtiene al sumar los productos individuales. Así:

$$Y = Y_a + Y_b + \dots + Y_n$$

donde Y es el vector total de productos y las y son los n productos indivi-

duales. De nuevo, cada uno de los productos pueden solamente estimarse durante la planeación y en realidad presentan una distribución de probabilidad que expresa el rango de los posibles valores que pueden alcanzar. Los productos individuales se distinguen por tipo ( irrigación, control de avenidas ) y por localización ( el área servida ).

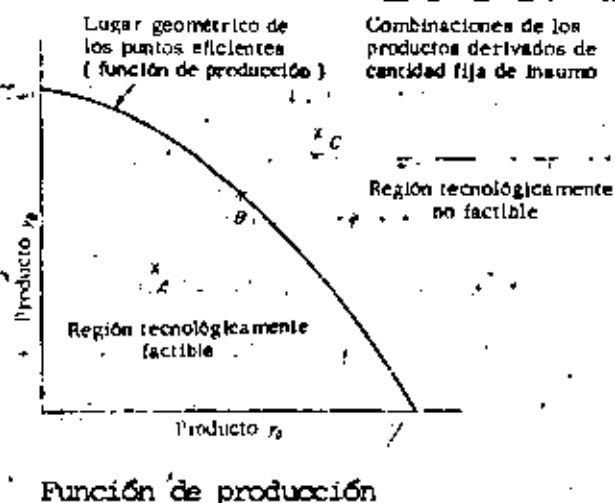
La composición de ambos vectores varía con el tiempo. Dentro de los insumos están contenidos los costos de la inversión en la construcción original, del reemplazo periódico de equipo, de la operación regular y los del mantenimiento de las obras. Los productos ocurren en una corriente de tiempo que finaliza con la vida física del proyecto, variando año con año pero incrementándose normalmente con el crecimiento general de la economía.

El economista está acostumbrado a expresar las relaciones entre los insumos y los productos de un sistema por medio de lo que denomina función de producción.

Será de gran ayuda en la introducción de este concepto distinguir entre las funciones de producción a "corto" y a "largo plazo". En la función de producción a corto plazo las instalaciones y el equipo se considera que ya existen y son inalterables, así que la relación requerida conecta fácilmente a los productos con los insumos variables. La función de producción a largo plazo se aplica a situaciones donde las instalaciones pueden ser alteradas, esto es, donde el problema incluye el diseño tanto como

la operación de las obras, tal es el caso de un proyecto hidroagrícola. Los recursos requeridos para construir o alterar las instalaciones son entonces tomados en cuenta a través de las variables de insumos, y tales instalaciones no están consideradas como un hecho establecido, que condiciona la relación entre insumos y productos. La función de producción a corto plazo es más sencilla, sin embargo es irrelevante para el diseño en proyectos de inversión.

Como simple ilustración del significado de una función de producción, uno podría tener un proceso productivo del cual se obtuvieron dos productos. Un análisis ingenieril demostraría que la combinación de productos representada por el punto A es físicamente factible, mientras que la representada por el punto C no lo es. Continuando con el análisis de alternativas de producción, se conocerán cuales de los vectores de productos son susceptibles de obtenerse y cuales no. Todos aquéllos que si se pueden producir, se dice que caen dentro de la región tecnológicamente factible.



Algunos de los puntos localizados en la región tecnológicamente factible son eficientes, mientras los restantes resultan ser ineficientes. Por ejemplo, es físicamente posible disponer del vector de insumos sin producir nada, pero resulta muy gravoso e ineficiente. La producción relativa al punto A es ineficiente puesto que con el mismo insumo, el vector de productos puede incrementarse hasta el punto B. Para un punto ineficiente, es seguro que el vector de productos se puede incrementar sin aumentar el vector de insumos, o bien, el mismo vector de productos se puede obtener después de un decremento verdadero en el vector de insumos. Un incremento verdadero de un vector significa que algunas coordenadas son aumentadas sin haber decrementos en las restantes. Un decremento verdadero significa que algunas coordenadas son decrementadas sin haber incrementos en las demás.

El lugar geométrico de los puntos eficientes está definido por el límite exterior de la región tecnológicamente factible. La función de producción es la representación matemática de esta línea. Está relacionada con los vectores totales de insumo y producto, por lo que, al tomar los términos izquierdos de ambos vectores, se puede representar mediante la expresión:  $f(X, Y) = 0$ .

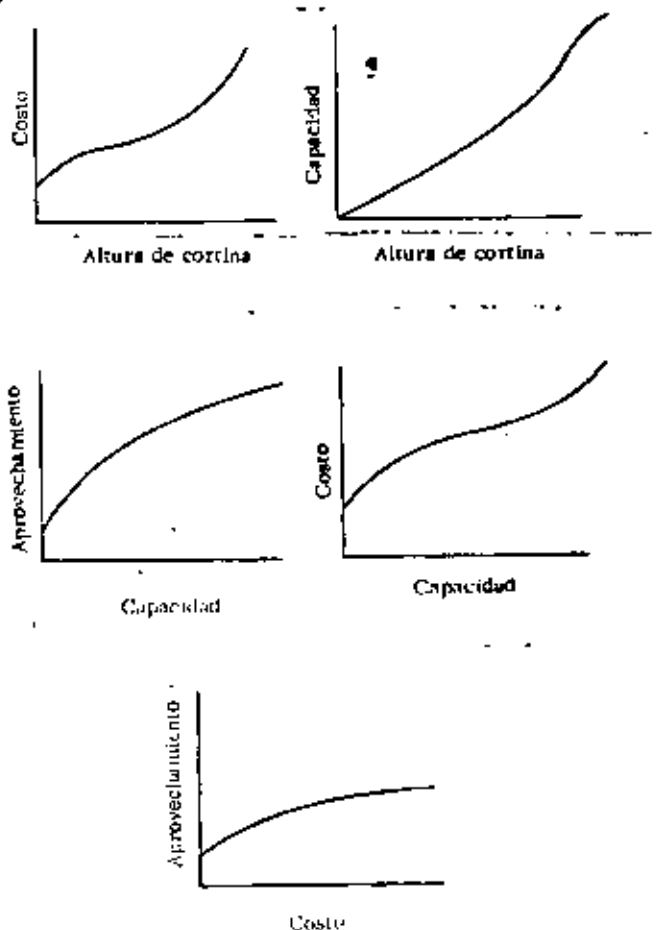
Podemos ahora definir la función de producción: es simplemente el lugar geométrico de todos los puntos eficientes, es decir, de todas las combinaciones de insumos y productos tecnológicamente factibles tales que el vector de productos no puede ser excedido sin incrementar algún insumo, y el vector de insumos no puede ser reducido sin decrementar algún pro-

ducto. Obviamente, todos los puntos que no están sobre la función de producción son no factibles o ineconómicos.

En resumen, una función de producción expresa los límites tecnológicos de los productos alcanzables con los insumos dados. Los productos pueden considerarse como funciones de los insumos o viceversa, como sea más conveniente. De esta discusión sobre la función de producción, deben ser evidentes tres cosas. Primera, el concepto es muy adaptable; los argumentos de la función pueden escogerse con libertad, según lo dicten las circunstancias. Segunda, desde un punto de vista conceptual, la función de producción no es de ninguna manera una recta, idea elemental, puesto que incorpora relaciones funcionales de gran dificultad. Para explicar la función de producción, los economistas prefieren tratar con casos de un solo producto, con uno o dos insumos, y sin incertidumbre. Tales casos proporcionan ideas útiles de las propiedades de las funciones de producción, y de la naturaleza de la producción misma, pero solo existen en los libros. Tercera, desde un punto de vista empírico y cuantitativo, no cabe duda que realmente es imposible determinar una función de producción, excepto en circunstancias exageradamente simplificadas.

Ahora a manera de ejemplo, supóngase que enfrentamos el problema del dimensionamiento de un almacenamiento para un solo propósito, el abastecimiento de agua para riego. Este sistema tiene solo un producto en cada año de su vida. Mediante el siguiente razonamiento podemos pensar que también tiene un solo insumo. La cantidad de agua suministrada cada año de-

pende solo de la capacidad del almacenamiento y de factores hidrológicos incontrolables. Así podemos decir que el producto, o al menos su distribución de probabilidades, depende solo de la capacidad del almacenamiento, la cual a su vez ( la topografía de la región está dada ) depende principalmente de la altura de la presa. También consideraremos que los proyectistas pueden determinar la mejor combinación de recursos para construir una presa de cualquier altura especificada. Entonces la altura de la presa es la única variable sobre la que se tomarán las decisiones. Conocida la altura de la presa, los elementos constructivos ( insumos ) se determinan mediante consideraciones ingenieriles y la cantidad de agua aprovechable ( productos ) se determina mediante consideraciones fisiográficas e hidrológicas. En las siguientes Gráficas se ilustra la secuencia para determinar la función de producción -- del caso presentado.



En este ejemplo consideramos que la presa es la única estructura que necesita incluirse en el sistema; en realidad cualquier sistema se halla integrado por una diversidad de canales, conductos, y otras instalaciones.

Funciones de beneficios y costos.- La selección del mejor punto sobre la función de producción requiere de un criterio que permita determinar su valor. El criterio debe asignar un valor escalar a cada punto localizado sobre la función de producción. Es necesario que sea un valor escalar debido a que los vectores no se pueden ordenar de acuerdo a su magnitud, pues cada vector está asociado a los valores de cada una de las coordenadas que la definen. La función objetivo necesariamente depende de ambos vectores, de insumos y productos, y puede expresarse como:

$$U = u ( X, Y )$$

considerando que se obtienen n productos de m insumos, la función queda en la siguiente forma:

$$U = \sum_{j=1}^n B_j Y_j - \sum_{i=1}^m C_i X_i$$

donde la  $B_j$  se refiere a los beneficios unitarios asociados a las correspondientes coordenadas del vector de productos, y la  $C_i$  se refiere a los costos unitarios asociados a las coordenadas del vector de insumos. Conceptualmen-



te, ambos, beneficios y costos, pueden ser medidos en unidades monetarias, o bien definidos con respecto a algún índice de desarrollo basado en la función de bienestar social, sin afectar el criterio de optimalidad antes derivado.

La evaluación económica de las alternativas de producción se basa en la variación del costo de producción relacionado con los niveles de producción ( llamada curva de costo total ), y en la variación de los beneficios derivados de esos productos ( llamada curva de beneficio total ). La curva de beneficio total se obtiene al sumar el valor de los bienes recibidos por los usuarios de los productos.

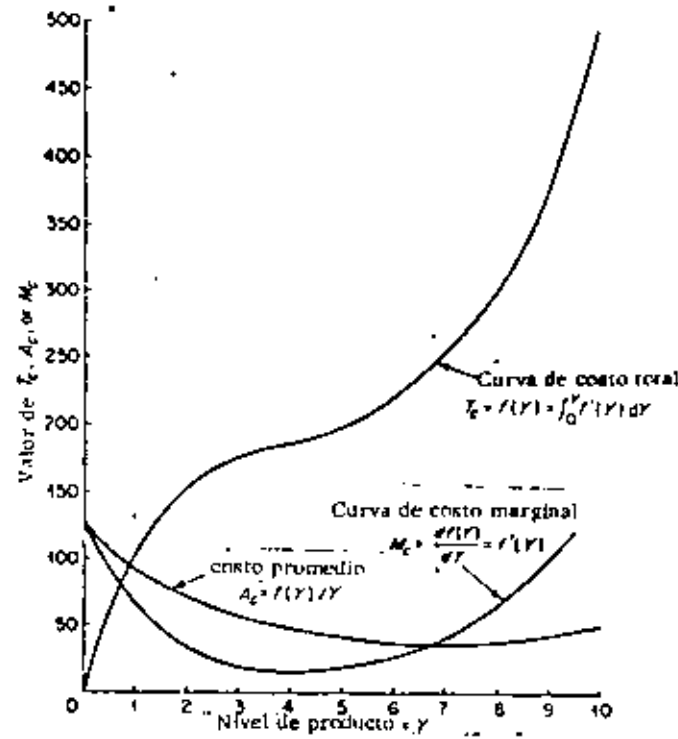
El costo total está formado por costos fijos y costos variables. Los costos fijos permanecen constantes e indiferentes al nivel de producción, incluyen los cargos por las instalaciones fijas y otros costos generales. Los costos variables son función del nivel de producción, incluyen los costos de mano de obra y materiales, los cuales suelen incrementarse de acuerdo al nivel de producción. Los costos variables determinan los costos marginales y se usan para definir el nivel óptimo de producción. Los costos fijos no influyen en los marginales y por tanto tampoco sobre el nivel óptimo de producción, pero sí influyen en que los beneficios totales excedan o no a los costos totales, es decir, en la decisión de construir las obras.

Las curvas de costo o beneficio promedio se obtienen de las curvas de costo o beneficio total, al dividir el valor total entre el nivel

de producción. Las curvas de costo promedio generalmente presentan forma de U, se decrecientan al principio debido a las economías de escala, que son reducciones en los costos unitarios de producción resultantes de incrementos en el tamaño del sistema productivo y del volumen de producción.

Al aumentar el volumen de producción los costos medios se incrementan nuevamente debido a diseconomías de escala, que pueden ser causadas por las dificultades para dirigir una gran empresa o por los incrementos inducidos en el precio de

los insumos al requerirlos en grandes cantidades.



En la construcción de presas de almacenamiento gran parte de los costos fijos se originan en la capacidad requerida para azolves, en las estructuras vertedoras que permitan el paso de gastos extraordinarios, en los caminos de acceso, obras de desvío y otras estructuras menores. Las diseconomías de escala se presentan cuando los almacenamientos son demasiado grandes, y provienen principalmente de que los volúmenes extraídos son decrecientes, asociados a tamaños de presa crecientes por cada volumen adicional almacenado.

Las curvas de beneficio o costo marginal presentan la pendiente de las curvas de beneficio o costo total. La pendiente representa el cambio en costo o beneficio total asociado a un cambio unitario en la producción. Dado que una empresa no producirá una unidad extra a menos que el precio exceda al costo marginal, la rama ascendente de la curva de costo marginal es una curva de oferta. Así mismo, un comprador no hará una adquisición a menos que ésta le reporte un beneficio superior al costo, por lo que la curva de beneficio marginal es una curva de demanda.

Los valores totales pueden obtenerse fácilmente a partir de las curvas marginales, el área bajo la curva marginal y a la izquierda de una abscisa cualquiera, resulta ser igual a la ordenada de la curva total. En el punto más bajo de la curva promedio, son iguales los valores marginal y promedio, pues si no fuera así, al sumar la diferencia entre ellos se modificaría el promedio. La posición de una curva marginal es por debajo de una curva promedio descendiente, lo cual explica que bajen los valores promedio. Contrariamente, la Gráfica de la curva marginal en la parte ascendente de la curva promedio, es por arriba de ella. Por consiguiente, las curvas marginales, generalmente también tienen la forma de U, pero desplazadas hacia el origen.

4.3.3 ) Derivación de las condiciones de optimalidad

Para proceder con el análisis consideremos que todas las dificultades han sido superadas y que tenemos a la mano una función objetivo o de beneficio neto  $u ( X, Y )$ , que expresa la deseabilidad del plan caracterizado por el vector de insumo producto  $( X, Y )$ . Entonces podemos analizar conjuntamente la función de producción y la función de beneficio neto y buscar el punto de la función de producción con el que se obtiene el valor más alto posible en la función de beneficio neto. Matemáticamente, buscamos maximizar la función objetivo  $u ( X, Y )$ , sujeta a la restricción de que el plan se encuentra sobre la función de producción  $f ( X, Y ) = 0$ ; si consideramos que ambas funciones son diferenciables, tenemos un problema de cálculo diferencial. Para resolverlo, establecemos la función de Lagrange

$$L ( X, Y ) = u ( X, Y ) + \lambda f ( X, Y ),$$

donde  $\lambda$  es un multiplicador de Lagrange. La condición necesaria para que el punto  $( X, Y )$  maximice a  $u ( X, Y )$  sujeta a las restricciones es que exista un valor de  $\lambda$  para el cual todas las primeras derivadas parciales de  $L ( X, Y )$  sean nulas en el punto  $( X, Y )$ . Estas condiciones se pueden expresar como

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} = - \lambda \frac{\partial f}{\partial x_i} \quad (i = 1, \dots, n)$$

$$\frac{\partial u}{\partial y_j} = - \lambda \frac{\partial f}{\partial y_j} \quad (j = 1, \dots, m)$$

para algún valor de  $\lambda$ . Dividiendo las ecuaciones entre sí, podemos obtener:

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} / \frac{\partial u}{\partial y_j} = - \frac{\partial f}{\partial x_i} / - \frac{\partial f}{\partial y_j},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} / \frac{\partial u}{\partial x_h} = - \frac{\partial f}{\partial x_i} / - \frac{\partial f}{\partial x_h},$$

$$\frac{\partial u}{\partial y_j} / \frac{\partial u}{\partial y_k} = - \frac{\partial f}{\partial y_j} / - \frac{\partial f}{\partial y_k},$$

donde  $i$  y  $h = 1, \dots, n$  y  $j$  y  $k = 1, \dots, m$ , a condición de que no se anulen los denominadores.

Además puesto que sabemos que  $f(X, Y) = 0$ , que es la restricción impuesta por la función de producción, un incremento en uno de los elementos debe estar relacionado con una reducción en otro, entonces podemos expresar:

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} / \frac{\partial f}{\partial y_j} = - \frac{\partial y_j}{\partial x_i},$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} / \frac{\partial f}{\partial x_h} = - \frac{\partial x_h}{\partial x_i},$$

$$\frac{\partial f}{\partial y_j} / \frac{\partial f}{\partial y_k} = - \frac{\partial y_k}{\partial y_j}.$$

Por consiguiente podemos escribir las condiciones necesarias para que un vector de insumo-producto maximice la función de beneficio neto como:

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} / \frac{\partial u}{\partial x_h} = - \frac{\partial x_h}{\partial x_i},$$

$$\frac{\partial u}{\partial y_j} / \frac{\partial u}{\partial y_k} = - \frac{\partial y_k}{\partial y_j},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} / \frac{\partial u}{\partial y_j} = - \frac{\partial y_j}{\partial x_i}.$$

La explicación del significado de estas ecuaciones es la siguiente. El primer término  $\partial u / \partial x_i$  es la tasa de cambio de la función de beneficio neto con respecto al  $i$ -ésimo insumo. Es el costo marginal del  $i$ -ésimo insumo (  $CMg_i$  ). Si  $C_i$ , el precio unitario del  $i$ -ésimo insumo, es una constante con respecto a  $( X, Y )$ , entonces  $CMg_i = C_i$ .

Similarmente,  $\partial u / \partial y_j$  es el beneficio marginal del  $j$ -ésimo producto (  $BMg_j$  ). Si  $B_j$  es constante, entonces  $BMg_j = B_j$ . Con esto hemos dado el significado de todas las expresiones a la izquierda de las igualdades, puesto que las restantes son análogas.

En el lado derecho de las ecuaciones encontramos las derivadas parciales de los componentes de  $( X, Y )$  con respecto a cada una de los otros. Estas tienen un claro significado económico. Así  $\partial y_j / \partial x_i$  es la tasa a la que el  $j$ -ésimo producto debe incrementarse ( o decrementarse ) por cada unidad de incremento ( o decremento ) del  $i$ -ésimo insumo. Es el producto marginal del  $i$ -ésimo insumo con relación al  $j$ -ésimo producto (  $PMg_{ij}$  ). Correlativamente,  $\partial x_h / \partial x_i$  es la tasa a la que el  $h$ -ésimo insumo puede reducirse ( incrementarse ) por cada unidad de incremento ( reducción ) en el  $i$ -ésimo insumo, manteniéndose fijos los restantes insumos y productos. Se le llama tasa marginal de sustitución técnica del  $h$ -ésimo insumo por el  $i$ -ésimo insumo (  $TMgSh_i$  ). Finalmente,  $\partial y_k / \partial y_j$  es la tasa a la que el  $k$ -ésimo producto debe reducirse ( incrementarse ) por unidad de incremento ( reducción ) del  $j$ -ésimo producto, mientras todos los demás productos permanecen constantes.

Esta derivada es llamada la tasa marginal de transformación del producto k - por el producto j ( $TM_g^{k-j}$ ).

Con estos conceptos, las condiciones necesarias para un plan que maximice los beneficios netos puede escribirse como:

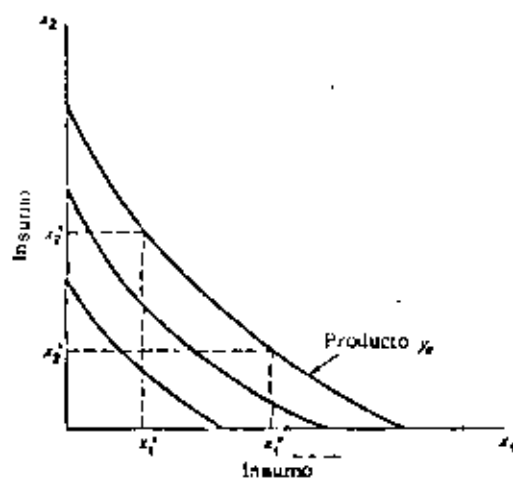
$$\text{Condición 1. } CM_{gi}/CM_{gh} = TM_g^{hi}$$

$$\text{Condición 2. } EM_{gj}/EM_{gk} = TM_g^{kj}$$

$$\text{Condición 3. } CM_{gi}/EM_{gj} = PM_{gij}$$

La comprensión del significado de las tres condiciones de -- optimalidad se facilita al interpretarlas geométricamente. A continuación - se presenta dicha interpretación.

Condición de optimalidad 1: Combinación de los insumos.- El proceso productivo óptimo debe utilizar la combinación de insumos de mínimo costo capaz de alcanzar un nivel de producción dado. Tal combinación se puede obtener geométricamente mediante el uso de líneas de igual nivel de producción (isocuantas) y líneas de igual presupuesto (isocostos). Si se reduce el problema a dos dimensiones por facilidad de presentación, las isocuantas muestran varias combinaciones de los dos insumos que originan igual cantidad de producto. Las líneas isocuantas son análogas a las curvas de indiferencia y presentan características similares.



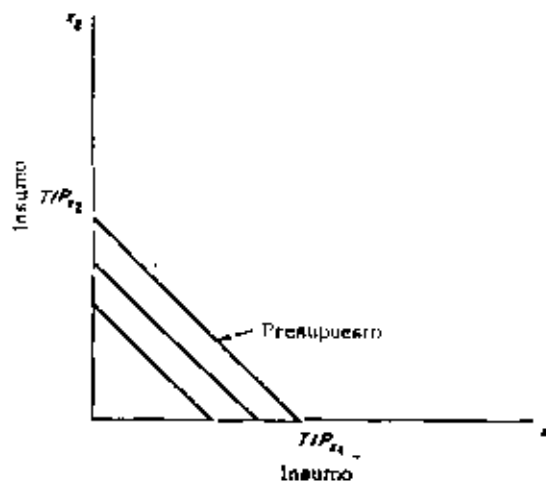
En la Figura las isocuantas para el producto  $y_a$  muestra las posibles combinaciones de  $x_1$  y  $x_2$  utilizadas para su producción. La combinación más eficiente depende de los precios unitarios de los insumos, justamente como los precios unitarios de los bienes conducen a comprar aquellos que maximicen la satisfacción del consumidor.

Las líneas de isocostos indican la combinación de insumos — que se pueden adquirir con un presupuesto de producción dado y son análogas a las líneas de presupuestos del consumidor vistas anteriormente. Si el presupuesto de producción es  $T$ , el precio de  $x_1$  es  $P_{x_1}$ , y el precio de  $x_2$  es  $P_{x_2}$ .

$$T = P_{x_1} x_1 + P_{x_2} x_2$$

que es la ecuación de una línea recta con una pendiente de  $P_{x_1}/P_{x_2}$ .

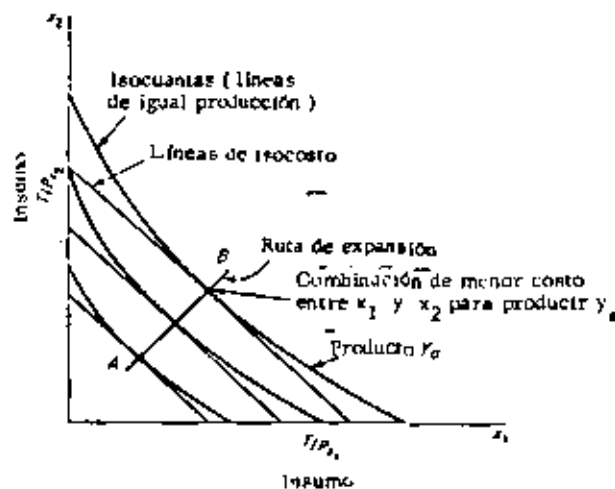




La obtención de un nivel de producción dado con la combinación de los recursos a un mínimo costo, ocurre donde la línea de isocostos ( con pendiente de  $P_{X_1}/P_{X_2}$  ) es tangente a la isocuanta ( con pendiente de  $TM_{S_{X_2X_1}}$  ). Por consiguiente,

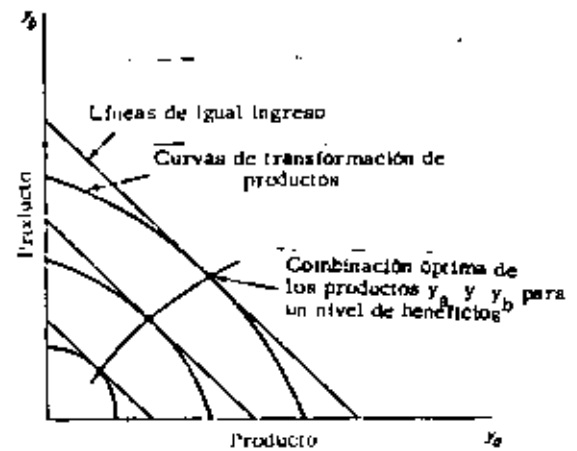
$$TM_{S_{X_2X_1}} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

En la Figura siguiente se muestra la intersección de varias líneas de isocuantas, con otras tantas de isocostos. La línea AB, donde están contenidos los puntos de tangencia, es llamada ruta de expansión, y es el lugar geométrico de las combinaciones de insumos de mínimo costo para varios niveles de producción total.



Condición de optimalidad 2: Combinación de productos.— Con dos productos, tales como abastecimiento de agua para riego y generación de energía eléctrica, la producción total debe dividirse entre ambos para maximizar los beneficios. Uno puede empezar el análisis graficando, sobre ejes coordenados que representen los dos productos  $y_a$  y  $y_b$ , cada una de las familias de curvas — que muestran las combinaciones de productos que pueden obtenerse a un costo dado. Cada curva indica todas las combinaciones de los productos  $y_a$  y  $y_b$  — que pueden producirse por la suma indicada y es llamada curva de transformación-producto que, para moverse a lo largo de ella, un producto debe incrementarse mientras que el otro se reduce. La pendiente de la curva de transformación-producto es llamada la tasa marginal de transformación.

También puede graficarse una familia de líneas paralelas llamadas líneas de isoingreso. Las pendientes de estas líneas son los cocientes de los precios de mercado de los dos productos. Cada línea de isoingreso muestra las diferentes combinaciones de productos que se venderán por el mismo monto de ingreso bruto o que producirían un beneficio dado.

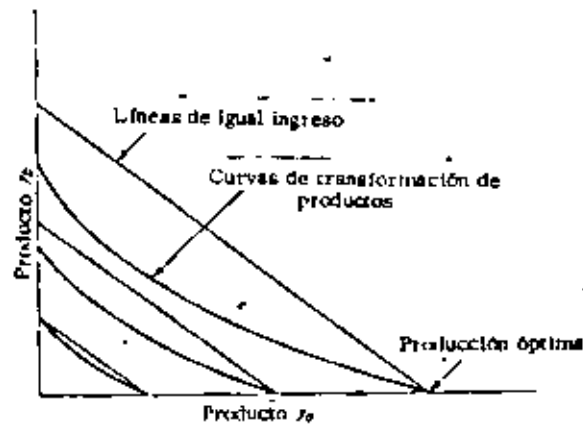


La combinación óptima de productos alcanza un nivel dado de beneficios a mínimo costo, o dicho de otra forma, el máximo nivel de beneficios para un nivel de costo dado. Las combinaciones óptimas están localizadas en los puntos de tangencia de las líneas de isoingreso ( con pendiente  $P_{Y_a}/P_{Y_b}$  ) y las curvas de transformación-producto ( con pendiente  $TM_{gT_{Y_a Y_b}}$  ). Por consiguiente

$$TM_{gT_{Y_a Y_b}} = P_{Y_a}/P_{Y_b}$$

Las curvas de transformación-producto son cóncavas al origen si la elaboración de un producto es complementaria a la del otro o si la producción de uno es facilitada por la producción del otro. Pero si la obtención de un producto dificulta la producción del otro, las curvas de transfor-

mación-producto son convexas al origen. En este caso, los beneficios se maximizan produciendo sólo uno de los dos productos, siendo ésta una solución extrema para la cual la Ec 8 no es aplicable. La curva de transformación-producto alcanza la línea de mayor ingreso sobre el eje  $y_a$ ; por tanto, -- solamente se produciría  $y_a$ . Nótese que la línea de ingreso no es tangente a la curva de transformación-producto en este punto.

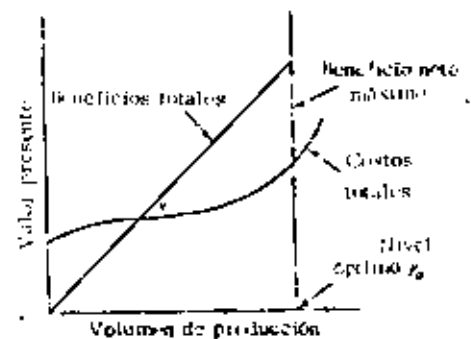


La condición de optimalidad 2 puede resumirse diciendo que -- la producción debe ser dividida entre los dos productos de tal manera que el beneficio marginal de algún insumo utilizado en la producción del primer -- bien iguale al beneficio marginal de ese insumo en la producción del otro. Si no fuera así la cantidad de producción de ambos productos podría cambiarse a otro nivel para incrementar los beneficios.

Condición de optimalidad 3: Nivel de producción. -- La condición de optimali

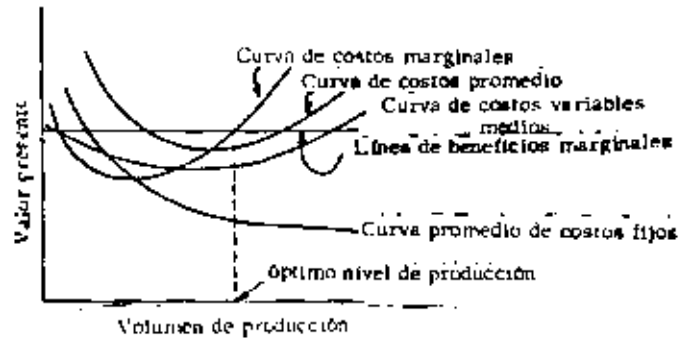
dad 3 determina el nivel óptimo de producción, bajo el supuesto de que las condiciones 1 y 2 han sido ya satisfechas. La condición establece que el beneficio es maximizado si el producto se incrementa hasta un punto donde los costos marginales igualan los beneficios marginales. Los valores marginales son iguales donde las pendientes de las curvas de beneficio y costo total — son iguales o donde la distancia entre ellas es máxima.

Para el caso de dos insumos y un producto, la condición 1 establece las bases para calcular la combinación de costo mínimo para alcanzar diferentes niveles de producción. Los resultados pueden graficarse en una curva de costo total. La curva de beneficio total puede graficarse multiplicando el precio unitario del producto por la cantidad del mismo.

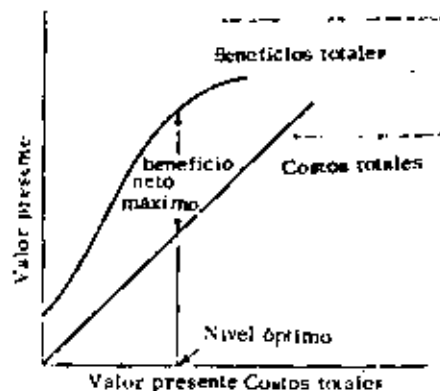


Bajo las condiciones de competencia perfecta el precio unitario es constante, de aquí que la línea de beneficios totales sea una línea recta. Para un producto solamente, la condición de optimalidad 2 no es aplicable, y podemos ir a la condición de optimalidad 3 directamente. Como puede verse en la figura, los beneficios netos son máximos donde las pendientes de las curvas de beneficio total y costo total son iguales. El mismo nivel de producción puede expresarse sobre las curvas marginales como el punto donde los costos marginales igualan los beneficios marginales ( la oferta igual a la demanda ), se

gún puede apreciarse en la siguiente Gráfica.



Para el caso de un insumo y dos productos, solamente se aplican las condiciones de optimalidad 2 y 3 ya que no existe el problema de combinar insumos. Los beneficios y costos asociados a las combinaciones de productos sobre la ruta de expansión pueden graficarse para determinar el nivel óptimo de costos, como se muestra en la siguiente Gráfica. Ya determinado el nivel de producción óptimo podemos regresar a las Gráficas formadas para las condiciones 1 y 2, y obtener de ellas las cantidades de cada insumo ( o producto ) incluidas en el nivel de producción óptimo.



Todos estos resultados han sido deducidos por medio de la aplicación directa de la teoría de maximización del cálculo diferencial. Es tan por tanto sujetas a las limitaciones de dicha teoría. Hay tres de esas limitaciones particulares que deben tenerse en mente. Primera, las condiciones que hemos aplicado son condiciones necesarias pero no suficientes para tener un máximo. Con ciertas excepciones, que mencionaremos adelante, cada máximo las cumple, pero existen algunos valores de  $(X, Y)$  que las satisfacen sin maximizar a  $u(X, Y)$ . Para determinar si un vector  $(X, Y)$  que cumple con las condiciones necesarias para ser un máximo es además un vector maximizante, podemos inspeccionar la solución mencionada informalmente para ver si pequeñas variaciones en todos los componentes de  $(X, Y)$  decrece el valor de la función objetivo o, más formalmente, aplicando las condiciones de suficiencia para definir un máximo, las cuales dependen de las segundas derivadas parciales.

Segundo, aún cuando se hayan cumplido las condiciones de suficiencia para tener un máximo, los métodos del cálculo diferencial definen sólo máximos locales. Es decir, garantizan sólo que si un vector satisface las condiciones, no hay otro vector en las proximidades de él, que tenga un valor mayor sobre la función objetivo. Si existen varias soluciones para las condiciones de maximización, debe determinarse el máximo maximum por enumeración.

Y finalmente, si el rango permisible de variación de los componentes de  $(X, Y)$  está restringido, es posible, que el máximo ocurra en

un punto que no cumple con las condiciones "necesarias" para ser un máximo. Esta paradoja surge debido a que las condiciones necesarias del cálculo diferencial son válidas solamente cuando las variables pueden tomar cualquier valor. Pero en la mayoría de las aplicaciones económicas el rango de las variables está acotado; en particular, muchas de ellas son inherentemente positivas y tienen frecuentemente fronteras superiores. Así pues, el máximo puede presentarse donde una o más variables toman un valor extremo, aun cuando no se satisfagan las condiciones de maximización convencionales.





centro de educación continua;  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



ANÁLISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

4.4 ) Análisis de la capacidad por instalar

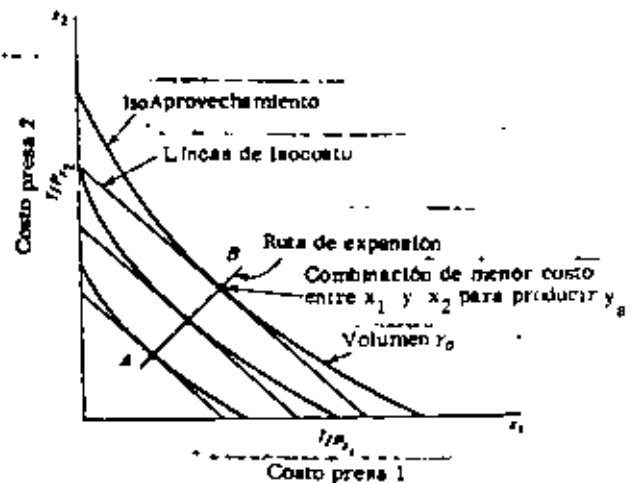
Apuntes preparador por:  
Ing. Jorge Lorda A.



4.4 ) ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA

Hasta ahora hemos visto algunas características de un proceso productivo cualquiera y hemos derivado las condiciones que necesariamente debe satisfacer para alcanzar un nivel óptimo. Se mencionó que un proyecto hidroagrícola no es sino un proceso productivo y se presentó un ejemplo sencillo de la forma en que se puede obtener la función de producción de una presa de almacenamiento. Conviene ahora interpretar los diferentes factores que intervienen en el proceso desde el punto de vista de un proyecto hidroagrícola; para ello utilizaremos el enfoque gráfico empleado en el inciso anterior al derivar las condiciones de optimalidad.

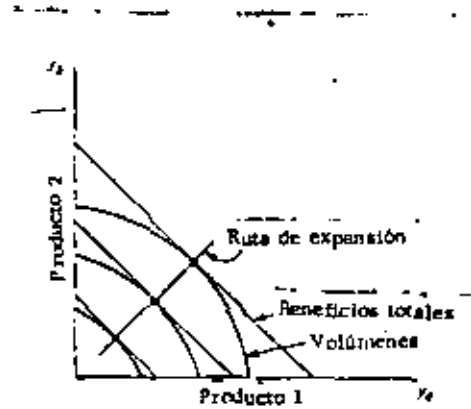
Combinación de insumos. - El caso de combinación de insumos es típico de dos presas destinadas a un sólo propósito; en este caso los insumos corresponden a las presas y el producto al volumen de extracción. Podemos graficar como insumo el costo de las presas, en lugar de su capacidad o altura, de esta manera la línea de isocostos será una recta a 135°; las isocuantas están representadas por los volúmenes de extracción y representan las combinaciones de presas que logran igual volumen de extracción, en la figura se ha expresado el tamaño -



de la presa en función del costo de la misma. La ruta de expansión relaciona los volúmenes de extracción con los costos ( los mínimos posibles ) de las presas.

Combinación de productos.- Este puede ser el caso de un sólo almacenamiento destinado a abastecer agua para riego y agua potable, los dos productos son los mencionados y el insumo, la presa.

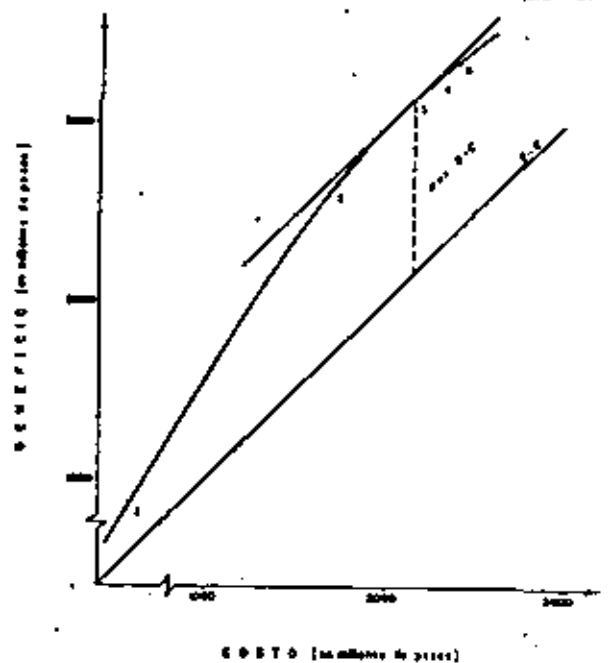
En la figura se muestran sobre los ejes los volúmenes de agua destinados a cada uno de los fines, las rectas de isoingreso representan las combinaciones de productos de las que se obtiene un mismo valor de los beneficios, y las curvas de transformación de productos es el volumen que se puede destinar a cada propósito con un



tamaño de presa dado. Los puntos de tangencia representan la combinación óptima de agua potable-agua para riego, y su costo, relacionada con cada nivel de beneficios.

Nivel de producción.- Finalmente este puede ser el problema de determinar el tamaño de una zona de riego que será atendida por una sola presa ( el caso más común en proyectos hidroagrícolas ). Podemos graficar en el eje de

las abscisas el tamaño de la obra ( representado por la superficie regada, la capacidad de la presa, el costo total, etc. ) y en el de las ordenadas el valor presente de los beneficios y de los costos asociados a cada tamaño. Si, como en la gráfica, expresamos el tamaño en función del valor presente de los costos, podemos graficar la función de costos totales como una recta a  $45^\circ$  y la función de beneficios totales la obtenemos de los beneficios asociados a cada tamaño. El nivel óptimo será aquel punto en el que la tangente de la curva de beneficios totales sea igual a  $45^\circ$ , es decir igual a la pendiente de la recta de costos totales, nivel en el cual se obtiene el valor máximo de la función de beneficios netos.



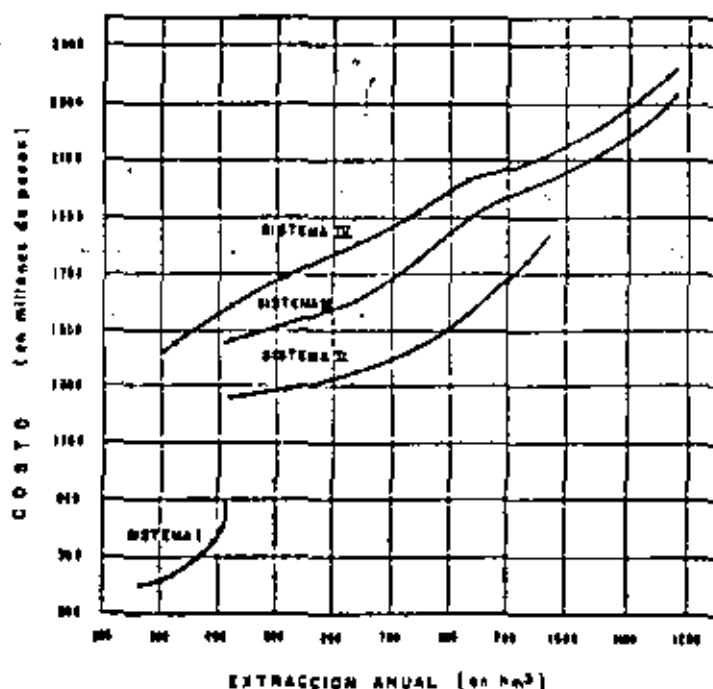
Ahora bien, si consideramos que el objetivo de los proyectos hidroagrícolas es incrementar la producción agropecuaria únicamente necesitamos analizar la primera y la tercera condiciones de optimalidad, puesto que la segunda —que determina la forma de distribuir los insumos entre varios productos— no tiene sentido en el caso de un sólo producto.

Por otra parte, y refiriéndonos al planteamiento de alternativas del inciso ( 4.2 ), la definición de la función de producción implica

el análisis efectividad-costo de lo que entonces denominamos sistemas alternativos; cada uno de los sistemas representa diferentes procesos productivos y antes de analizar las condiciones de optimalidad —que están referidas a una función de producción ya definida— debemos determinar cual es esa función de producción.

Para ello podemos hacer uso de la función de producción de cada sistema (en el inciso ( 4.3.2 ) se presentó un ejemplo de la forma de determinarla para una presa de almacenamiento). En el caso de proyectos de riego la medida de efectividad es el volumen de extracción y podemos graficar los volúmenes de extracción de cada sistema contra los costos del mismo para las diferentes capacidades de presa consideradas. De esta manera obtenemos una gráfica, como la mostrada a continuación, en la que podemos comparar los costos de los diferentes sistemas para cada volumen de extracción, y elegir el de mínimo costo en los rangos de efectividad que interesen.

— CURVAS EFECTIVIDAD-COSTO —



La función de producción deberá integrarse considerando únicamente el sistema de menor costo, en realidad puede ocurrir que para un determinado rango de extracciones el sistema de costo mínimo sea uno, y al considerar volúmenes mayores dicho sistema resulte más costoso que otro ( o simplemente que con tal sistema no sea factible alcanzar dicho aprovechamiento ); en dichos casos la función de producción estará relacionada al primer sistema hasta cierto nivel y, para valores mayores, se relacionará con el segundo. Debe quedar claro que, además de la presa, deben considerarse los costos relativos a obras de conducción, canales principales, sistemas de distribución, drenaje, etc.

Generalmente la función de producción no se presenta como una expresión algebraica, sino a través de varios puntos ( vectores ) que se encuentran sobre ella, tales vectores son las denominadas alternativas de tamaño del inciso ( 4.2 ). En proyectos de riego además del análisis de la capacidad óptima de la presa, y frecuentemente jugando un papel más importante, el análisis de las alternativas de tamaño está motivado por la dificultad que presenta el terreno para regarlo, lo que está condicionado, básicamente, por las características topográficas del mismo.

Tales dificultades provienen, concurentemente, de la localización de los terrenos regables, en ocasiones esto obliga a proyectar obras de conducción muy costosas que permitan franquear las barreras naturales existentes, en otros casos es necesario bombear el agua desde los canales para regar terrenos no dominados desde ellos. El costo marginal que implica el rie

go de dichas zonas puede llegar a incrementar el costo total a valores tales que provoquen la infactibilidad económica de la obra; aún cuando no se lle-  
gue a tales extremos la ampliación de zonas regables hasta tamaños cuyos cos-  
tos marginales sobrepasen a los beneficios marginales, va en detrimento de -  
los indicadores económicos del proyecto y de la asignación eficiente de re-  
cursos.





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



ANALISIS DE INVERSIONES EN

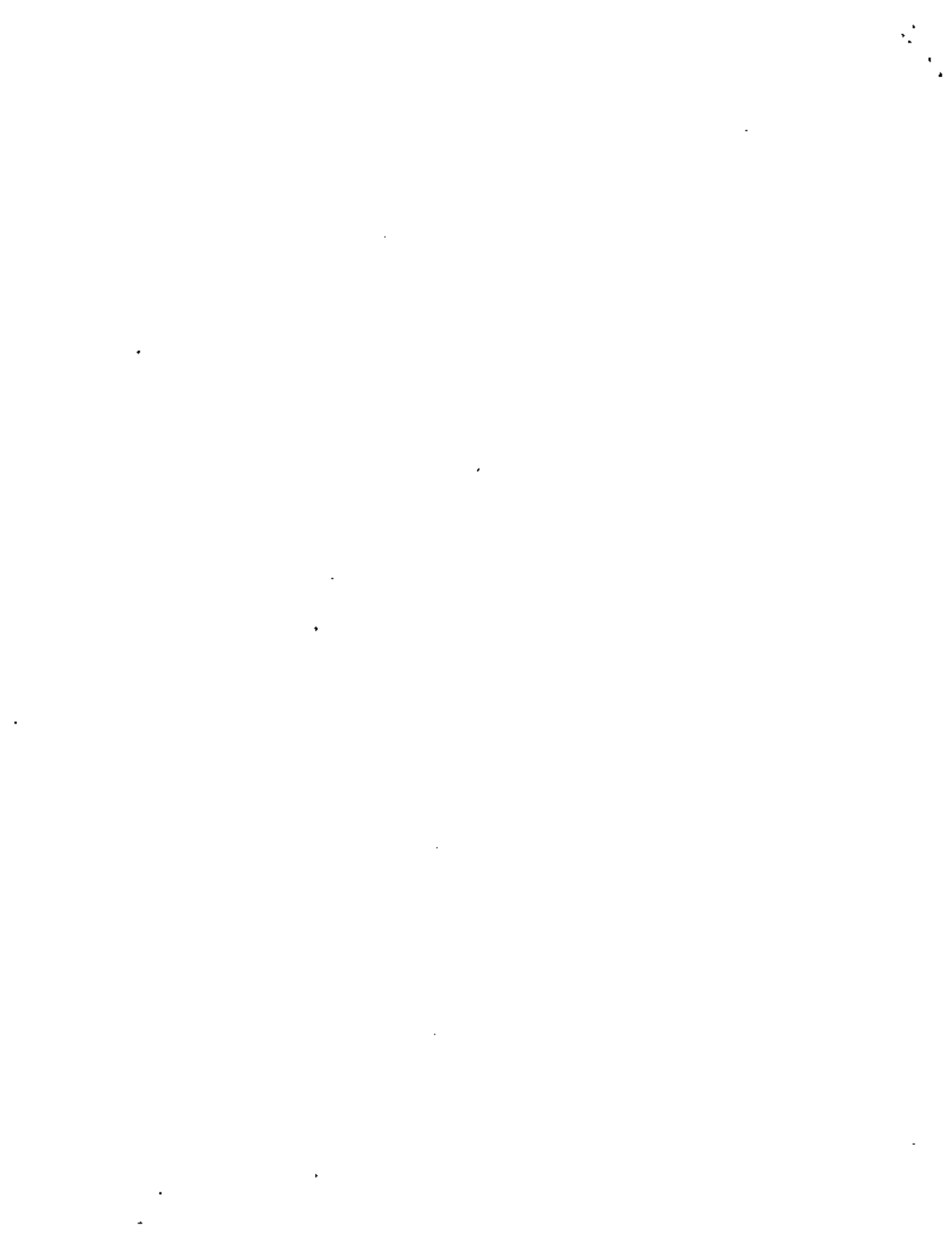
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO IV

FORMULACION DE ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Ing. Sergio Macías Nava

Agosto, 1980



ANALISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

4.1 ) Principios de Ingeniería Económica

Apuntes preparados por:  
Ing. Sergio Macías Nava.



## CAPITULO IV

4.- FORMULACION Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS4.1 ) Principios de ingeniería económica.

Sergio Macías Nava

Intereses. Es el precio que se paga por el uso del dinero.

En todo proyecto, a corto y largo plazo, es condición indispensable que se comprenda con claridad meridiana el flujo de beneficios en función del insumo capital usado, de lo contrario este está incompleto, puede conducirnos a decisiones equivocadas o en última instancia es inútil.

El que presta dinero para que alguien lo utilice tiene derecho a recibir intereses por su uso. El monto de los intereses dependerá de la disponibilidad de las circunstancias y sobre todo de los riesgos que existe de ser devuelto a tiempo o nunca.

Una explicación sencilla del por qué de los intereses se basa en que el que presta dinero a alguien está aplazando la posibilidad de utilizar ese dinero para satisfacer necesi

dados actuales y al hacerlo, tiene derecho a una recompensa y los intereses guardan relación con el ingreso actual a que se está renunciando. Por ejemplo, si un agricultor presta dinero a su vecino, está renunciando a la posibilidad de utilizar ese dinero para algún fin productivo como el de adquirir más fertilizante que él mismo necesita. En cambio, su vecino dispone de ese dinero para un bien productivo obteniendo una ganancia extra debido a su uso y entonces resulta razonable que quien presta sea compensado por el ingreso a que renuncia y quien recibe ese beneficio pague algo por el uso del dinero.

Al hablar de intereses estos se basan sobre el uso del capital durante un año, de la fecha que se recibe a la misma fecha el siguiente año ( ejemplo lo. de enero de 1973 al lo. de enero de 1974). En México algunas instituciones de crédito, como las financieras, computan los intereses mensualmente o trimestralmente; en el análisis de proyectos por ser estos créditos refaccionarios deben ser anuales.

El capital se puede clasificar en dos grupos. 1o. Capital propio y 2o. capital prestado. Ambas generan un costo por su uso que hay que tomar en cuenta en todo análisis de proyectos.

Para calcular los intereses que genera el uso del capital se usa la siguiente fórmula:

$$I = CTr \quad \text{en donde } I = \text{interés,}$$

C = Capital

T = Tiempo

r = Tasa de rédito o tasa de interés.

Cuando hay que calcular los intereses por un año se usa la siguiente fórmula:

$$I = \frac{CTr}{100}$$

Cuando el cálculo se hace por meses la fórmula es la siguiente:  $I = \frac{CTr}{100 \times 12} = \frac{CTr}{1200}$

y si el cálculo es por día la siguiente  $I = \frac{CTr}{36.000}$ .

Ejemplo: tenemos \$ 1 000 de capital ¿Cuánto tendremos dentro de 1 año si lo prestamos al 5%?

$$C_f = C_1 + I. = C_1 + (C_1 Tr) = C_1 (1 + Tr)^1 =$$

$$C_f = 1000.00 (1+0.05) = 1000. (1.05) = \$ 1050.$$

Los intereses calculados de esta manera se llaman intereses simples. Los intereses se computan anualmente y cuando se calculan con base a 360 días se llaman intereses simples ordinarios pero si se calculan sobre la base de 365 días se llaman intereses simples exactos. Es costumbre en México que los intereses se cobren por adelantado pero como los proyectos que manejaremos caen en la categoría de cré -

ditos refaccionarios estos no se descuentan si no que se cobran al vencimiento de cada año. Si los intereses no son pagados a su vencimiento anual, estos se computan como capital para el siguiente año y se llaman intereses compuestos representados por la siguiente expresión:

$C + Cr = C(1+r)$  y para los siguientes años se expresa así.

$$\begin{aligned} C_f &= C_i (1+r) &= X_2 \\ X_2 (1+r) & &= X_3 \\ X_3 (1+r) & &= X_4 \\ X_4 (1+r) & &= X_5 \\ X_5 (1+r) & &= C_f. \end{aligned}$$

Por lo tanto la fórmula para calcular el interés compuesto para n años es la siguiente:

$$C_f = C_i (1+r)^n$$

Ejemplo: Calcular el capital final de \$1000.00 al cabo de 5 años al 5% de intereses.

Resolución:	<u>AÑOS</u>	<u>INTERESES</u>	<u>CAPITAL</u>
	X <sub>1</sub>	1000 (1+0.05) =	1 050.00
	X <sub>2</sub>	1050 (1.05) =	1 102.50
	X <sub>3</sub>	1102.50 (1.05) =	1 157.62
	X <sub>4</sub>	1157.62 (1.05) =	1 215.50
	X <sub>5</sub>	1215.50 (1.05) =	1 276.28 = C <sub>f</sub> .



Para evitar hacer el cálculo anterior se han desarrollado tablas llamadas "Compounding and Discounting Tables for Project Evaluation" "Tablas de intereses compuesto y actualización para la evaluación de proyectos" que se encuentran como apéndices en los libros especializados en la materia (tablas Lefax). Para resolver el problema anterior por medio de las tablas se procede así:

Se examina la tabla (apéndice de tablas de descuento) correspondiente al 5%; al iniciar la primera columna corresponde al No. de años, la segunda se llama factor para intereses compuesto. Se toma el factor correspondiente a 5 años que es 1.2763 y para resolver el problema se multiplica el capital inicial por el factor:

$$Cf = 1000 \times 1.2763 = \$ 1,276.30$$

por lo que este método abreviado resulta muy cómodo.

De la misma manera se puede calcular el valor para cualquier año; por ejemplo \$ 1000.00 para 15 años al 7% será:

$$Cf = 1000 \times 2.7590 = \$ 2,759.00$$

la misma cantidad para 50 años será:

$$Cf = 100 \times 29.4570 = \$ 29,457.00$$

VALOR PRESENTE

En los ejemplos de interés compuesto anterior hemos -

calculado lo que vale una cantidad en un número de años futuros. En los métodos que nosotros vamos a usar para proyectos vamos a ver desde el futuro hacia atrás, o sea al tiempo presente, esto es ¿Cuánto valen en 1972 los \$ 100 de 1977 al 7%?. Para calcularlo se usa la fórmula de interés compuesto:

$$Cf = Ci (1+r)^n \text{ de donde } Ci = \frac{Cf}{(1+r)^n}$$

CUADRO V

	AÑO	CAPITAL	DIVIDIDA POR TASA INTERES (1+r)	VALOR AL FINAL AÑO
T <sub>5</sub>	1977	100	1.07	93.4579
T <sub>4</sub>	1976	93.4579	1.07	87.3436
T <sub>3</sub>	1975	87.3436	1.07	81.6297
T <sub>2</sub>	1974	81.6297	1.07	76.2894
T <sub>1</sub>	1973	76.2894	1.07	71.2985

El cálculo nos demuestra que \$100 en el año de 1977 vale ahora \$ 71.30 a una tasa de 7%.

Como comprobación decimos que 71.30 a interés compuesto al 7% anual ¿Cuánto valen dentro de cinco años?. Usando las tablas:

$$Cf = 71.30 \times 1.4026 = 100.00$$

El proceso de cálculo del valor presente de un ingreso futuro se llama "actualización". La tasa de interés que se supone para realizarlo se llama "tasa de actualización". Como se puede comprender la única variación es el punto de vista: La tasa de interés supone mirar hacia el porvenir desde el momento presente, en tanto que la actualización contempla el presente, desde el porvenir. Para no tener que hacer los cálculos se consultan las tablas en la tercera columna utilizando el factor para valor presente correspondiente al 7% y así tenemos que \$100 de 1977 valen en 1973:

$$C_1 = 100 \times 0.71.30 = \$ 71.30$$

Entonces para actualizar cualquier cantidad se utiliza la tercera columna (Ver apéndice).

Esto quiere decir que a medida que el mismo dinero se consigue a mayor interés, valdrá menos en tiempo presente.

Para fines de ilustración vamos a poner otro ejemplo: ¿Cuál es el valor actual de \$ 1000 recibido dentro de 11 años si la tasa de actualización es del 15%?. Consultando las tablas del 15% en la tercera columna factor para valor presente" enfrente del 11 encontramos 0.2149.

$$C_1 = 1000 \times 0.2149 = 214.90$$

En la vida cotidiana de las operaciones financieras de cualquier institución de crédito al descontar un documen

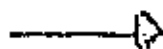
to como letra de cambio o pagaré que vence dentro de 3 años, el banco calcula el documento a tiempo presente y lo entrega al cuenta-habiente el dinero de lo que vale en este momento.

Valor presente de una anualidad.

En algunos proyectos estos van a generar ingresos anuales constantes durante el transcurso del mismo. Como el proyecto dará el mismo rendimiento durante varios años y es preciso saber cuál es el valor presente de esa corriente de ingresos futuros, se hace necesario calcularla. Conociendo el monto de ingresos, el período considerado y la tasa de intereses se procede de la siguiente manera: Vamos a suponer que un proyecto genera \$ 1000 mensuales durante el período de 1972-80 a una tasa del 12%; para ilustrar mejor el problema vamos a vaciar la información en el siguiente cuadro:

CUADRO N<sup>o</sup>. VI

AÑO	INGRESO A RECIBIR ANUALMENTE \$	DESCONTAMOS CON EL FACTOR AL 12%	VALOR PRESENTE \$
1972	1000	0.8929	892.9
1973	1000	0.7972	797.2
1974	1000	0.7118	711.8
1975	1000	0.6355	635.5



AÑO	INGRESO A RECIBIR ANUALMENTE ₡	DESCONTARCE CON EL FAC- TOR AL 12%	VALOR PRESENTE ₡
1976	1000	0.5674	567.4
1977	1000	0.5066	506.6
1978	1000	0.4523	452.3
1979	1000	0.4039	403.9
1980	1000	0.3606	360.6
	9000	5.3282	5328.2

Por el cuadro anterior se deduce que el valor presente de ₡ 9000 durante 9 años al 12% es 5328. Es decir, el valor presente es la suma de todos los valores presentes correspondientes a todos los años.

Para calcular el valor presente de una corriente de ingresos futuros por este método, resulta difícil y lento. Es mucho más rápido tomar la suma de los factores de actualización (factores de valor presente) y multiplicarla por el ingreso anual que se recibirá o sea:

$$1000 \times 5.328 = ₡ 5328.$$

Muchos proyectos no empiezan a rendir desde el primer año, sobre todo en plantaciones de frutales, proyectos ganaderos y en general cualquiera en que hay que realizar primero mejoras territoriales como desmontes, nivelaciones, etc. Como estos casos son frecuentes vamos a ilustrarlo con un -

ejemplo:

Utilizando el caso anterior vamos a suponer que el proyecto rinde solo \$ 1000 a partir de 1975.

CUADRO Nº. VII

AÑO	INGRESO QUE DEBE RECIBIRSE.	FACTOR DE ACTUALIZACION 12 %	VALOR PRESENTE.
T <sub>4</sub> 1975	\$ 1000 X	0.636	\$ 636
T <sub>5</sub> 1976	1000 X	0.567	567
T <sub>6</sub> 1977	1000 X	0.507	507
T <sub>7</sub> 1978	1000 X	0.452	452
T <sub>8</sub> 1979	1000 X	0.404	404
T <sub>9</sub> 1980	1000 X	0.361	361
Total	6000	2.927	2927

Como queda demostrado, una corriente de ingresos constantes de \$ 1000 durante seis años iniciándolo a partir de 1975-80 tiene un valor actual de \$ 2927. Es decir, como en el caso anterior se puede calcular sumando los factores de actualización y multiplicado X \$ 1000

$$2.927 \times 1000 = \$ 2927 = \text{Valor presente de } \$ 6000.$$

En este ejemplo resulta fácil sumar los factores de -

actualización ya que solo se trata de 6 años; pero tratándose de períodos más largos se puede hacer el cálculo tomando los datos de la cuarta columna de la tabla para el 12% factor para valor presente de una anualidad y se procede de la siguiente manera:

$$\begin{array}{r} \text{Factor de actualización para el noveno año al 12\%} = 5.3282 \\ \text{menos Factor de actualización para el tercer año al 12\%} = \frac{2.4018}{2.9164} \end{array}$$

De donde resulta que el valor de actualización para el período comprendido entre el cuarto y noveno año es =2.9264

Como se pudo observar se tomó el factor para tiempo presente del tercer año al noveno ya que se desea actualizar el período comprendido del cuarto año al noveno inclusive.

Se ha venido observando que hemos trabajado con cuatro cifras decimales, esto es poco común en la evaluación de proyectos ya que la costumbre es trabajar con tres cifras.

Para hacer el redondeo de las cifras se puede sujetar a las siguientes reglas:

1. Cuando el último dígito es menor o igual a 4 el de la izquierda no se altera.

2. Cuando el último dígito es mayor que 6 el de la izquierda se aumenta en 1.

3. Cuando el último dígito es 5 el de la izquierda se aumenta en 1 si es impar y permanece igual si es par.

Con el entrenamiento anterior ya estamos listos para estudiar los tres métodos de actualización que se utilizan para la evaluación de proyectos:

- I. Método de relación beneficio-costos.
- II. Método del valor presente neto.
- III. Método de tasa de rendimiento interno.

Ier. Método de actualización. Relación beneficio costo

Cualquiera persona que desee evaluar un proyecto, lo primero que debe hacer es comparar los beneficios con los costos. Aquí se utiliza este método pero comparando el valor presente de los beneficios brutos con el valor presente de los costos brutos.

Valor presente de beneficios brutos. = Relación beneficio-  
Valor presente de costos brutos. costo.

La expresión matemática de lo anterior es la siguiente:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_n}{(1+r)^n}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_n}{(1+r)^n}} = \frac{\sum_{t=1}^{25} B_n}{\sum_{t=1}^{25} C_n} = \frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \frac{B_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_2}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots$$



- 52 -

$$+ \dots + \frac{B}{(1+r)^{25}}$$

$$\frac{C}{(1+r)^{25}}$$

La fórmula anterior nos dice que la relación B/C es igual a la sumatoria de los ingresos brutos o beneficios brutos entre la sumatoria de los costos brutos a valor presente durante n años o sea la vida del proyecto. Esta fórmula expandida sería igual a la sumatoria de la relación beneficios-costos brutos presentes del primer año, segundo, tercer, cuarto, quinto, etc., hasta el año 25 que es el periodo de duración del proyecto.

A estas alturas es muy conveniente volver a nuestros 4 proyectos hipotéticos de irrigación y analizarlo por este método.

PROYECTO	AÑO	COSTO DEL PROYECTO	COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	COSTOS DE PRODUCCION.	COSTOS BRUTOS Cn COSTO-TOTAL.	FACTOR DESCUENTO AL 6% DE Cn	VALOR PRESENTE DE Cn	PRODUCCION Bn	FACTOR DESCUENTO AL 6% DE Bn	VALOR PRESENTE DE Bn	GERAR QUIZA CION.
I	1	20 000	2 000	3 000	25 000	0.943	23 575	25 000	0.943	23 575	4
	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		20 000	2 000	3 000	25 000	0.943	23 575	25 000	0.943	23 575	
							B/c = $\frac{23\ 575}{23\ 575} = 1.0$				
II	1	20 000	2 000	3 000	25 000	0.943	23 575	25 000	0.943	23 575	
	2	---	2 000	3 000	5 000	0.890	4 450	5 000	0.890	5 340	3
		20 000	4 000	6 000	30 000		28 025	31 000	0.890	28 915	
							B/c = $\frac{28\ 915}{28\ 025} = 1.03$				
III	1	20 000	2 000	3 000	25 000	0.943	23 575	15 000	0.943	14 145	
	2	---	2 000	3 000	5 000	0.890	4 450	20 000	0.890	17 800	2
		20 000	4 000	6 000	30 000		28 025	35 000		31 945	
							B/c = $\frac{31\ 945}{28\ 025} = 1.14$				
IV	1	20 000	2 000	3 000	25 000	0.943	23 575	20 000	0.943	18 860	
	2	---	2 000	3 000	5 000	0.890	4 450	18 000	0.890	13 350	1
		20 000	4 000	6 000	30 000		28 025	35 000		32 210	
							B/c = $\frac{32\ 210}{28\ 025} = 1.15$				

NOTA: Cuando  $\frac{VPBn}{VcCn} = 1$  El proyecto es viable.

107

- 53 -

Si la relación beneficios costos fuera menor que la unidad significaría que, a la tasa de interés supuesta, que en este caso escogimos el 6%, se perdería dinero con el proyecto y más valdría depositarlo en una financiera. En los cuatro proyectos analizados por el método de evaluación: relación beneficios costos se demuestra que, a una tasa de interés del 6% los cuatro son viables, siendo mejor el proyecto N<sup>o</sup>. IV.

La evaluación de estos proyectos por los métodos de no actualización no se pudo decidir sin sombra de duda cual era el mejor; por este método de actualización ya se despejó con claridad meridiana esa incógnita.

El método B/C se ha venido utilizando casi exclusivamente para estudiar proyectos desde el punto de vista del análisis económico.

#### Otro ejemplo del método: Relación B/C.

Vamos a suponer que se construirá una pequeña presa de tierra en un periodo de 2 años por un costo total de \$ 13,500. El proyecto tiene una duración de 7 años con los costos de operación y mantenimiento que se anotan en el cuadro N<sup>o</sup>. IX al final de los 2 años, desde luego la presa no ha desaparecido y tendría un valor de recuperación de 331. El valor de recuperación se considera como un beneficio obtenido en el último año del proyecto.

Lo principal en el cuadro anterior, tenemos que, la relación beneficio costo es mayor que 1, esto nos indica que el proyecto es viable y debe de llevarse a cabo.

$$B/C = \frac{21\ 692}{16\ 931} = 1.28$$

$B/C \Rightarrow 1$  Proyecto viable debe adoptarse.

II. Método de Actualización: Valor Presente Neto.

El valor presente neto es un indicador que se obtiene de la relación beneficio-costos (B/C) y se tienen dos alternativas para calcularlo

a). Descontar los beneficios brutos por un lado y los costos brutos por otro lado y obtener la diferencia entre los dos o sea el valor presente de Bn menos el valor presente de Cn.

Para mayor claridad vamos a utilizar los cuatro proyectos del cuadro N<sup>o</sup>. I y el proyecto del cuadro N<sup>o</sup>. IX tabulando éstos valores.

PROYECTO CUADRO N <sup>o</sup> . I	VALOR PRESENTE DE Bn.	VALOR PRESENTE DE Cn.	VALOR PRESENTE NETO.
I	23 575	23 575	0
II	28 915	28 025	890
III	31 945	28 025	3 920
IV	32 210	28 025	4 185

CUADRO N<sup>o</sup>. IX (Ver pág. N<sup>o</sup>. 55a)

I	21 692	16 901	4 791.
---	--------	--------	--------

b). Deduciendo los costos de los beneficios se determina la corriente de beneficios netos, llamada "flujo en efectivo". En todo proyecto hay un flujo de beneficios bru -

CUADRO N<sup>o</sup>. IX. PRIMER METODO: RELACION BENEFICIO -COSTOS  
SEGUNDO EJEMPLO

AÑO	INVERSION EN CAPITAL.	OPERACION Y MANTEN.	COSTOS DE PROD.	COSTOS BRUTOS Cn	BENEFICIOS BRUTOS Bn	DESCUENTO AL 7% F.D	VALOR PRESEN TE DE COSTOS NETOS- ViCn	VALOR PRESENTE BENEFICIOS NETOS VPBn
1	7 500	0	0	7 500	0	0.935	7 012	0
2	6 000	0	0	6 000	0	0.873	5 238	0
3	0	600	700	1 300	6000	0.816	1 060	4 896
4	0	600	700	1 300	6000	0.763	991	4 578
5	0	600	700	1 300	6000	0.713	926	4 278
6	0	600	700	1 300	6000	0.666	865	3 996
7	0	600	700	1 300	6000	0.623	809	3 738
					331	0.623		206
7	13 000	3 000	3 500	20 000	30 000		16 901	21 692

Valor obtenido de las tablas del factor para valor presente al 7%.

Este introduce una variable que consiste en asignarle un valor de recuperación al proyecto de 331 al final del 1<sup>o</sup>. año y se anota como beneficio. Vamos a efectuar la relación B/C no considerando este último valor:  $VPBn - VR = 21\ 692 - 206 = 21\ 486$ .  $B/C = \frac{21\ 486}{16\ 901} = 1.27$

este resultado es = a 1.28 lo que nos indica que el valor de recuperación o residual no es importante tomarlo en cuenta

tos con los cuales se pagan los costos de insumos como: maquinaria, fertilizantes, insecticidas, mano de obra, administración, asesores, etc; la diferencia es para recuperar el capital empleado en el proyecto así como el pago por el uso de ese capital. Un aspecto bien importante en el cálculo del flujo en efectivo es que no es necesario calcular un valor residual o de recuperación de la maquinaria empleada en el proyecto ya que al hacer el cálculo automáticamente queda tomado en cuenta este valor. Un analista de proyectos debe tener un criterio diferente al de un contador.

Para derivar el flujo en efectivo hay que tener muy en cuenta los criterios utilizados si se hace un análisis económico o financiero. Hay que recordar lo asentado con anterioridad que consistía en que los impuestos (sobre ingresos, ventas, compras, derechos aduanales) son un pago de transferencia realizado dentro de la sociedad y no un pago hecho por los recursos utilizados en la producción. Por lo tanto en este caso los impuestos no se deducen de la corriente de beneficios al calcular el flujo de fondos ya que constituye un beneficio para la sociedad en general. En cambio constituye un costo desde el punto de vista del análisis financiero.

Otra consideración bien importante consiste en que en el análisis financiero el capital tomado a préstamo se toma como beneficio recibido y el pago por el uso del capital es-

un costo.

En el análisis económico se usó este concepto bien diferente ya que el capital empleado en el proyecto pertenece a la sociedad y los impuestos constituyen un beneficio a esa sociedad. No obstante, en ocasiones es conveniente realizar un análisis económico introduciendo el supuesto que la sociedad es una sociedad anónima en la que los ciudadanos son los accionistas y hacer el análisis como si fuese financiero para determinar el rendimiento al capital dentro de la sociedad.

Uno de los conceptos que conviene que quede bien claro, es como en el caso de algunos proyectos agrícolas aquí en México, el valor de la producción de subsistencia, este viene a constituir un beneficio y debe tomarse en cuenta en el flujo de fondos como si fuera vendido este producto a precio rural.

También, hay que tomar muy en cuenta, en algunos proyectos, si se reducen los costos incluidos los de inversión, de los beneficios, durante los primeros años se obtiene una cifra negativa o sea se obtienen beneficios negativos.

Para mayor claridad de lo aquí expuesto vamos a relacionar los conceptos que se deban tomar en cuenta cuando se analizan los proyectos desde el punto de vista financiero (Cuadro No. X) y desde el punto de vista económico (Cuadro No. XI).



Cuadro N<sup>o</sup>. X.

Desde el punto de vista de Análisis Financiero:

Ingresos brutos.	Bienes de Capital e Insunos.	Costos de Mano de Obra y Adm.	Flujo en Efectivo o Beneficio Incrementado.
Ventas en efectivo.	Equipo de Capital	Pagos al I.M.S.S	Depreciación Amortización
Incluye Valor del Subsidio.	Fertilizantes, Herbicidas, insecticidas, etc.	Salarios.	Recuperación del Capital
Valor de los insunos.	Maquinaria	Sueldos de Personal en general Directivo.	Dividendos Intereses. Pagos por el uso del Capital.
Valor de la Prod. de Subsistencia.	Electricidad Gastos de mantenimiento.	Pagos en especie-equivalente a salarios. Aguinaldos.	Impuestos Aduanales. Al ingreso. Ventas.
Valor de la Prod. no vendida.	Impuestos sobre los ingresos.	Horarios de Consultores.	Ganancias reinvertidas.
Ventas a Precio del Mercado.	Derechos aduanales más valor de los Subsidios.	Producción de Subsistencia equivalente a salarios.	
Ingresos del Capital tomado a crédito.	Pago del Capital principal y los intereses que resulten de estos.	Bonificaciones.	

Nota.- Todos los precios empleados en el análisis financiero, serán los que rijan en el mercado. (Incluidos impuestos y subsidios).

Cuadro No. XI Desde el punto de vista del Análisis Económico.

INGRESOS BRUTOS	BIENES DE CAPITAL E INSUMOS.	COSTOS MANO DE OBRA Y ADM.	FLUJO EN EFECTIVO (Beneficio incre- mentado)	
Ventas en efecti- vo.	Equipo de capital	Sueldos	Depreciación Amortización.	Recuperación del capital.
Menos Valor del Subsidio.	Fertilizantes y Pesticidas.	Salarios	Dividendos: - distribuidos. - ingresos.	Pagos por el uso del capital.
Valor de los insu- mos.	Maquinaria	Pagos especiales	Dividendos no distribuidos.	
	Electricidad	Aguinaldos.		
Valor de la prod. de Subsistencia.	Mantenimiento.	Pagos a consultores		
Valor de la prod. no vendida.	Menos impuestos de insumos Más subsidios.	Pagos al Seguro So- cial.	Impuestos	Aduanales Al ingreso. Ventas.
			Producción de subsistencia equiva- lente al valor presente marginal - de mano de obra.	

NOTAS: En el Análisis Económico, algunos de los precios pueden ser "precios sombra" o equivalentes al costo de oportunidad o bien de no haber más, los precios del mercado.

EJEMPLO: Si tenemos un costo en efectivo de \$ 1 000.00, de estos \$800.00 es regreso de capital; - \$ 100.00 a pago por uso de capital y los \$ 100.00 restantes pueden ser identificadas como beneficios del proyecto, pero si el Estado quiere, puede considerarlo como impuesto - ( esa es la filosofía del análisis económico) o (como ganancia extraordinaria).

Como podemos apreciar por los cuadros X y XI si se descuenta el "flujo en efectivo" se llega a determinar el Valor Presente Neto y queda expresado por la siguiente fórmula:

$$\text{Valor Presente Neto} = \sum_{t=1}^n \frac{B_n - C_n}{(1+r)^t}$$

en donde:

$B_n$  = Beneficios de cada año.

$C_n$  = Costos de cada año.

$n$  = Número de años.

$r$  = Tasa de interés.

En el cálculo de V.P.N. (Valor Presente Neto) se tiene el mismo problema que la relación beneficio costo para la elección de la tasa de actualización, pero se recomienda usar el costo de oportunidad del capital que en México oscila entre 10 al 14%.

Con la técnica anterior conviene analizar el proyecto de la presa de tierra aneada en el cuadro número IX y que calculamos por el método de relación B/C, ahora, por el método del V.P.N. (Cuadro N<sup>o</sup>. XII).

II. METODO DE ACTUALIZACION: VALOR PRESENTE NETO.

Año	Inversión en Capital	Operación y Mantenimiento.	Costos de Producción	Costos Brutos	Beneficios Brutos	Flujo en Efectivo.	Factor de Descuento al 7% F.D.	Valor presente 7%.
1	7 500	0	0	7 500	0	- 7 500	0.935	- 7 012
2	6 000	0	0	6 000	0	- 6 000	0.873	- 5 238
3	0	600	700	1 300	6 000	+ 4 700	0.816	+ 3 835
4	0	600	700	1 300	6 000	+ 4 700	0.763	+ 3 536
5	0	600	700	1 300	6 000	+ 4 700	0.713	+ 3 351
6	0	600	700	1 300	6 000	+ 4 700	0.666	+ 3 130
7	0	600	700	1 300	6 000	+ 4 700	0.623	+ 2 928
					331+	+ 331*		+ 206
<b>Total</b>	<b>13 500</b>	<b>3 000</b>	<b>3 500</b>	<b>20 000</b>	<b>30 331</b>	<b>+10 331</b>		<b>+ 4 786</b>

\* Valor residual, que se toma como beneficio en el último año del proyecto.

Una ventaja de la medida del valor presente neto es que se puede obtener el flujo de fondos deduciendo costos brutos de beneficios brutos o costos de inversión de beneficios netos. Este cálculo se puede efectuar para cualquier año de la duración del proyecto.

El criterio de selección para la medida del valor presente neto de un proyecto consiste en: aceptar todo proyecto cuyo V.P.N. sea positivo o sea mayor que cero, al actualizarlos al costo de oportunidad del capital.

Un problema evidente que plantea el método de actualización del V.P.N. es que no se puede explicar el criterio de jerarquización o sea que no nos permite evaluar varios proyectos entre sí y solo nos sirve como un indicador para saber si un proyecto es bueno, o malo, si rinde beneficios al costo de oportunidad del capital.

Al no poder jerarquizar entre sí varios proyectos constituye un grave inconveniente para que tenga un uso generalizado.

### III. Método de Actualización Tasa de Rendimiento Interno:

El flujo en efectivo actualizado, también se utiliza para medir el valor de un proyecto al calcular y hacer que este flujo sea igual a cero y se llama el procedimiento "tasa de rendimiento interno" y en cierto modo representa el rendimiento promedio del insumo capital utilizado durante la vida

del proyecto.

El método de la tasa de rendimiento interno es una medida muy útil para la evaluación de proyectos y es ampliamente usado mundialmente.

El método consiste en actualizar el flujo en efectivo a una tasa de interés que resulte el valor presente neto del proyecto igual a cero, o sea calcular a que tasa de interés el proyecto alcanza su punto de equilibrio.

La expresión matemática de la tasa de rendimiento interno es la siguiente:

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} = 0$$

en donde:

$B_n$  = Beneficios de cada año.

$C_n$  = Costos de cada año.

$n$  = Número de años.

$r$  = Tasa de rédito o actualización.

Vamos a utilizar el mismo proyecto de la pequeña presa de la tierra que utilizamos para ilustrar el método de la relación beneficio costo y el valor presente neto pero ahora utilizando un factor de descuento para la actualización del 18% (Ver cuadro N°. XIII).

Al elegir la tasa de actualización del 18% el valor presente neto del proyecto es igual a cero, o sea que a una tasa de actualización del 18% el proyecto alcanza su punto de equi

librio es decir, se obtiene de el todos los costos de operacion, de mantenimiento, y los costos de produccion más el 18% por el uso de capital durante el periodo de 7 años que duró el proyecto.

Entonces, el criterio de adopcion de un proyecto utilizando el método de la tasa de rendimiento interno será el de aceptar todo aquel cuya tasa sea superior al costo de oportunidad del capital. Con este método se pueden jerarquizar varios proyectos entre sí por orden del valor de la tasa de rendimiento interno.

Método de Interpolación.

Al calcular un proyecto es prácticamente imposible que se elija una tasa de actualización que resulte que el flujo en efectivo sea igual a cero, como el caso que con fines ilustrativos, se vio en el cuadro N°. XIII. Como no hay ninguna fórmula para averiguar la tasa de rendimiento interno se hace necesario recurrir a métodos de tanteo, haciendo interpolaciones. Para iniciar se elige una tasa de actualización igual o superior al costo de oportunidad del capital.

La regla para interpolar el valor de la tasa de rendimiento interno comprendido entre las tasas de descuento demasiado alta y demasiado baja se calcula de la siguiente manera:

Tasa de Rendimiento interno. = Tasa de descuento inferior. + Diferencias entre las tasas de descuento.

Valor presente del flujo en efectivo a la tasa de descuento inferior.

---

Diferencia absoluta entre los valores presentes del flujo en efectivo de las dos tasas de descuento.

En el proyecto no es conveniente llevar a cabo interpolaciones que tengan un margen mayor de 5%. Así mismo debemos siempre recordar que esta fórmula de interpolaciones se basa en una línea recta por la cual los cálculos que nos arroja la fórmula siempre sobre estiman la verdadera tasa de rendimiento interno. Lo que pasa en realidad es que la tasa de rendimiento interno verdadera sigue una función cóncava curvilínea, no una línea recta como se supone en el método de interpolación.

Luego pues, debemos de tener en cuenta estas consideraciones, siempre que estemos utilizando el método de interpolación para estimar la tasa de rendimiento interno, ya sean económicos o financieros de los proyectos de desarrollo.

A continuación, en el cuadro N°. XIII se describe el cálculo detallado de una tasa de rendimiento interno de un proyecto, que en este caso resulta ser igual al 18%.



TASA DE RENDIMIENTO INTERNO.

AÑOS	CONCEPTOS DE CAPITAL	COSTOS DE OPERACION.Y MANTEN.	COSTOS DE PRODC.	COSTOS BRUTOS	FACTOR DE DESCTO. 18%	VALOR PTE. DE Cn.	VALOR TO-TAL DE LA PRODC. (Bn)	VALOR PTE. DE B <sub>n</sub>	FLUJO EN EFEC-TIVO.	VALOR PRESENTE DEL FLUJO EN - EFECTIVO.
1	7 500	0	0	7 500	.847	6 352	0	0	- 7 500	- 6 552
2	6 000	0	0	6 000	.718	4 308	0	0	- 6 000	- 4 308
3	0	600	700	1 300	.609	792	6000	3654	4 700	2 862
4	0	600	700	1 300	.516	671	6000	3096	4 700	2 425
5	0	600	700	1 300	.437	568	6000	2622	4 700	2 054
6	0	600	700	1 300	.370	481	6000	2220	4 700	1 739
7	0	600	700	1 300	.314	408	6000	1884	4 700	1 476
							(331)	(104)	(331)	(104)
	<u>13 500</u>	<u>3000</u>	<u>3500</u>	<u>20 000</u>		<u>13 580</u>	<u>30 331</u>	<u>13 580</u>	<u>-10 331</u>	<u>0 0</u>

$$B/C = \frac{13\ 580}{13\ 580} = 1$$

Valor presente neto (18%) = 13 580 - 13 580 = 0

Tasa de rendimiento interno = 18%.

Utilizando el mismo proyecto de la presa de tierra (Cuadro XII) vamos a calcular una tasa de descuento inferior del 12% y superior del 17% para el valor del flujo en efectivo - como sigue:

CUADRO N° XIV

AÑO	FLUJO EN EFECTIVO	FACTORES DE DESCUENTO 12%	VALOR PRESENTE AL 12%	FACTOR DE DESCUENTO 17%	VALOR PRESENTE AL 17%
1	-7 500	0.893	-6 697	0.855	-6 412
2	-6 000	0.797	-4 782	0.730	-4 380
3	+4 700	0.712	+3 346	0.624	+2 932
4	+4 700	0.635	+2 984	0.534	+2 509
5	+4 700	0.567	+2 664	0.456	+2 143
6	+4 700	0.506	+2 378	0.390	+1 833
7	+4 700	0.452	+2 124	0.333	+1 565
	+ 331*	0.452	+ 149	0.333	+ 110
<hr/>					
	+10 331		+2 166		+ 300

\* Valor residual tomado como beneficio en el año siete.

Si analizamos el cuadro N°. XIV veremos que el valor presente del flujo en efectivo descontado al 12% nos da un valor positivo de 2 166 y comparando con el valor presente del flujo en efectivo descontado al 17% nos da también un valor positivo de +300, lo que nos permite deducir que la tasa de rendimiento interno está arriba del 17%

Ahora procedemos a calcularlo con un factor de descuento superior de 20% y el inferior será de 5 puntos menos o sea del 15%. Es costumbre y conveniente que el cálculo se haga con intervalos del 5%.

CUADRO Nº. XV

AÑO	FLUJO EN EFECTIVO.	FACTOR DE DESCUENTO AL 15%.	VALOR PRESENTE AL 15%.	FACTOR DE DESCUENTO AL 20%	VALOR PRESENTE AL 20%
1	-7 500	0.870	-6 525	0.833	-6 247
2	-6 000	0.756	-4 536	0.694	-4 164
3	+4 700	0.658	+3 092	0.579	+2 721
4	+4 700	0.572	+2 688	0.482	+2 265
5	+4 700	0.497	+2 335	0.402	+1 889
6	+4 700	0.432	+2 033	0.335	+1 574
7	+4 700	0.376	+1 767	0.279	+1 311
	+ 331	0.376	+ 124	0.279	+ 92
			+ 975 =		- 559 =
			+12 036		-10 411
			-11 061		+ 9 852

Ahora bien si analizamos el cuadro Nº.XV vemos que los valores presentes del flujo en efectivo con el factor de descuento al 15% nos da un valor presente de + 975 y comparándolo con el valor presente del flujo en efectivo con el factor de descuento al 20% nos dá un valor presente de -559; al ha-

ber obtenido un valor positivo con el factor de descuento inferior (15%) y un valor negativo con el factor de descuento superior (20%), nos está indicando que la tasa de rendimiento interno se encuentra entre el 15 y 20%.

Para determinar la tasa de rendimiento interno aplicamos la fórmula de interpolación descrita anteriormente.

$$\begin{aligned} \text{Tasa de rendimiento interno} &= 15\% + 5\% \left( \frac{975}{(+975) - (-559)} \right) \\ &= 15 + 5 \left( \frac{975}{1534} \right) = 15 + 5 (0.6355) \\ &= 15 + 3.17 = 18.17\% \\ \text{TRI} &= 18\% \end{aligned}$$

No es poco común que al evaluar un proyecto exista preocupación por la depreciación de maquinaria y equipos. Al determinar el flujo en efectivo para el análisis de proyectos por los métodos del valor presente neto y tasa de rendimiento interno no se incluye la depreciación como costo. Tampoco aparece en el cálculo de los costos brutos para la relación beneficio-coste. Hay que recordar que la tasa de rendimiento interno es una medida del rendimiento de un proyecto o sea nos indica la tasa, en tiempo presente que nos redituará el capital invertido. Por lo tanto ya incluye, por sí sola la depreciación.

La forma más objetiva de demostrar lo anterior es con

un ejemplo sencillo donde se calcule un proyecto por los tres métodos de actualización, la relación beneficio-costos, el valor presente neto y la tasa de rendimiento interno. (cuadro N<sup>o</sup>. XVI).

CUADRO N<sup>o</sup>. XVI

AÑO	CAPITAL	COSTOS DE PRODUCCION.	COSTOS BRUTOS Cn	BENEFICIOS BRUTOS Bn.	FLUJO EN EFECTIVO. F.E.	FACTOR DE DESCUENTO C%	VALOR PRESENTE DEL FLUJO EFECTIVO-0%
1	1 000	0	1 000	0	0- 1000	1.0	0- 1000
2	--	50	50	300	250	1.0	250
3	--	50	50	300	250	1.0	250
4	--	50	50	300	250	1.0	250
5	--	50	50	300	250	1.0	250
	1 000	200	1 200	1 200	0	5.0	0

Relación beneficio-costos al 0% =  $\frac{1\ 200}{1\ 200}$  = 1.0. Valor presente neto = 00. Tasa de rendimiento interno = 00

En este proyecto la relación beneficio-costos a una tasa de interés igual a cero es exactamente igual a 1. El valor presente neto a una tasa de descuento igual a cero es también igual a cero. La tasa de rendimiento interno también es igual a cero. Entonces este ejemplo nos ilustra que el proyecto no está exactamente perdiendo dinero pero tampoco genera utilidad. Entonces en este proyecto se recupera todo el capital. Durante los cinco

años del proyecto se invierte \$ 1 200 y al final del quinto-año se recibe la misma cantidad invertida. Entonces queda de-  
mostrado que no hace falta incluir la depreciación separada-  
mente como costo, al analizar el proyecto ya que se tiene en  
cuenta automáticamente en el proceso del cálculo.

Proyectos que se excluyen mutuamente.

En países de escasez capital, como México, es frecuente-  
que se tengan proyectos alternativos que se excluyan mutua-  
mente y que son distintos, ya sea de pequeñas dimensiones y-  
alto rendimiento contra grandes dimensiones pero de bajo ren-  
dimiento. Un ejemplo típico de estos proyectos, que se exclu-  
yen mutuamente, sería cuando se tiene que decidir un cierto-  
objetivo, como cuando se tienen diferentes tipos de equipo -  
para fabricar un producto dado, o diferentes maneras de uti-  
lizar el capital para una construcción; ó cuando tenemos que  
decidir entre una empacadora de piña para usar en dado caso-  
tecnología diferentes. Otro caso podría ser cuando hay una -  
alternativa para un proyecto de construirlo en su totalidad-  
o realizándolo en etapas.

El problema, en estos casos, es que no es posible o no-  
es conveniente aceptar más de una de las alternativas de la-  
inversión, puesto que el problema no es de aceptación o de -  
rechazo sino de decidir entre cual de los proyectos ofrece -  
mayor ventajas. En estos casos es cuando nos encontramos con

que el método de actualización "relación beneficio-coste" no nos proporciona elementos de juicio apropiado puesto que no jerarquiza los proyectos.

Otro caso sería aquel en el que una empresa tiene que decidir entre varios proyectos de tamaño de sus instalaciones para prevenir una demanda futura.

Aquí es muy conveniente hacer una comparación de los criterios de descuento usados para determinar el mérito de una inversión. A continuación se transcribe un cuadro comparativo de los tres métodos de descuento.

COMPARACION DE LOS CRITERIOS DE DESCUENTO USADOS PARA DETERMINAR  
EL MERITO DE UNA INVERSION . . .

CONCEPTO	RELACION BENEFICIO COSTO	VALOR PRESENTE NETO	TASA DE RENDIMIENTO INTERNO.
1. Criterio de decisión.	Acceptense los proyectos con una relación B/C igual o mayor que uno cuando se descuenta al costo de oportunidad del capital. - Principiense con la relación B/C más alta.	Acceptense los proyectos con V.P.N. positivo cuando se descuenta al costo de oportunidad del capital.	Acceptense los proyectos con una T.R.I. mayor que el costo de oportunidad del capital. Principiense con la T.R.I. más alta.
2. Selección entre proyectos que no son mutuamente exclusivos.	Proporciona jerarquización correcta entre proyectos que no son mutuamente exclusivos.	Proporciona selección correcta solo si se aceptan todos los proyectos con V.P.N. positivo al costo de oportunidad del capital.	Proporciona jerarquización correcta entre proyectos que no son mutuamente exclusivos.
3. Alternativas mutuamente exclusivas.	Proporciona jerarquización correcta si se toma el proyecto mayor con una relación B/C de uno descontada al costo de oportunidad del capital. - Si se usa otra tasa de descuento -- puede indicar selección incorrecta.	Da selección correcta si se toma el proyecto con el más alto V.P.N. al costo de oportunidad del capital.	Puede dar selección incorrecta. Deben descontarse las diferencias de los flujos en efectivo.
4. Jerarquización y comparación de las jerarquizaciones.	Si se comparan beneficios brutos con costos brutos da lo mismo que la T.R.I. correcto en caso de proyectos que son mutuamente exclusivos.	No da jerarquización para orden de implementación. Solo dice que se acepten todos los proyectos por arriba del costo de oportunidad del capital.	Jerarquiza proyectos igual que la relación B/C. Puede jerarquizar incorrectamente alternativas mutuamente exclusivas.

Este material fué traducido del manual de proyectos "Economic Analysis of Agricultural Projects", del Sr. Dr. J. Price Gittinger.



CUADRO PARA 7%

n	Factor para Intereses Compuestos.	Factor para Valor Presente.	Factor para Valor Presente de una Anualidad.
1	1.0700	0.9346	0.9346
2	1.1449	0.8734	1.8080
3	1.2250	0.8163	2.6243
4	1.3108	0.7629	3.3872
5	1.4026	0.7130	4.1002
6	1.5007	0.6663	4.7665
7	1.6058	0.6227	5.3893
8	1.7182	0.5820	5.9713
9	1.8385	0.5439	6.5152
10	1.9672	0.5083	7.0236
11	2.1049	0.4751	7.4987
12	2.2522	0.4440	7.9427
13	2.4098	0.4150	8.3576
14	2.5785	0.3878	8.7455
15	2.7590	0.3624	9.1079
16	2.9522	0.3387	9.4466
17	3.1588	0.3166	9.7632
18	3.3799	0.2959	10.0591
19	3.6165	0.2765	10.3356
20	3.8697	0.2584	10.5940
21	4.1406	0.2415	10.8355
22	4.4304	0.2257	11.0612
23	4.7405	0.2109	11.2722
24	5.0724	0.1971	11.4693
25	5.4274	0.1842	11.6536
26	5.8074	0.1722	11.8258
27	6.2139	0.1609	11.9867
28	6.6488	0.1504	12.1371
29	7.1143	0.1406	12.2777
30	7.6123	0.1314	12.4090
35	10.6766	0.0939	12.9477
40	14.9744	0.0668	13.3317
45	21.0024	0.0476	13.6055
50	29.4570	0.0339	13.8007

CUADRO PARA 8%

n	Factor para In- teros Compuesto.	Factor para Valor Pre - sente.	Factor para Valor Presente de una - Anualidad.
1	1.0800	0.9259	0.9259
2	1.1664	0.8573	1.7833
3	1.2597	0.7938	2.5771
4	1.3605	0.7350	3.3121
5	1.4693	0.6806	3.9927
6	1.5869	0.6302	4.6229
7	1.7138	0.5835	5.2064
8	1.8509	0.5403	5.7466
9	1.9990	0.5002	6.2469
10	2.1589	0.4632	6.7101
11	2.3316	0.4286	7.1390
12	2.5182	0.3971	7.5361
13	2.7196	0.3677	7.9038
14	2.9372	0.3405	8.2442
15	3.1722	0.3152	8.5595
16	3.4259	0.2919	8.8514
17	3.7000	0.2703	9.1216
18	3.9960	0.2502	9.3719
19	4.3157	0.2317	9.6036
20	4.6610	0.2145	9.8181
21	5.0338	0.1978	10.0168
22	5.4365	0.1839	10.2007
23	5.8715	0.1703	10.3711
24	6.3412	0.1577	10.5288
25	6.8485	0.1460	10.6748
26	7.3964	0.1352	10.8100
27	7.9881	0.1252	10.9352
28	8.6271	0.1159	11.0511
29	9.3173	0.1073	11.1584
30	10.0627	0.0994	11.2778
35	14.7853	0.0676	11.6546
40	21.7245	0.0460	11.9246
45	31.9204	0.0313	12.1084
50	46.9016	0.0213	12.2335

CUADRO PARA 10%

n	Factor para In- terés Compuesto.	Factor para Valor Pre- sente.	Factor para - Valor Presen- te de una A - nualidad.
1	1.1000	0.9091	0.9091
2	1.2100	0.8264	1.7355
3	1.3310	0.7513	2.4869
4	1.4641	0.6830	3.1699
5	1.6105	0.6209	3.7908
6	1.7716	0.5645	4.3553
7	1.9487	0.5132	4.8684
8	2.1436	0.4675	5.3349
9	2.3579	0.4241	5.7590
10	2.5937	0.3855	6.1446
11	2.8531	0.3505	6.4951
12	3.1384	0.3186	6.8137
13	3.4523	0.2897	7.1034
14	3.7975	0.2633	7.3677
15	4.1772	0.2395	7.6061
16	4.5950	0.2156	7.8237
17	5.0545	0.1978	8.0216
18	5.5599	0.1799	8.2014
19	6.1159	0.1635	8.3649
20	6.7275	0.1486	8.5136
21	7.4002	0.1351	8.6487
22	8.1403	0.1228	8.7715
23	8.9543	0.1117	8.8832
24	9.8497	0.1015	8.9847
25	10.8347	0.0923	9.0770
26	11.9182	0.0839	9.1609
27	13.1100	0.0763	9.2372
28	14.4210	0.0693	9.3066
29	15.8631	0.0630	9.3696
30	17.4494	0.0573	9.4269
35	28.1024	0.0356	9.6442
40	45.2592	0.0221	9.7791
45	72.8904	0.0137	9.8628
50	117.391	0.0085	9.9148

CUADRO PARA 12%

n	Factor para In- terés Compuesto.	Factor para Valor Pre - sente.	Factor para Valor Presente de una anualidad.
1	1.1200	0.8929	0.8929
2	1.2544	0.7972	1.6901
3	1.4049	0.7118	2.4018
4	1.5735	0.6355	3.0373
5	1.7623	0.5674	3.6048
6	1.9738	0.5066	4.1114
7	2.2107	0.4523	4.5638
8	2.4760	0.4039	4.9676
9	2.7731	0.3606	5.3282
10	3.1058	0.3220	5.6502
11	3.4787	0.2875	5.9377
12	3.8960	0.2567	6.1944
13	4.3635	0.2292	6.4235
14	4.8871	0.2046	6.6282
15	5.4736	0.1827	6.8109
16	6.1304	0.1631	6.9740
17	6.8660	0.1456	7.1196
18	7.6900	0.1300	7.2497
19	8.6128	0.1161	7.3658
20	9.6463	0.1037	7.4694
21	10.8038	0.0926	7.5620
22	12.1003	0.0826	7.6446
23	13.5523	0.0738	7.7184
24	15.1785	0.0659	7.7843
25	17.0001	0.0598	7.8431
26	19.0401	0.0525	7.8957
27	21.3249	0.0469	7.9426
28	23.8839	0.0419	7.9844
29	26.7499	0.0374	8.0218
30	29.9599	0.0334	8.0552
35	52.7996	0.0189	8.1755
40	93.0509	0.0107	8.2438
45	163.988	0.0061	8.2825
50	289.002	0.0035	8.3045

## CUADRO PARA 15%.

n	Factor para In- terés Compuesto.	Factor para Valor Pre - sente.	Factor para Valor Presente de una A nualidad.
1	1.1500	0.8696	0.8696
2	1.3225	0.7161	1.6257
3	1.5209	0.6575	2.2832
4	1.7490	0.5718	2.8550
5	2.0114	0.4972	3.3522
6	2.3131	0.4323	3.7845
7	2.6600	0.3759	4.1604
8	3.0590	0.3269	4.4873
9	3.5179	0.2843	4.7716
10	4.0456	0.2472	5.0188
11	4.6524	0.2149	5.2337
12	5.3502	0.1869	5.4206
13	6.1528	0.1625	5.5831
14	7.0757	0.1413	5.7245
15	8.1371	0.1229	5.8474
16	9.3576	0.1069	5.9542
17	10.7613	0.0929	6.0472
18	12.3755	0.0808	6.1280
19	14.2318	0.0703	6.1983
20	16.3665	0.0611	6.2593
21	18.8215	0.0531	6.3125
22	21.6447	0.0462	6.3587
23	24.8915	0.0402	6.3988
24	28.6252	0.0349	6.4338
25	32.9189	0.0304	6.4641
26	37.8568	0.0264	6.4906
27	43.5553	0.0230	6.5135
28	50.0656	0.0200	6.5335
29	57.5754	0.0174	6.5509
30	66.2118	0.0151	6.5660
35	133.176	0.0075	6.6166
40	267.863	0.0037	6.6418
45	538.769	0.0019	6.6543
50	1083.66	0.0009	6.6605

CUADRO PARA 20%

n	Factor para In- terés Compuesto.	Factor para Valor Pre- sente.	Factor para Valor Presente de una A- nualidad.
1	1.2000	0.8333	0.8333
2	1.4400	0.6944	1.5278
3	1.7280	0.5787	2.1065
4	2.0736	0.4823	2.5887
5	2.4883	0.4019	2.9906
6	2.9860	0.3349	3.3255
7	3.5832	0.2791	3.6046
8	4.2998	0.2326	3.8372
9	5.1598	0.1938	4.0310
10	6.1917	0.1615	4.1925
11	7.4301	0.1346	4.3271
12	8.9161	0.1122	4.4392
13	10.6993	0.0935	4.5327
14	12.8392	0.0779	4.6106
15	15.4070	0.0649	4.6755
16	18.4884	0.0541	4.7296
17	22.1861	0.0451	4.7746
18	26.6233	0.0376	4.8122
19	31.9980	0.0313	4.8435
20	38.3376	0.0261	4.8696
21	46.0051	0.0217	4.8913
22	55.2061	0.0181	4.0994
23	66.2474	0.0151	4.9245
24	79.4968	0.0126	4.9371
25	95.3962	0.0105	4.9476
26	114.475	0.0087	4.9563
27	137.371	0.0073	4.9636
28	164.845	0.0061	4.9697
29	197.814	0.0051	4.9747
30	237.376	0.0042	4.9785
35	590.668	0.0017	4.9915
40	1469.77	0.0007	4.9966
45	3657.26	0.0003	4.9986
50	9100.43	0.0001	4.9995

CUADRO PARA 25%

n	Factor para In- terés Compuesto.	Factor para Valor Pre- sente.	Factor para Va- lor Presente de una Anualidad.
1	1.2500	0.8000	0.8000
2	1.5625	0.6400	1.4400
3	1.9531	0.5120	1.9520
4	2.4414	0.4096	2.3616
5	3.0518	0.3277	2.6893
6	3.8147	0.2621	2.9514
7	4.7684	0.2097	3.1611
8	5.9605	0.1678	3.3289
9	7.4506	0.1342	3.4631
10	9.3132	0.1074	3.5705
11	11.6415	0.0859	3.6564
12	14.5519	0.0687	3.7251
13	18.1899	0.0550	3.7801
14	22.7374	0.0440	3.8241
15	28.4217	0.0352	3.8593
16	35.5271	0.0281	3.8824
17	44.4089	0.0225	3.9099
18	55.5112	0.0180	3.9279
19	69.3889	0.0144	3.9424
20	86.7362	0.0115	3.9539
21	108.420	0.0092	3.9631
22	135.525	0.0074	3.9705
23	169.407	0.0059	3.9764
24	211.758	0.0047	3.9811
25	264.698	0.0038	3.9849
26	330.872	0.0030	3.9879
27	413.590	0.0024	3.9903
28	516.988	0.0019	3.9923
29	646.235	0.0015	3.9938
30	807.794	0.0012	3.9950
35	2645.19	0.0004	3.9984
40	7523.16	0.0001	3.9995
45	22958.9	a	3.9998
50	70064.9	a	3.9999







centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



ANALISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO IV

FORMULACION DE ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Ing. Jorge Londa Andrade

agosto, 1980

Palacio de Minería

Calle de Tocucho 5

primer piso

México 1, D. F.

Tel: 521-40-20



ANALISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

4.2 ) Naturaleza y formulación de alternativas

Apuntes preparados por:  
Ing. Jorge Landa A.



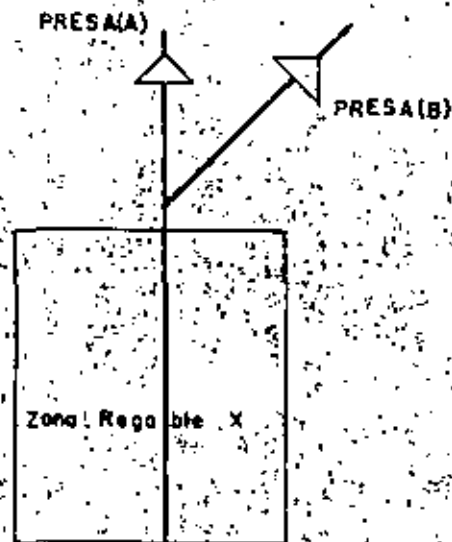
#### 4.2 ) NATURALEZA Y FORMULACION DE LAS ALTERNATIVAS

En la formulación y análisis de proyectos hidroagrícolas el primer problema que encuentra el proyectista, después de definidos los objetivos del desarrollo que se pretende realizar, es el de traducir dichos objetivos a un criterio de diseño que pueda expresarse claramente en términos de las estructuras y/o acciones que puedan emprenderse.

Generalmente en este proceso surgen diversas posibles soluciones de entre las cuales es necesario definir la más adecuada. Así por ejemplo, supóngase que se desea impulsar el desarrollo agrícola de la zona X, esquematizada en la figura, para ello se han identificado dos posibles sitios de almacenamiento (Presa A y B ) y se han realizado estudios geohidrológicos que demuestran que es posible regar una determinada superficie explotando el acuífero.

El proyecto podría conformarse con las obras mencionadas a continuación:

- i ) Presa A
- ii ) Presa B
- iii ) Pozos para explotación del acuífero
- iv ) Presa A y presa B



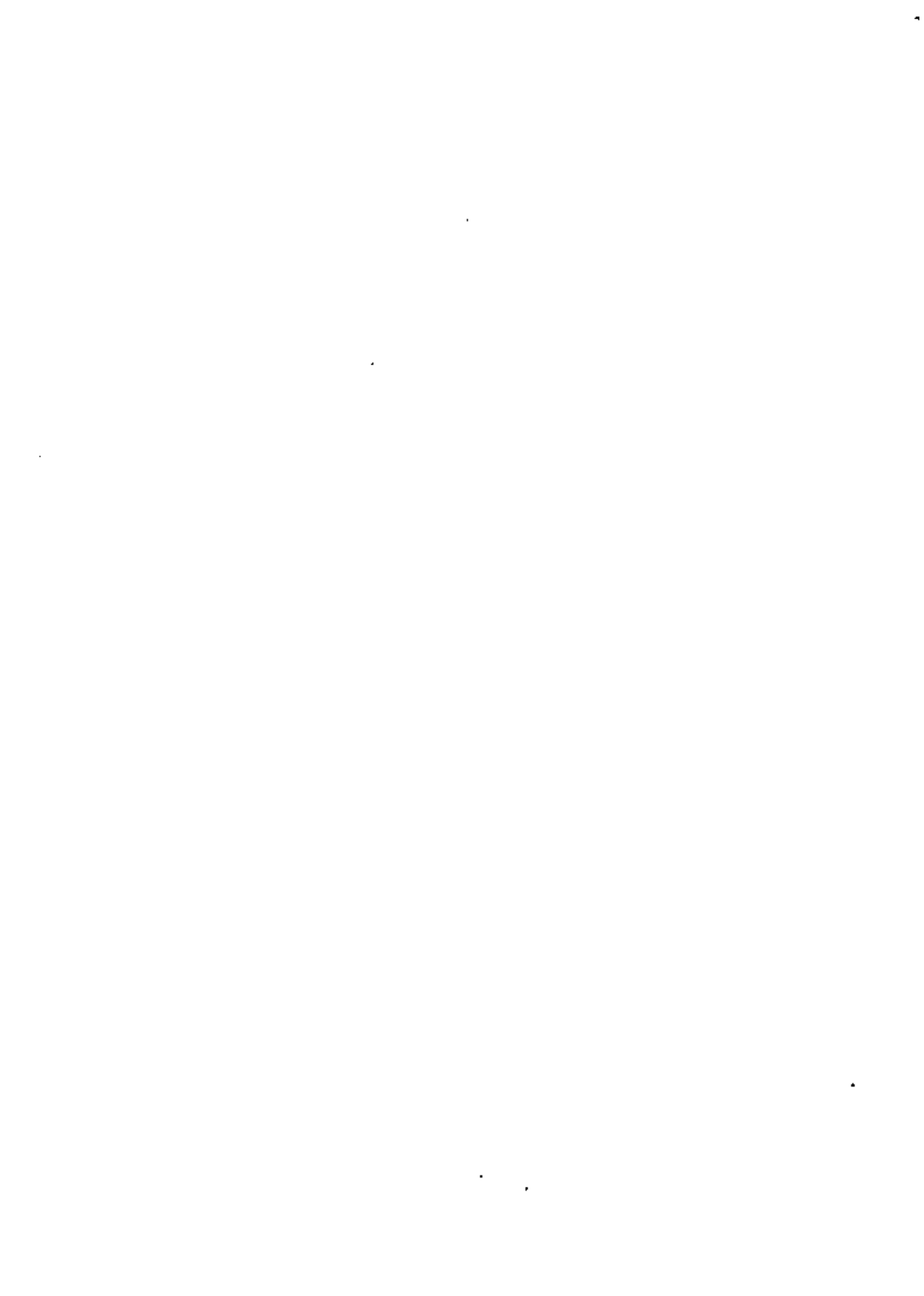


- v ) Presa A y pozos
- vi ) Presa B y pozos
- vii ) Presas A, B y pozos

Adicionalmente puede considerarse el problema de los productos que se desea obtener y de la superficie que conviene irrigar; con lo cual el número de opciones para lograr el desarrollo agrícola deseado crece considerablemente.

En general en proyectos hidroagrícolas es posible distinguir tres clases de alternativas que se distinguen por su naturaleza:

- a ) La primera clase corresponde a las estructuras principalmente que deben integrar el proyecto ( en el ejemplo anterior las obras de abastecimiento y sus combinaciones ), generalmente es posible tomar la decisión de cual alternativa es mejor mediante un análisis de costo mínimo. A tales opciones podría denominarseles "Sistemas alternativos".
- b ) En segundo término nos encontramos con el problema de definir la capacidad del complejo productivo — en nuestro caso la extensión de la superficie por irrigar, que se encuentra estrechamente relacionada con la capacidad que se le pretende dar a la presa—;





para resolver este problema es necesario acudir a los análisis beneficio-costos. Las variantes que surgen de este proceso pueden ser llamadas "Alternativas de tamaño".

- c ) Finalmente afrontamos el problema de la producción agrícola, que, como el anterior, es un factor determinante en la capacidad de las obras por realizar, y, de hecho, debe resolverse en igual forma que el anterior, por lo que se podrían integrar diversas "Variantes de explotación" en cada alternativa de tamaño.

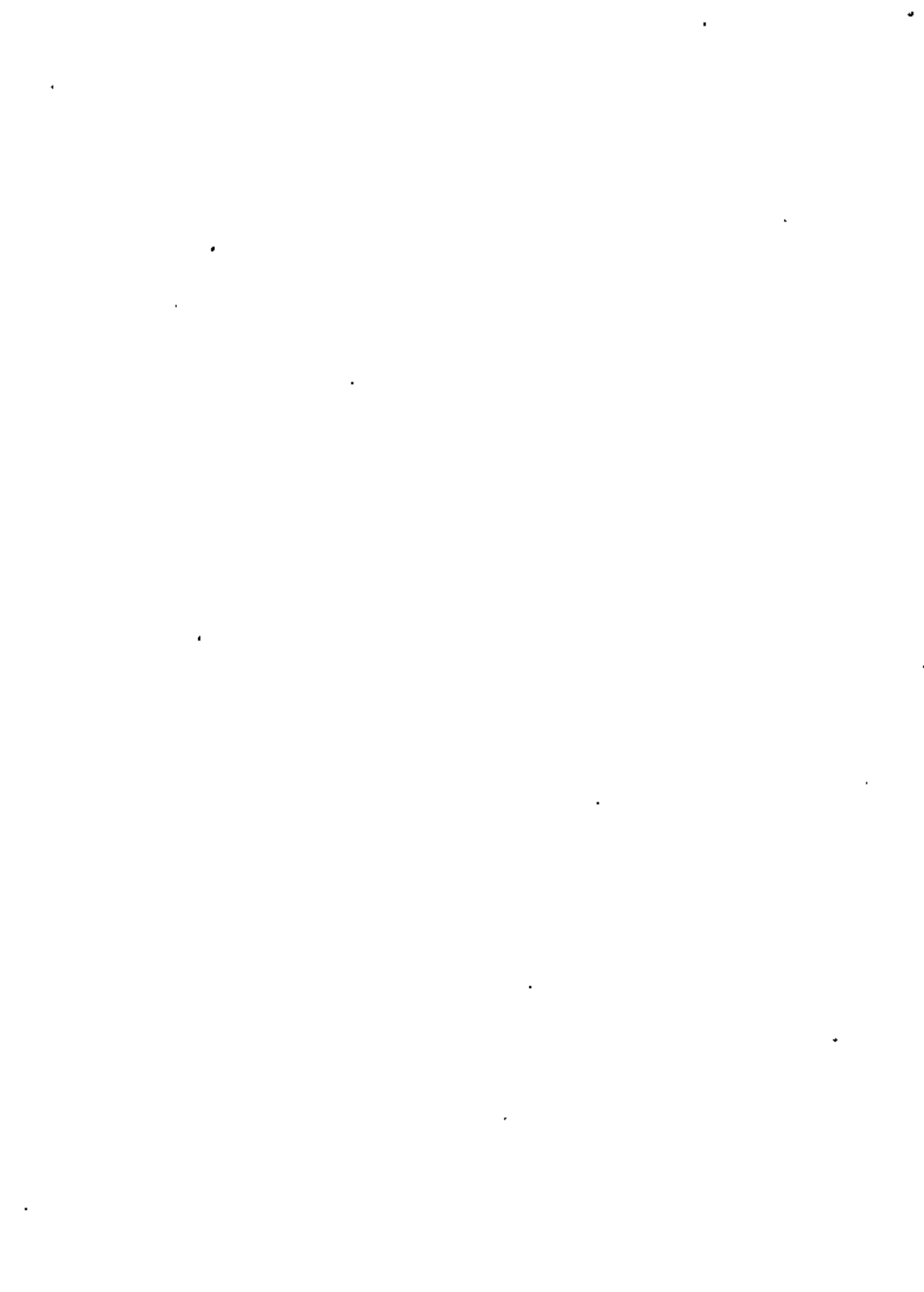
Asimismo es necesario aclarar lo que se denomina alternativas mutuamente exclusivas, estas se presentan cuando la realización de una imposibilita la construcción de la otra. Tal es el caso de diversas boquillas relacionadas todas ellas con el mismo vaso; adicionalmente a ese caso, en el que la exclusión es propiciada por la imposibilidad física de realizar ambas, puede ocurrir que las alternativas estén destinadas al mismo fin, por lo cual al optar por una pierde sentido la realización de las otras. Un ejemplo de ello se presenta en el diseño del canal de conducción a las zonas regables, las diferentes alternativas de localización están destinadas al mismo fin (llevar el agua a la zona de riego) y la construcción de una excluye la de las otras.



La formulación de alternativas estructurales, es decir -- sistemas y tamaños alternativos, se fundamenta en los estudios básicos realizados: los agrológicos determinan la localización y conformación de la superficie beneficiable, los hidrológicos y geohidrológicos establecen la disponibilidad de agua, los geológicos sirven para establecer los tratamientos al subsuelo de las presas y, en última instancia, determinan la posibilidad o imposibilidad de construir presas o túneles, y los topográficos --que generalmente anteceden y son requeridos por lo demás-- son utilizados para formular el anteproyecto de las obras.

El primer paso en el proceso de formulación de alternativas consiste en la elaboración de anteproyectos de las zonas beneficiables, que permiten establecer las alternativas de tamaño al analizar las diferentes zonas en las que se puede dividir el proyecto. Estos anteproyectos se formulan, generalmente, en planos a escala 1:20 000 y de ellos se obtiene la extensión de la zona beneficiable para cada tamaño. Dicha información, aunada con los resultados de los estudios agrológicos, permite elaborar los patrones de cultivo asociados a cada alternativa.

A continuación se determinan los requerimientos de riego de los programas de actividad propuestos, estableciéndose con ello la ley de demandas necesaria para el análisis de las obras de captación. Las diferentes opciones para captación conforman lo que, inicialmente, denominamos sistemas alternativos, los cuales están determinados por las características fisiográficas de la región ( el número de corrientes aprovechables, la exis-



tencia de diferentes sitios apropiados para erigir presas, la disponibilidad de agua subterránea, etc. ). Para el análisis de estos sistemas es necesario utilizar la información proveniente de los estudios topográficos, hidrológicos y geohidrológicos, la cual, para ser consistente el análisis, deberá tener el mismo nivel de precisión. Este análisis consiste, básicamente, en definir la capacidad de conservación de los almacenamientos y en determinar la capacidad requerida para que la estructura soporte el paso de la avenida de diseño; para lo cual se simula el funcionamiento de vasos y derivadoras, así como el tránsito de la avenida. Como resultado se obtiene la curva de extracción-capacidad para cada uno de los sistemas alternativos considerados, siendo esta la medida de efectividad en proyectos de riego.

Los anteproyectos de las presas y de las obras de conducción, así como el ya mencionado de las obras en la zona regable, permite determinar las principales cantidades de obra de las diferentes alternativas planteadas y, mediante la aplicación de precios unitarios representativos, formular una estimación preliminar de sus costos.

La estimación de costos de las obras relacionadas con cada alternativa es solamente el primer paso en el análisis y selección de la mejor de ellas, aunque de hecho es el más laborioso. En el resto del capítulo se describen las técnicas más comúnmente empleadas para realizar dicho análisis.





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



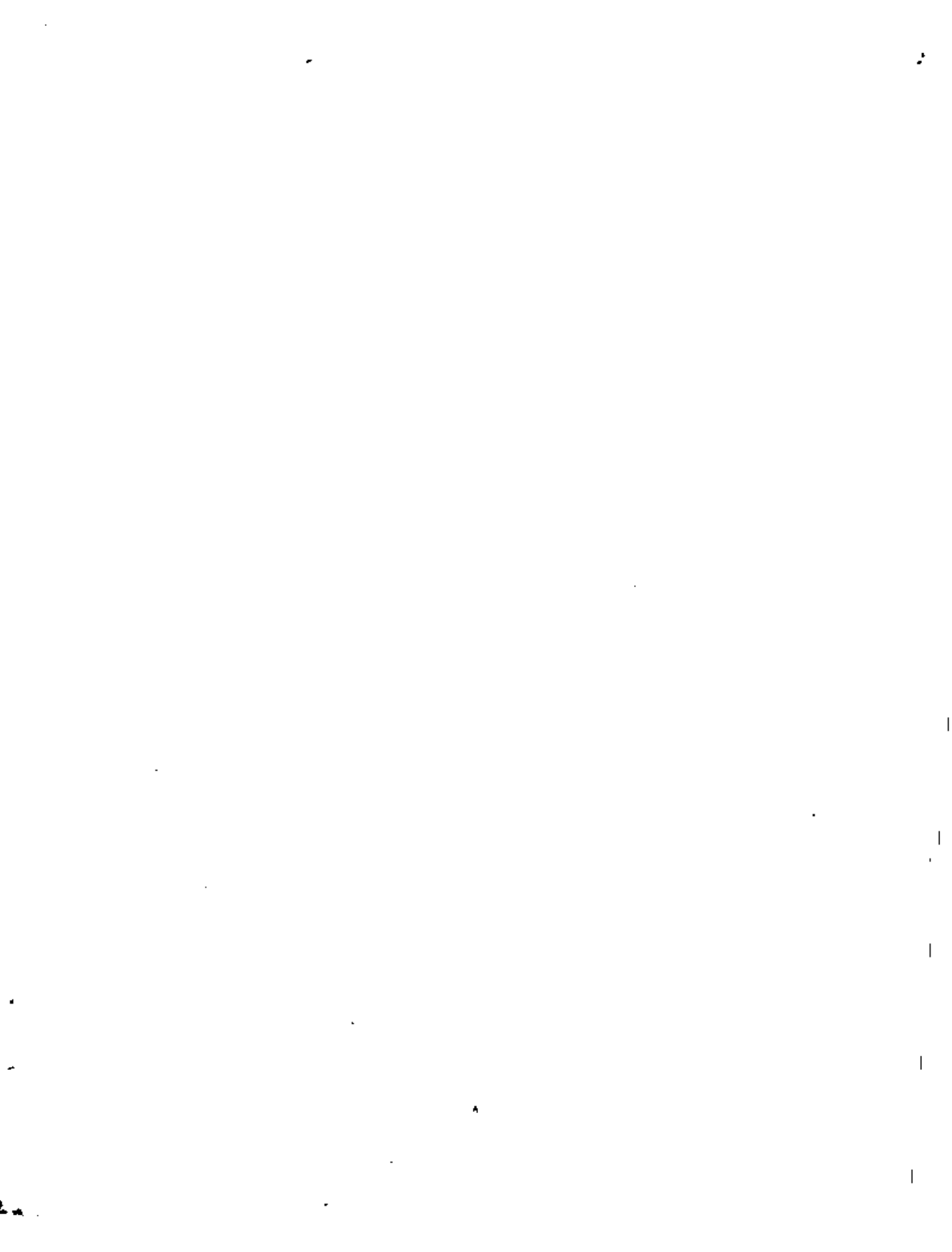
ANALISIS DE INVERSIONES DE PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO IV

Casos de Aplicación

Ing. Jorge Lorda Andrade  
Ing. Adolfo Miranda Torres

agosto, 1980





## CASO 1. PROYECTO PRESIDIO-BALUARTE, SIN.

### CAPITULO VII

#### SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

##### 7.1 ) Identificación de alternativas

Para el aprovechamiento de los volúmenes de los ríos Baluarte y Presidio en el riego de las tierras ubicadas en el área que separa ambas corrientes y sobre la margen derecha de este último río, se ha previsto, en primer término, la posibilidad de regular parcialmente los volúmenes del primero almacenando preferentemente sobre sus afluentes más importantes, el Matatán y el Pánuco, y derivar desde las corrientes principales.

Con tal objeto, han sido localizados dos sitios de almacenamiento: el denominado Jalpa.—sobre el Matatán— y que se halla situado unos 9 km aguas arriba de la población de su nombre; y el identificado como Tortugas —sobre el Pánuco— ubicado unos 2 km aguas arriba del poblado de Cacalotán. El sitio en que se derivarían las aguas del Baluarte, conocido como El Pozole, se localiza unos 3 km aguas abajo de la afluencia del Matatán. A su vez, las aguas del río Presidio serían derivadas en el sitio conocido como Siqueros, que se halla ubicado a la altura del poblado de este nombre.

En segundo lugar, se ha estudiado la posibilidad de almacenar sobre las dos corrientes principales, lo que implicaría una estructura funcional distinta de la descrita en el párrafo inicial. Tal concepción ha

sido ya estudiada con anterioridad\*, habiendo quedado definidas las dos mejores proposiciones que satisfacen este planteamiento y que forman parte de los esquemas aquí analizados.

El sitio propuesto para el almacenamiento de los volúmenes del Baluarte, denominado Matatán, se localiza un kilómetro aguas abajo de la confluencia del río de este nombre; y aquél en que se regularían los escurrimientos del río Presidio se halla situado un kilómetro aguas arriba del sitio de derivación Siqueros, ya mencionado.

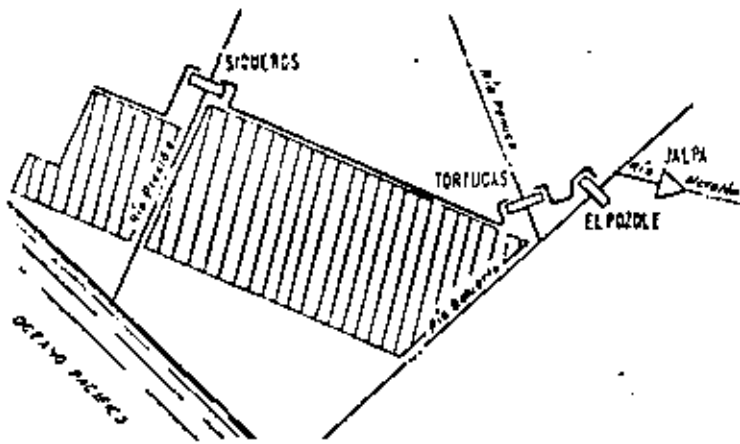
Con base en ambas opciones, se definieron cinco sistemas hidráulicos alternativos, que difieren fundamentalmente por las presas —de almacenamiento y derivación— integradas a cada uno. Los esquemas de proyecto correspondientes se ilustran en el Croquis ( 7.1.1 ) y se describen a continuación:

- a ) El SISTEMA I contempla aprovechar las aguas del río Baluarte y de su afluente el Pánuco mediante la construcción de la presa de almacenamiento Jalpa, sobre el río Matatán, y de las derivadoras Pozole y Tortugas, sobre el Baluarte y el Pánuco, respectivamente, obras que se hallarían interconectadas. De la segunda de estas derivadoras partiría el canal de distribución, destinado a servir a la zona de riego localizada entre ambos ríos,

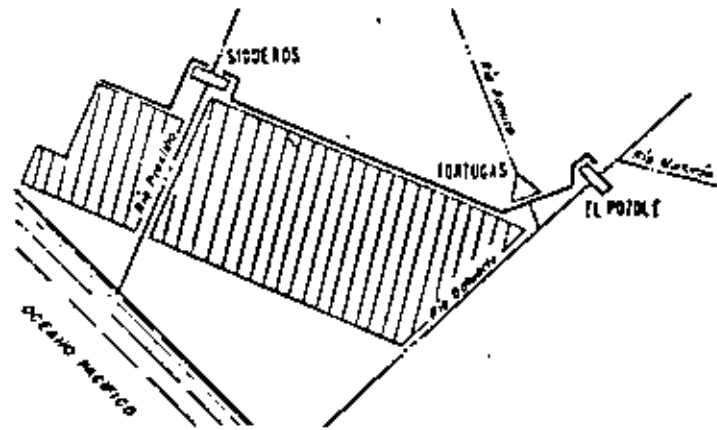
---

\* "Estudio a nivel de gran visión para el aprovechamiento y control de los ríos del sur de Sinaloa", ICATEC, S.A., México, julio de 1977.

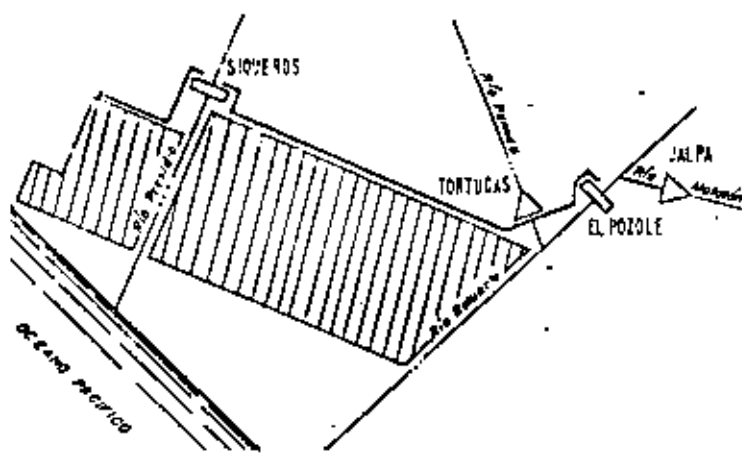
SISTEMAS ALTERNATIVOS



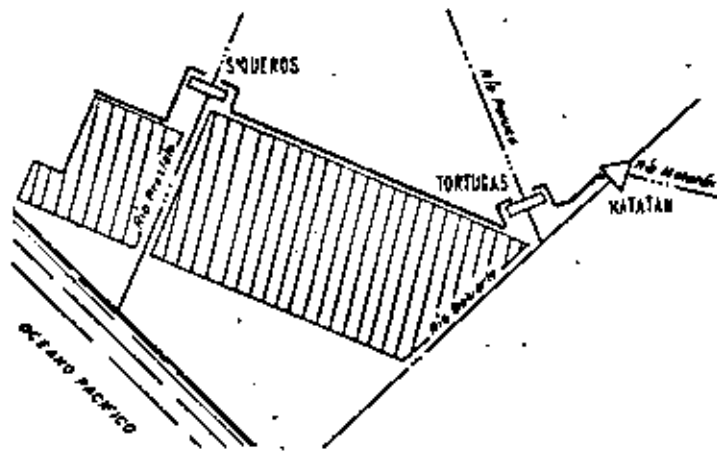
a) SISTEMA I



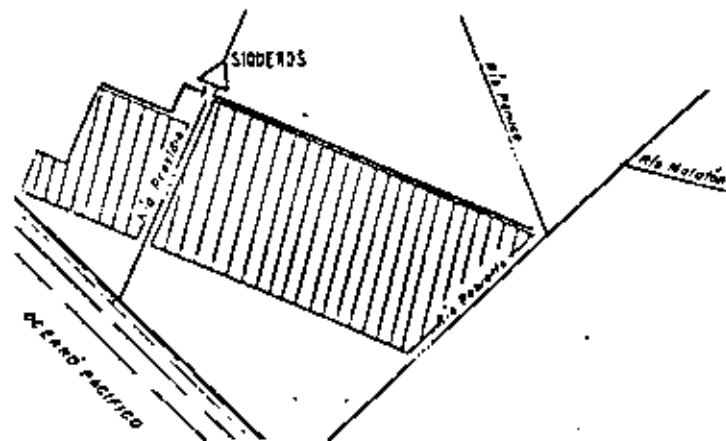
a) SISTEMA II



a) SISTEMA III







a) SISTEMA IV



SISTEMA V

SIMBOLOGIA

-  Presa de almacenamiento
-  Presa derivadora
-  Canal de conducción
-  Zona de Riego

y que llegaría hasta la margen izquierda del Presidio, - en las proximidades de la población de Siqueros. Ahí se conectaría dicho canal con la derivadora de este último nombre, de la cual partiría el tramo distribuidor que habría de servir a las tierras de la margen derecha del -- Presidio. El funcionamiento hidráulico de este sistema sería como sigue: las aguas almacenadas en la presa Jalpa se utilizarían exclusivamente para suplir, durante el estiaje, las insuficiencias inducidas del régimen hidrológico del río Baluarte; y a su vez, la transferencia de aguas del Baluarte hacia el Presidio, a través de la derivadora Siqueros, sólo tendría lugar cuando los caudales del último río resultasen insuficientes para el riego de las tierras ubicadas hacia su margen derecha.

- b ) El SISTEMA II propone utilizar los caudales del Baluarte derivándolos en la presa El Pozole, y regular los escurrimientos del Pánuco mediante la presa Tortugas. La -- conducción de ambos volúmenes, al igual que el aprovechamiento, por derivación, de las aguas del río Presidio y la operación general del sistema coincidirían, sensiblemente, con los propuestos en el esquema anterior.
- c ) El SISTEMA III contempla la construcción de los dos almacenamientos ya mencionados --Jalpa y Tortugas-- y de las derivadoras El Pozole y Siqueros, siendo la operación en

esta variante similar a la que caracteriza a los esquemas anteriormente descritos.

- d) Por su parte, el SISTEMA IV propone almacenar las aguas del Baluarte en el vaso Matatán, aguas arriba de la confluencia del Pánuco, y construir las derivadoras Tortugas y Siqueros. Los caudales disponibles en Tortugas servirían para el riego de la zona comprendida entre ambos ríos y para complementar los volúmenes del Presidio, cuando éstos resultasen insuficientes para atender las áreas de la margen derecha de este río.
- e) Por último, el SISTEMA V, que considera exclusivamente el aprovechamiento de los caudales del Presidio, propone la construcción del almacenamiento Siqueros, para servir la totalidad del área beneficiable.

## 7.2) Análisis y selección de sistemas hidráulicos

A fin de elegir cuál de los sistemas propuestos resultaba más adecuado para los fines del proyecto, se procedió a simular el funcionamiento de cada uno de ellos, conforme a la ley de demandas resultante del patrón preliminar de cultivos propuesto para la zona. En esa forma, se establecieron las relaciones capacidad-extracción para los sistemas que conside-

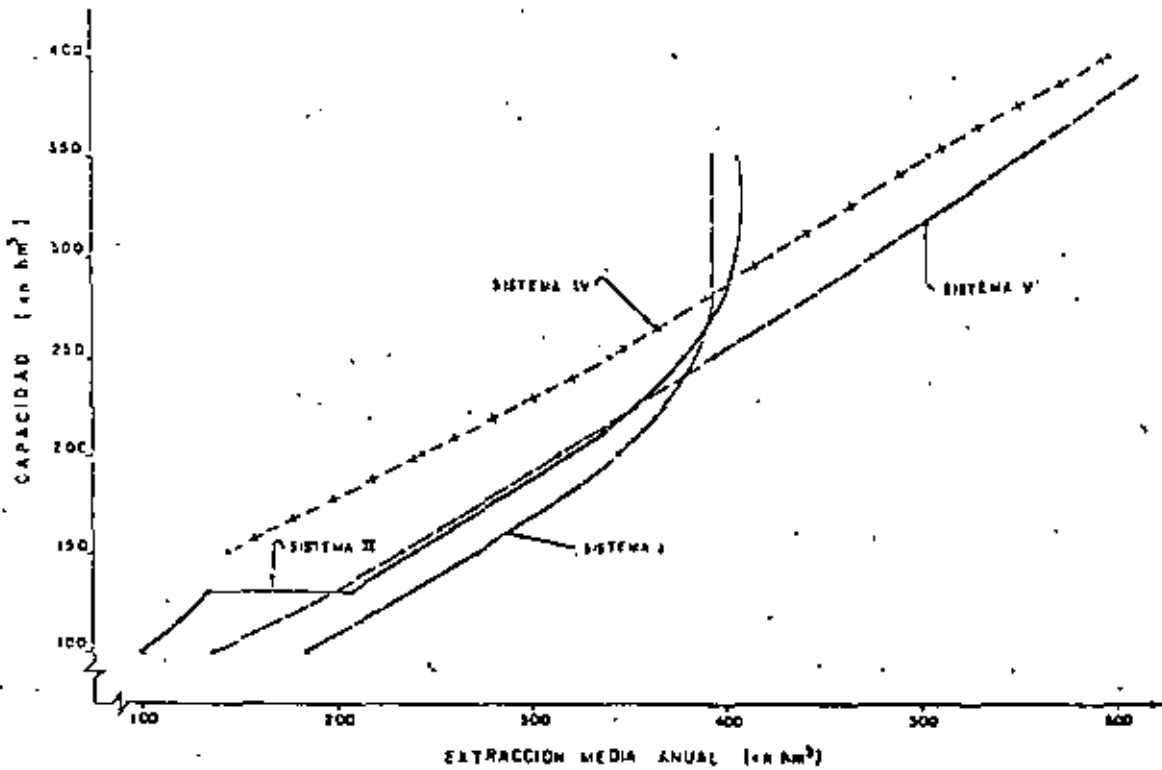
ran un sólo almacenamiento. Tales funciones aparecen representadas en la Figura ( 7.2.1 ).

A su vez, se procedió a simular el funcionamiento del Sistema III —que contempla la operación conjunta de los vasos Jalpa y Tortugas— asignando capacidades variables a una de las presas y suponiendo que la de la otra se mantendría constante. Con los volúmenes de extracción resultantes de dicho análisis, se trazaron las curvas de "indiferencia" que aparecen ilustradas en la parte baja de la misma figura, donde los parámetros que determinan la función son los niveles de extracción deseados.

Asimismo, con objeto de determinar el costo de las presas, se formularon anteproyectos preliminares para cada una de ellas y se aplicaron precios índice a las estimaciones de volúmenes de obra, estableciendo funciones costo-elevación. Estas funciones se utilizaron para determinar las relaciones costo-capacidad, considerando, para ello, las curvas elevación-capacidad y los volúmenes de sobrealmacenamiento resultantes del tránsito de las avenidas máximas probables establecidas. Dichas relaciones aparecen en la parte superior de la Figura ( 7.2.2 ), y en la porción inferior de la misma pueden verse las curvas de isocosto relativas a las presas Jalpa y Tortugas, del Sistema III.

A continuación se procedió a determinar las relaciones extracción-costo de cada uno de los sistemas, a través de las funciones —ya establecidas— de capacidad-extracción, y costo-capacidad. Para ello, hubo

FIGURA (7.2.1.)  
RELACIONES CAPACIDAD - EXTRACCION



CURVAS DE ISOEXTRACCION  
—  
SISTEMA III

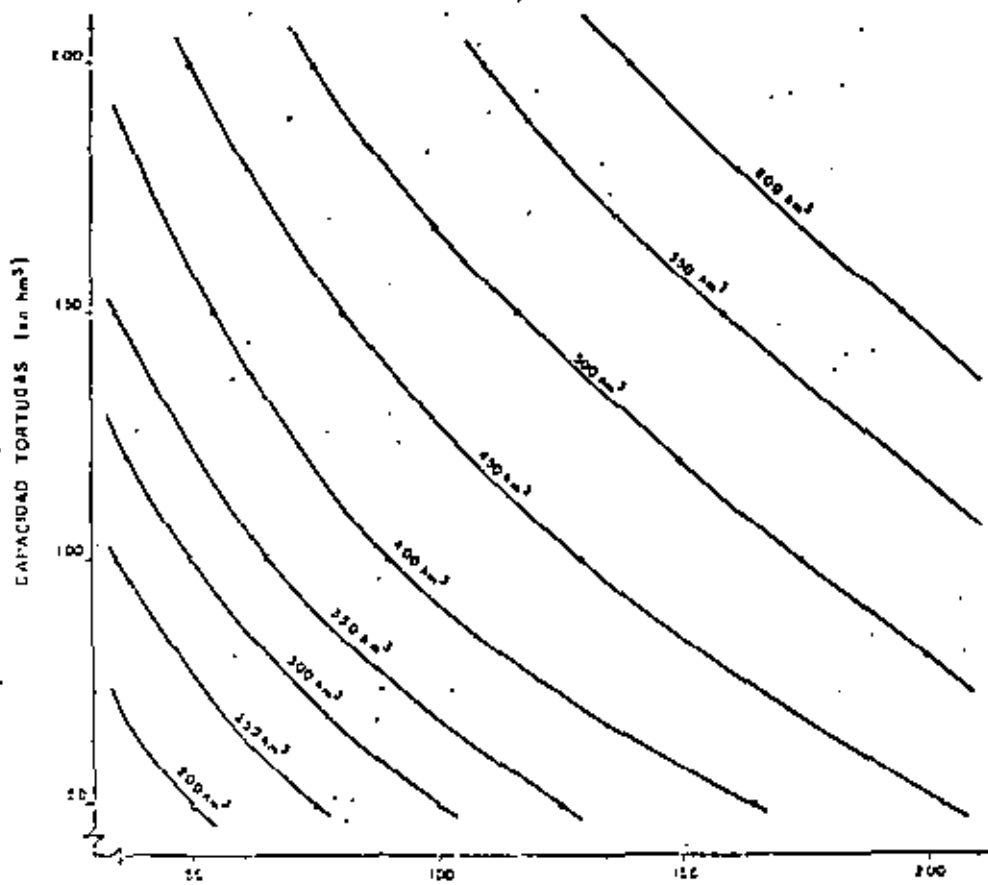
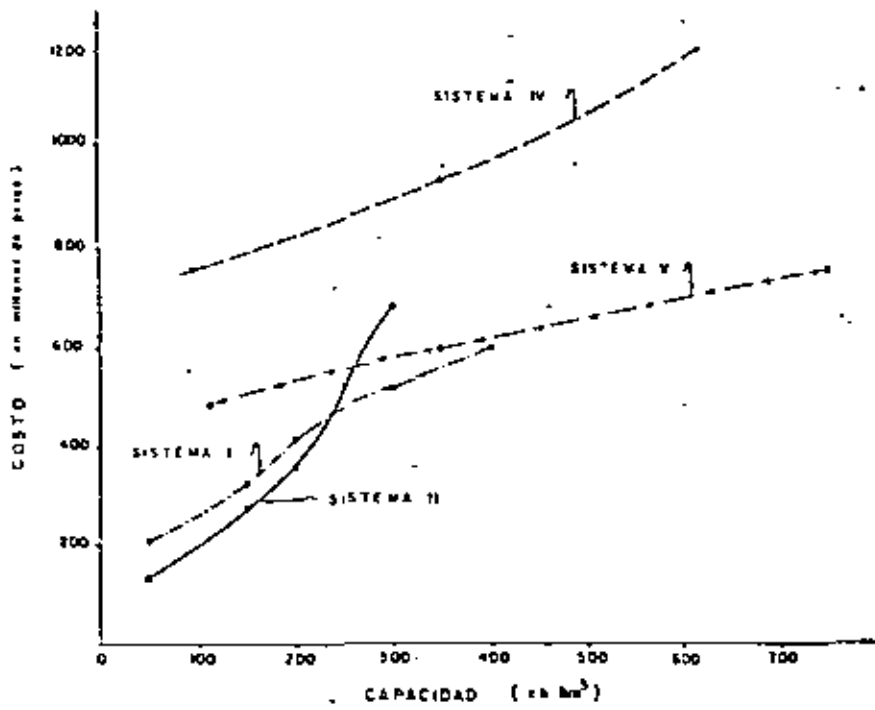
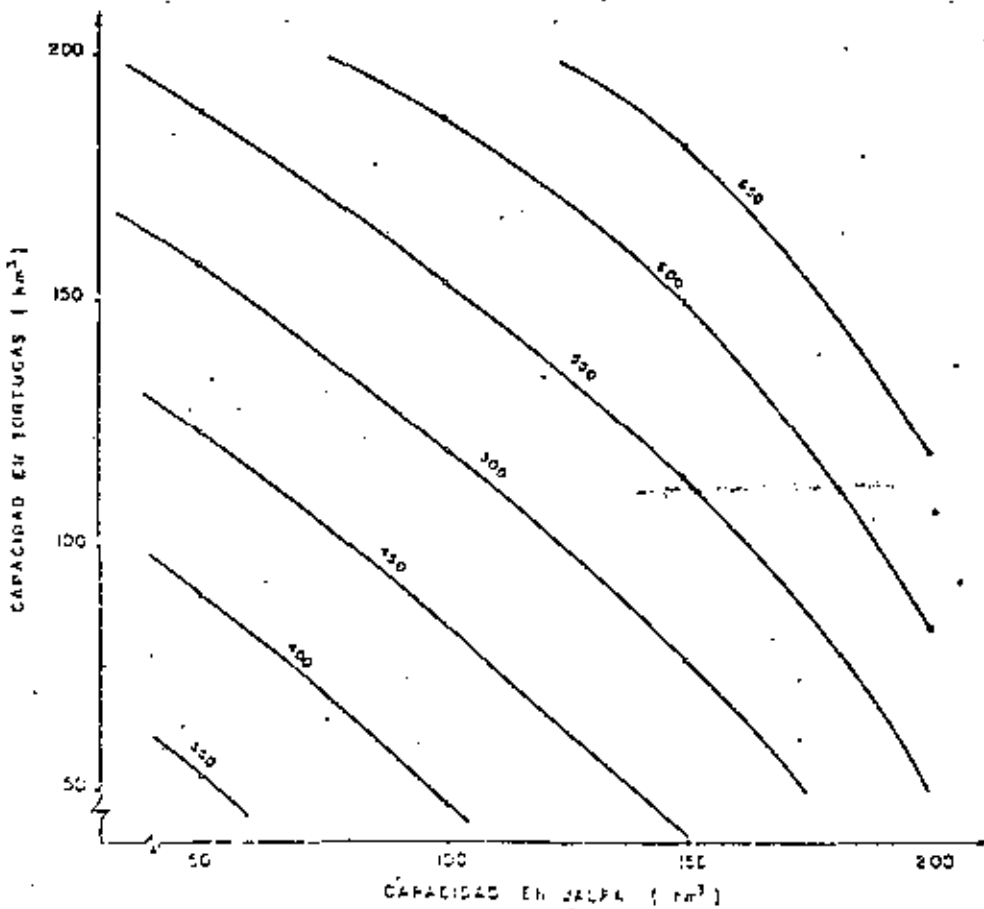


FIGURA (7.2.2.)  
 FUNCIONES DE COSTO



CURVAS DE ISOCOSTO  
 SISTEMA III  
 (En millones de pesos)





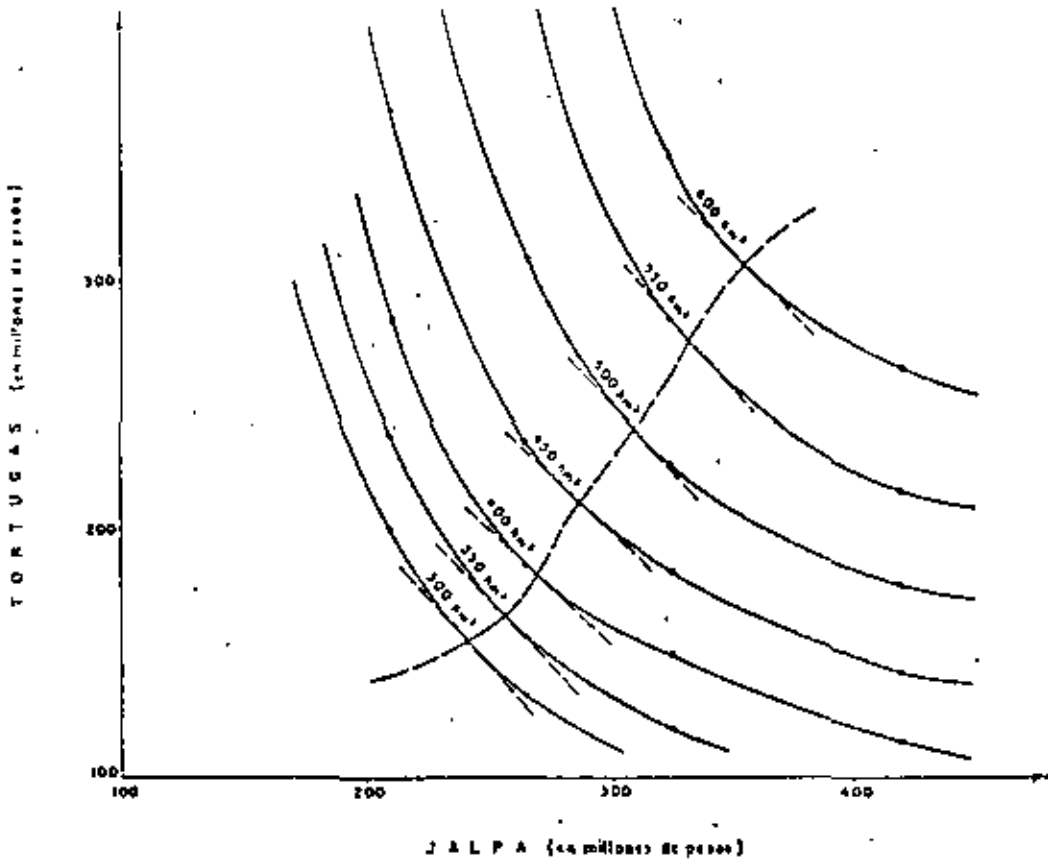
que determinar, en el Sistema III, la denominada "curva de expansión", que no es sino el locus de las combinaciones de mínimo costo correspondientes a un nivel de extracción dado. Dicha curva aparece en la gráfica superior de la Figura ( 7.2.3 ), mientras que la inferior muestra las relaciones extracción-costo de los cinco sistemas.

En esta última representación se advierte que los Sistemas II, III y V son los que alcanzan menores costos para los niveles de extracción considerados. Sin embargo, la realización de la presa Siqueros, incluida en el Sistema V, resulta problemática debido a los asentamientos humanos establecidos en el área del vaso. Estos, en conjunto, tienen una población estimada en 6 000 habitantes, cuyas viviendas e intereses necesariamente se verían afectados por la realización de la obra. En esa virtud, se ha considerado conveniente analizar sólo los Sistemas II y III, que proponen la construcción del sistema Pozole-Tortugas-Siqueros y del conjunto Jalpa-Pozole-Tortugas-Siqueros, respectivamente.

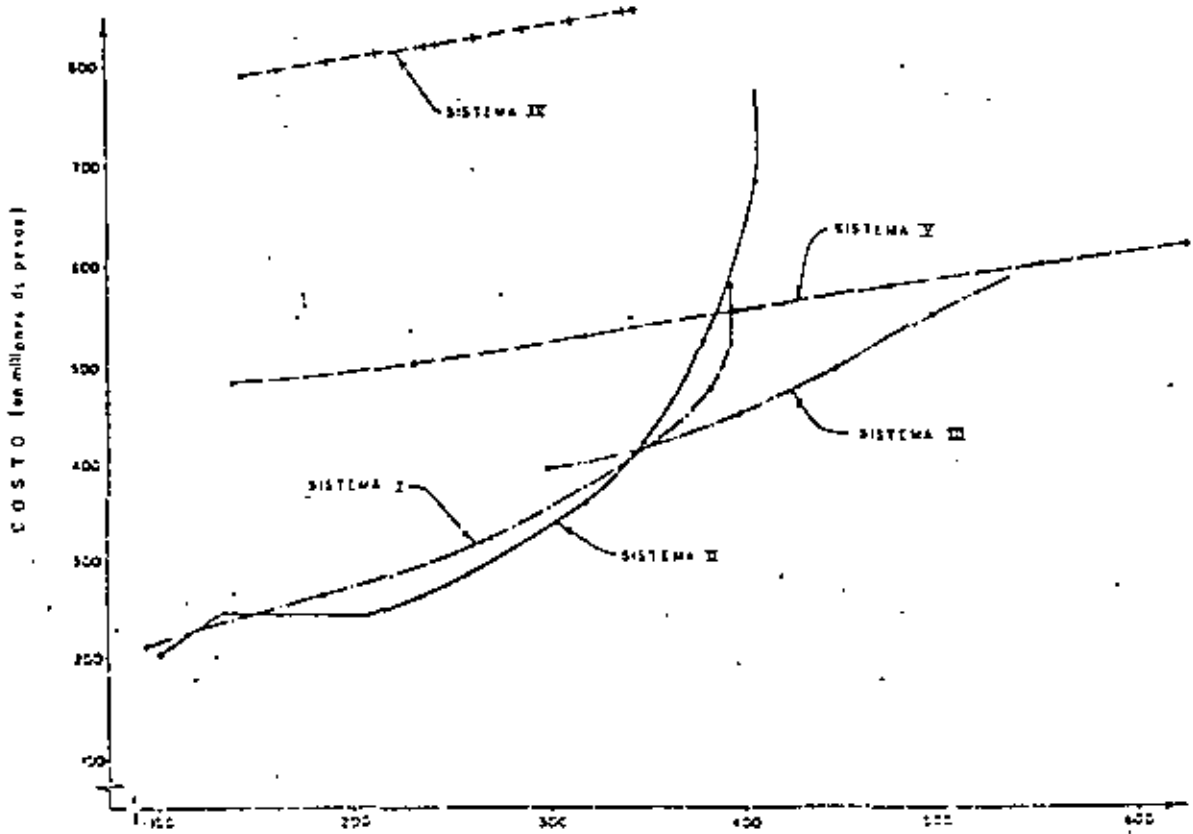
7.3 ) Definición y clasificación de alternativas de tamaño

Con base en los resultados del análisis de sistemas alternativos, se procedió a definir los tamaños que, en cada caso, pudieran integrar el complejo productivo. Para ello, se consideró que, en cada tamaño, se adoptaría el sistema de captación de menor costo que permitiese alcanzar

# FIGURA (7.2.3) RUTA DE EXPANSION



# FUNCIONES EFECTIVIDAD-COSTO



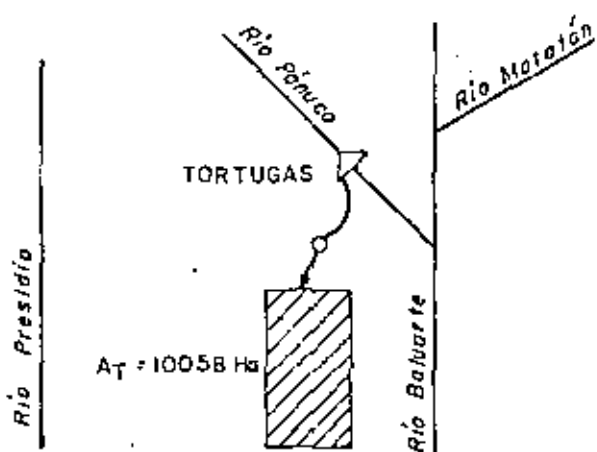
el volumen de extracción requerido en cada caso.

Los tamaños se determinaron considerando los problemas de conducción que induciría el riego de las diversas superficies analizadas, - así como la conveniencia de incluir preferentemente las áreas que, por su ubicación, pudieren regarse por gravedad, utilizando sólo, como complemento aquellas zonas factibles de servirse únicamente mediante bombeos desde los canales.

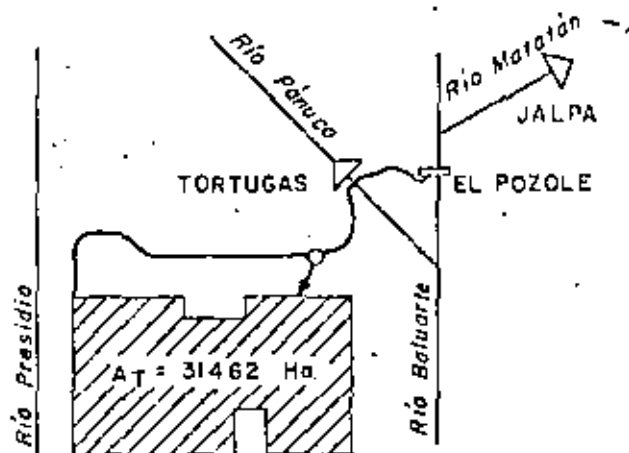
En esta forma, se identificaron cinco alternativas de tamaño, cuya ubicación se muestra en el Esquema ( 7.3.1 ), siendo sus superficies y obras de captación las siguientes:

- i ) La primera alternativa contempla el riego de 10 058 Ha, utilizando exclusivamente los volúmenes del Pánuco, - almacenados en la presa Tortugas.
- ii ) En la segunda alternativa se pretende regar 31 462 Ha, aprovechando los escurrimientos de los ríos Pánuco, - Matatán y Baluarte, mediante las presas Jalpa, Pozole y Tortugas.
- iii ) La tercera alternativa atendería una superficie de - 40 538 Ha, añadiendo, a los aprovechamientos incluidos en la alternativa anterior, la derivadora Sigue---

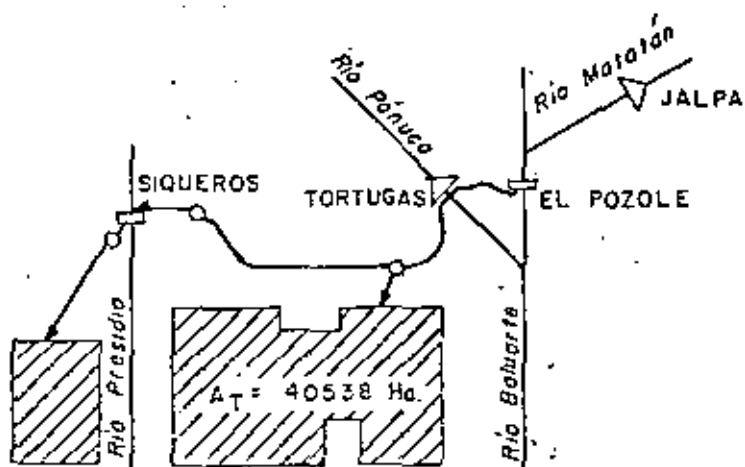
ALTERNATIVAS DE TAMAÑO



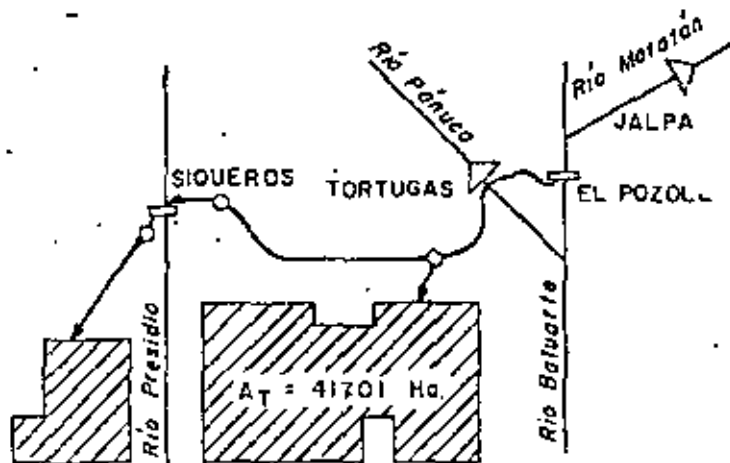
ALTERNATIVA ( 1 )



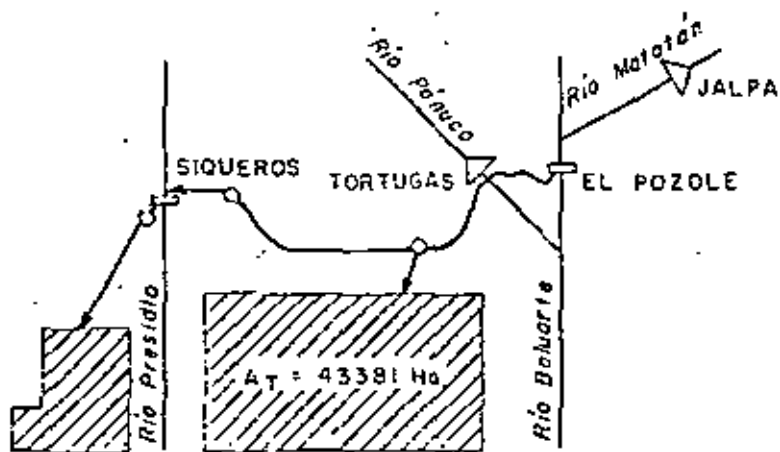
ALTERNATIVA ( 2 )



ALTERNATIVA ( 3 )








ALTERNATIVA ( 4 )



ALTERNATIVA ( 5 )

SIMBOLOGIA

-  Presa de almacenamiento
-  Presa derivadora
-  Canal de conducción
-  Zona de riego
-  Punto de abastecimiento

ros, sobre el Presidio.

- iv ) Por su parte la cuarta alternativa dominaría 41 701 Ha, utilizando las mismas obras de captación incluidas en la alternativa anterior, pero adecuando su capacidad a los requerimientos de riego previstos para dicha superficie.
- v ) Finalmente, la quinta alternativa tiene como objetivo el riego de 43 381 Ha, superficie que adiciona, al tamaño anterior, 1 680 Ha atendibles mediante bombeos desde los canales. En este caso, las estructuras coinciden con las que integrarían las dos últimas alternativas.

En el Cuadro ( 7.3.1 ) se resumen las capacidades de conservación de las presas que corresponderían a cada tamaño, obtenidas de las relaciones establecidas en el inciso anterior, en función de la demanda de cada alternativa.

#### 7.4 ) Presupuestos y programas de inversión

La elaboración de los presupuestos para cada una de las alternativas consideradas se realizó utilizando costos índice, a precios de -

CUADRO ( 7.3.1 )

CAPACIDADES DE CONSERVACION DE LAS PRESAS

JALPA Y TORTUGAS

( hm<sup>3</sup> )

ALTERNATIVA	SUPERFICIE ( Ha )	VOLUMEN DEMANDADO ( hm <sup>3</sup> /año )	CAPACIDAD *	
			JALPA	TORTUGAS
I	10 058	132	—	130
II	31 462	415	110	90
III	40 538	535	150	145
IV	41 701	550	155	150
V	43 381	573	165	160

\* Hasta la cresta vertedora.

1977, aplicados a los diseños preliminares de las obras.

Los programas de inversión correspondientes a las alternativas planteadas consideran que el período constructivo abarcaría cinco años, siendo la distribución anual de los recursos porcentualmente semejante en todas ellas, según puede verse en el Cuadro ( 7.4,1 ).

#### 7.5 ) Análisis de tamaño

La determinación del tamaño y sistema económicamente más conveniente, se realizó teniendo como objetivo maximizar el valor presente de los beneficios-netos generables por el proyecto. Para ese efecto, se procedió a evaluar económicamente cada una de las alternativas, considerando el incremento al valor agregado de la producción como medida de efectividad en cada caso.

En el análisis se ha considerado que, de no llevarse a cabo las acciones propuestas, el nivel de desarrollo de las actividades agrícolas se incrementaría un 20% en relación con el actual.

El período de incrementación de la superficie cosechada a la disponibilidad de las obras se ha hecho variar, previsiblemente, entre 5 y 8 años, en proporción de los tamaños propuestos; y el propio de maduración de las actividades productivas cubriría 9 años, entendido éste como el

CUADRO ( 7.4.1 )

PROGRAMA DE INVERSIONES \*

ALTERNATIVA	TOTAL	AÑOS				
		1	2	3	4	5
I	663.6	99.5	132.7	199.2	132.7	99.5
II	1 903.4	285.5	380.7	571.0	380.7	285.5
III	2 487.0	373.1	497.4	746.0	497.4	373.1
IV	2 622.7	393.4	524.5	786.9	524.5	393.4
V	2 745.7	411.9	549.1	823.7	549.1	411.9

\* En millones de pesos, a precios de 1977.



lapso necesario para alcanzar el 90% del valor potencial.

En cuanto a los costos, se consideraron, en primer término, las inversiones anotadas en el inciso anterior, erogadas conforme al programa de inversiones ya mencionado. A su vez, para la determinación de los costos sistemáticos por concepto de conservación y operación de los sistemas, así como de extensionismo agrícola, fueron utilizados valores índice, de acuerdo con las características de cada alternativa.

En el caso del sistema de bombeo propuesto por la alternativa V, se asignó al equipo electromecánico una vida útil de 15 años, por lo cual se consideraron inversiones, por este concepto, cada 15 años. Adicionalmente se estimaron los costos anuales correspondientes a la reposición de partes y consumo de energía.

Los resultados de las evaluaciones económicas practicadas con base en la información anteriormente resumida —mismos que se muestran en el Cuadro ( 7.5.1 )— indican que la alternativa III es la que induce un mayor valor presente de beneficios netos. La Gráfica ( 7,5.1 ) representa el análisis de tamaño practicado.

Conviene aclarar que la diferencia entre las tres últimas alternativas no reviste gran importancia, y —habida cuenta del nivel de aproximación de este documento— resulta aconsejable efectuar una revisión del análisis de tamaño de dichas alternativas cuando se proceda a estudiar,

CUADRO ( 7.5.1 )

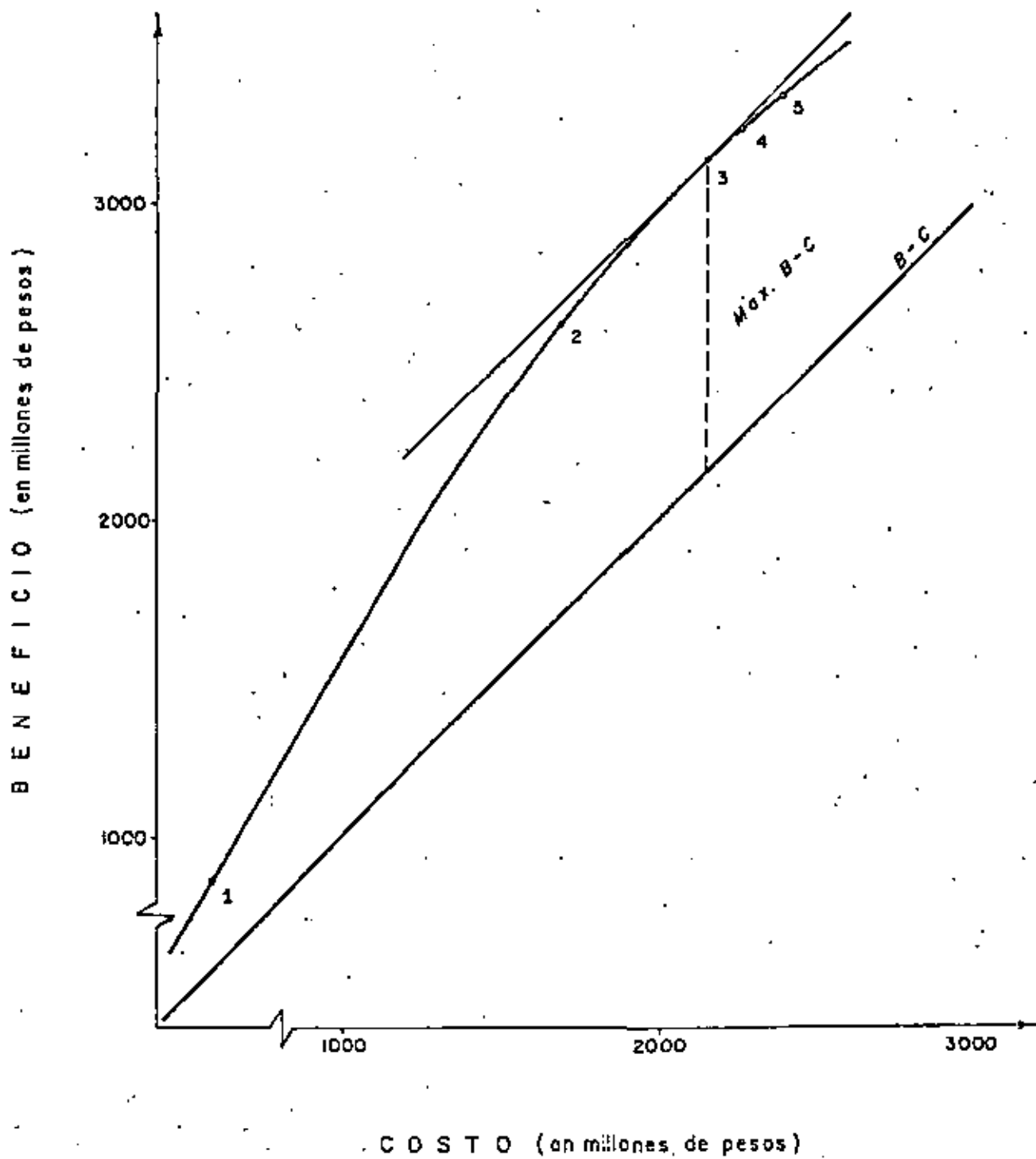
RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES ECONOMICAS

( con tasa de interés del 12% anual )

ALTERNATIVA	B/C	V.P.B.N.	T.I.R.
I	1.526	301.879	16.518
II	1.559	943.198	16.695
III	1.465	1 000.565	15.920
IV	1.433	981.053	15.677
V	1.409	976.351	15.501

NOTA: B/C, relación beneficio-costo; V.P.B.N., valor presente de beneficios netos, en millones de pesos, a precios de 1977; T.I.R., tasa interna de retorno, en %.

GRÁFICA (7.5.1)  
ANÁLISIS DE TAMAÑO  
- al 12 % anual -



a la luz de su factibilidad, la iniciativa bajo consideración.

En resumen, la alternativa para la cual se desarrollará el anteproyecto de gran visión —denominada aquí Alternativa III— pretende regar 40 538 Ha mediante la construcción de las presas de almacenamiento Jalpa y Tortugas, las derivadoras El Pozole y Siqueros, y los sistemas de conducción, distribución, drenaje y caminos requeridos para ello.

Conviene hacer notar que la zona regable correspondiente a la margen derecha del río Presidio podría iniciar su operación en el tercer año del período constructivo.

## CASO 2.- PROYECTO CUPATITZIO-TEPALCATEPEC, MICH.

### EVALUACIONES ECONÓMICAS PRELIMINARES DE LAS ALTERNATIVAS

#### PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RIO TEPALCATEPEC

##### I. Descripción de alternativas

Se formularon a nivel preliminar diversos esquemas alternativos de proyecto con el fin de aprovechar, con mayor intensidad que en la actualidad, los escurrimientos del río Tepalcatepec. Por otra parte, dadas las posibilidades que ofrece el acuífero de la zona, los esquemas propuestos por la citada dependencia fueron diferenciados, en algunos casos, en diversas variantes, dependientes éstas del número de pozos profundos que se previera explotar. Las alternativas así resultantes se describen someramente en el Cuadro ( 1.1 ), mientras que los presupuestos y programas de inversión respectivos se muestran en el Cuadro ( 1.2 ). En las Gráficas ( 1.1 ) a ( 1.4 ) se presentan croquis de las alternativas planteadas.

##### II. Previsiones en ausencia del proyecto

De acuerdo con los antecedentes disponibles por cuanto se refiere a la producción actual en cada una de las áreas en estudio, y a su evolución previsible en ausencia del proyecto, se elaboró el Cuadro (2.1), el cual caracteriza, en términos económicos, el desarrollo agropecuario que ahí se observaría. Cabe señalar, por lo que toca a los lapsos en que



se obtendrían los incrementos esperados en los rendimientos, y consiguientemente en la productividad de las actividades, que en todos los casos se supuso que en quince años se habría alcanzado el 95% de los mismos.

### III. Programas de actividades agropecuarias a la realización del proyecto

Con objeto de valorar los beneficios que arrojaría cada alternativa, fue necesario prever los programas de producción que podrían esperarse al término del respectivo período de maduración. Ello se realizó maximizando, mediante programación lineal, la utilidad global que en conjunto podrían obtener los campesinos, y tomando en cuenta las diversas restricciones de disponibilidad de suelos, de agua, de mercado de los productos, etc., que se afrontarían en cada caso. Las características básicas de los programas en cuestión se consignan en el Cuadro ( 3.1 ), en donde asimismo se muestran las cifras relativas al nivel de desarrollo agropecuario previsto al primer año después de terminadas las obras. Por su parte, los períodos de maduración contemplados para obtener el 95% de los incrementos esperados, tanto en las superficies cosechables como en los rendimientos unitarios, se consideraron de 9 años en todos los casos.

### IV. Evaluaciones económicas preliminares

El análisis beneficio-costos de las diversas alternativas para el aprovechamiento del río Tepalcatepec se realizó a precios de 1978 y

a la luz de la contribución de cada esquema al valor agregado.

En el caso de las alternativas en que ello resultó procedente, se incluyeron asimismo los efectos atribuibles a cada iniciativa por las áreas beneficiadas antes del término del período constructivo. Los montos de tales beneficios se listan en el Cuadro ( 4.1 ), en el que se señalan, igualmente, los resultados obtenidos sin contemplarlos y los que arroja cada alternativa al considerar distintos costos unitarios para la energía eléctrica que se consumiría, tanto "sin" como "con proyecto".

México, D.F., noviembre 23 de 1979.



## DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS ANALIZADAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RIO TEPALCATEPEC

Hoja 1 de 7

TEMA	ALTERNATIVA	VARIANTE	DESCRIPCION
			Incluye la construcción de la presa de almacenamiento Chilatán.
	A*	Unica	Considera una zona de riego, por gravedad, de 12 939 ha en la margen izquierda. No contempla la utilización de pozos profundos.
	B	Unica	Considera una zona de riego, por gravedad, de 22 258 ha en la margen izquierda. No contempla la utilización de pozos profundos.
	C	Unica	Considera una zona de riego, por gravedad, de 39 106 ha en la margen izquierda. No contempla la utilización de pozos profundos.
	D	Unica	Considera una zona de riego, por gravedad, de 56 834 ha en ambas márgenes. No contempla la utilización de pozos profundos.
	E	Unica	Considera una zona de riego, por gravedad y bombeo de canales, de 60 633 ha en ambas márgenes. No contempla la utilización de pozos profundos.
	F		Considera una zona de riego, por gravedad y bombeo de canales, de 65 713 ha en ambas márgenes.
		1	No contempla la utilización de pozos profundos.
		2	Contempla la utilización de 56 pozos profundos.

TEMA	ALTERNATIVA	VARIANTE	DESCRIPCION
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 168 adicionales
		4	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 363 adicionales
	K		Considera una zona de riego, por gravedad, bombes del río y de canales, de - 59 386 ha en ambas márgenes.
		1	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes.
		2	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 95 adicionales.
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 143 adicionales
	L		Considera una zona de riego, por gravedad, bombes del río y de canales, de - 60 633 ha en ambas márgenes.
		1	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes.
		2	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 87 adicionales.
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 143 adicionales
III			No incluye la construcción de la presa de almacenamiento Chilatán, sino el aprovechamiento del río por derivación, sin aumentar la capacidad del canal de la margen izquierda.
	H		Considera una zona de riego, por gravedad, de 39 106 ha en la margen izquierda.
		3	Contempla la utilización de 115 pozos profundos existentes.

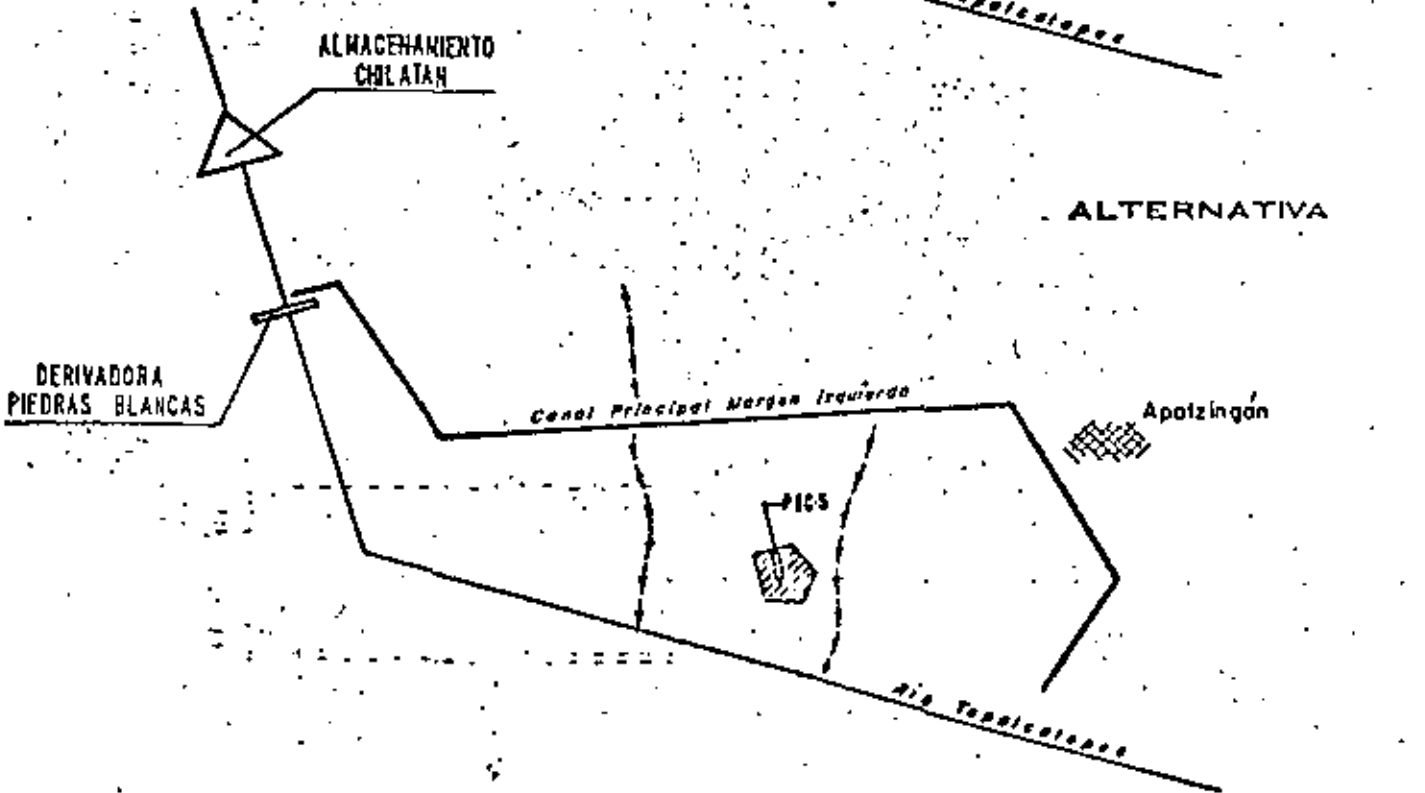
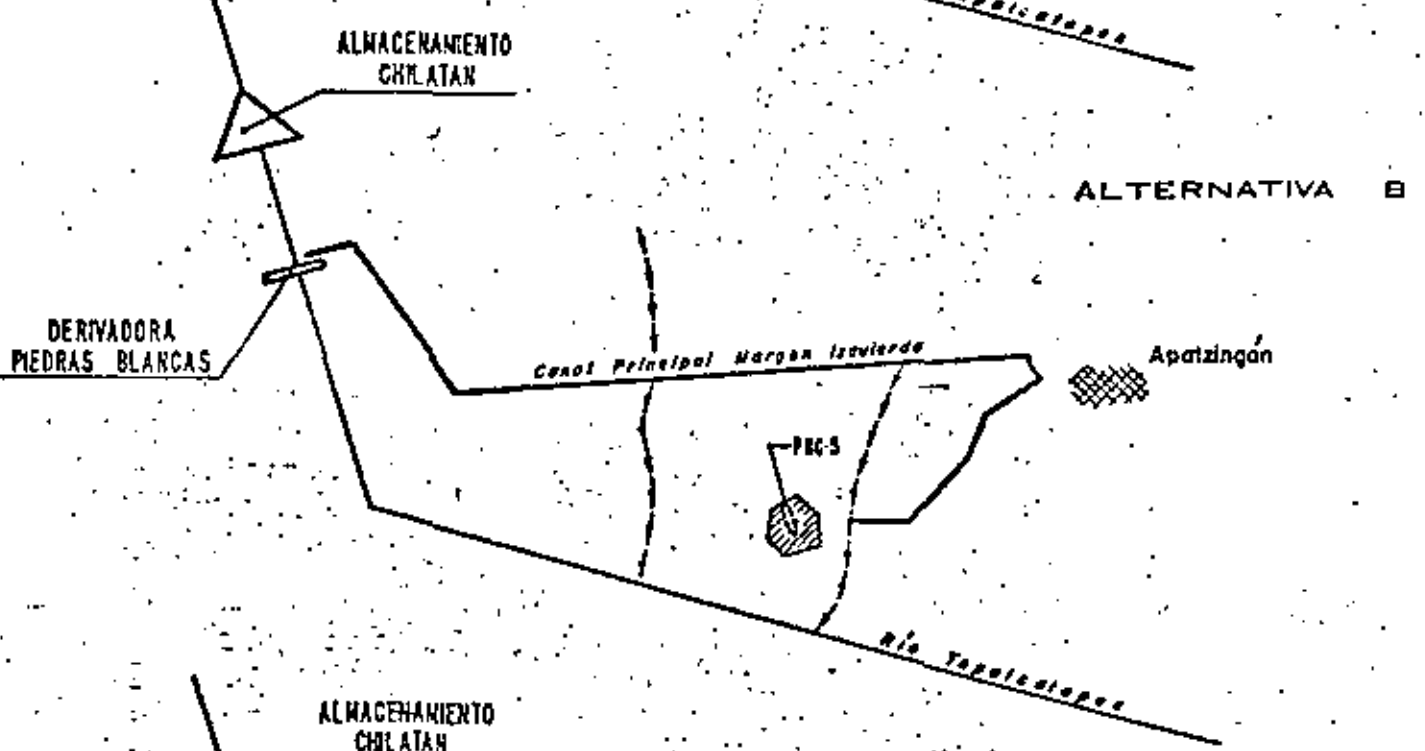
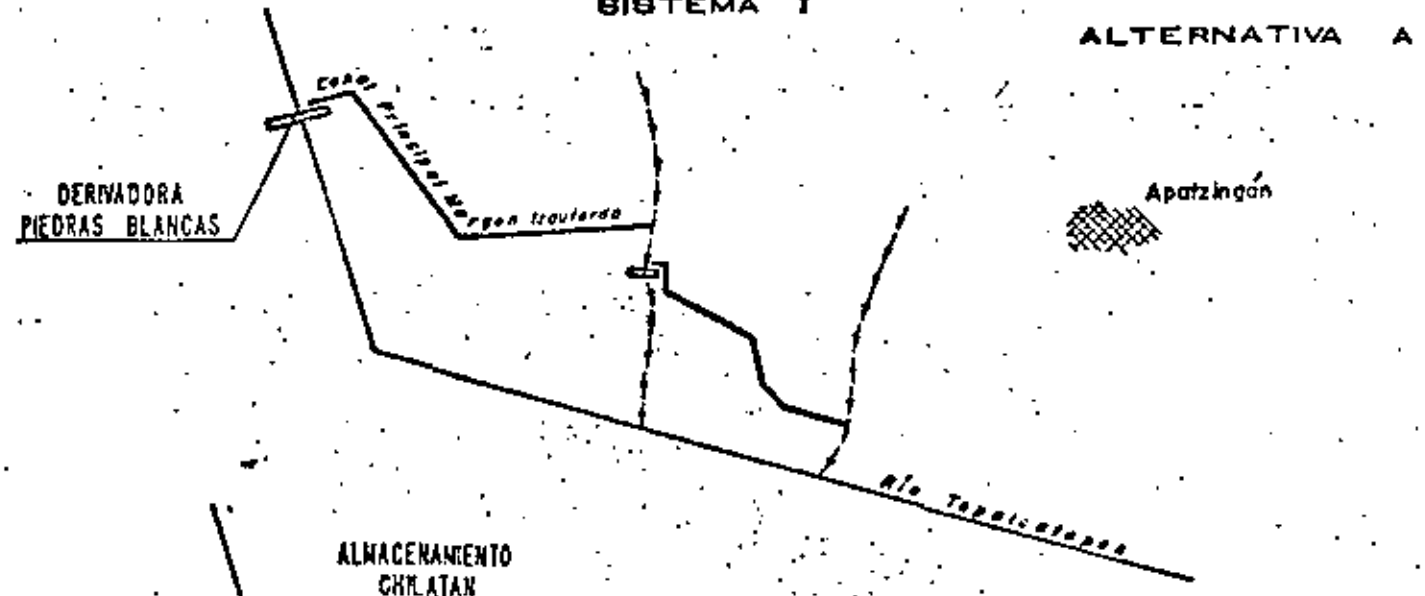
SISTEMA	ALTERNATIVA	VARIANTE	DESCRIPCIÓN
		4	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes.
		5	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 58 adicionales.
		6	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 116 adicionales.
		7	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 167 adicionales.
	I		Considera una zona de riego, por gravedad y bombeo del río, de 52 451 ha en ambas márgenes.
		1	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes.
		2	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 69 adicionales.
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 163 adicionales.
		4	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 245 adicionales.
	I'		Considera una zona de riego, por gravedad y bombeo del río, de 53 856 ha en ambas márgenes.
		1	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes.
		2	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 85 adicionales.
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 151 adicionales.

SISTEMA	ALTERNATIVA	VARIANTE	DESCRIPCION
		4	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 278 adicionales
	J		Considera una zona de riego, por gravedad, bombeos del río y de canales, de - 56 408 ha en ambas márgenes.
		1	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 15 adicionales.
		2	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 115 adicionales
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 168 adicionales
		4	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 363 adicionales
	K		Considera una zona de riego, por gravedad, bombeos del río y de canales, de - 59 386 ha en ambas márgenes.
		1	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes.
		2	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 95 adicionales.
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 143 adicionales
	L		Considera una zona de riego, por gravedad, bombeos del río y de canales, de - 60 633 ha en ambas márgenes.
		1	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes.

SISTEMA	ALTERNATIVA	VARIANTE	DESCRIPCIÓN.
		2	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 87 adicionales.
		3	Contempla la utilización de 171 pozos profundos existentes y de 143 adicionales

# PROYECTO CUPATITZIO TEPALCATEPEC

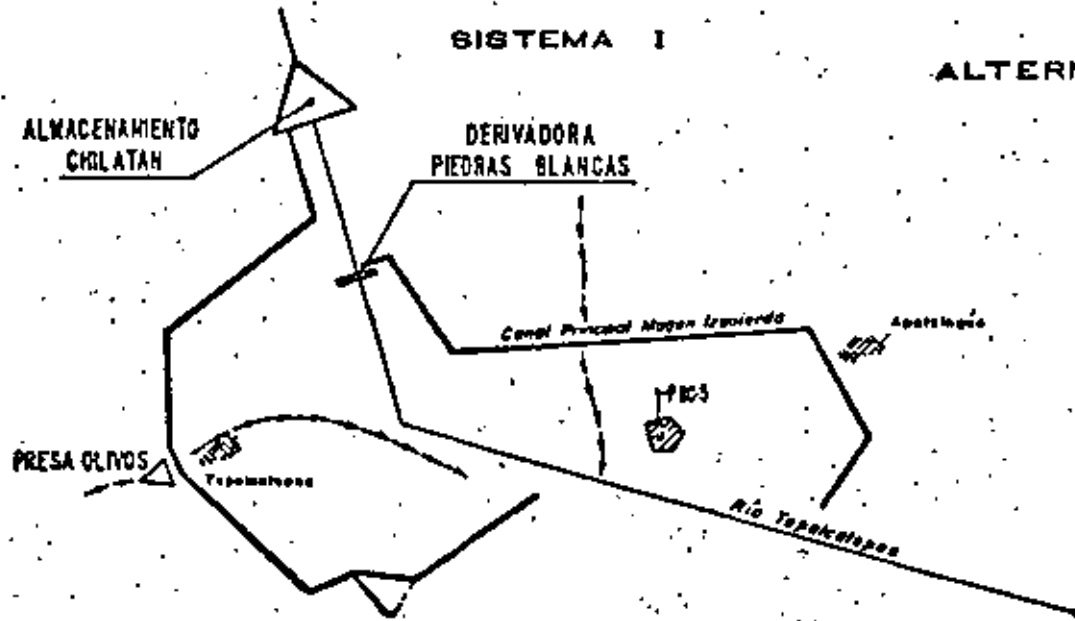
## SISTEMA I



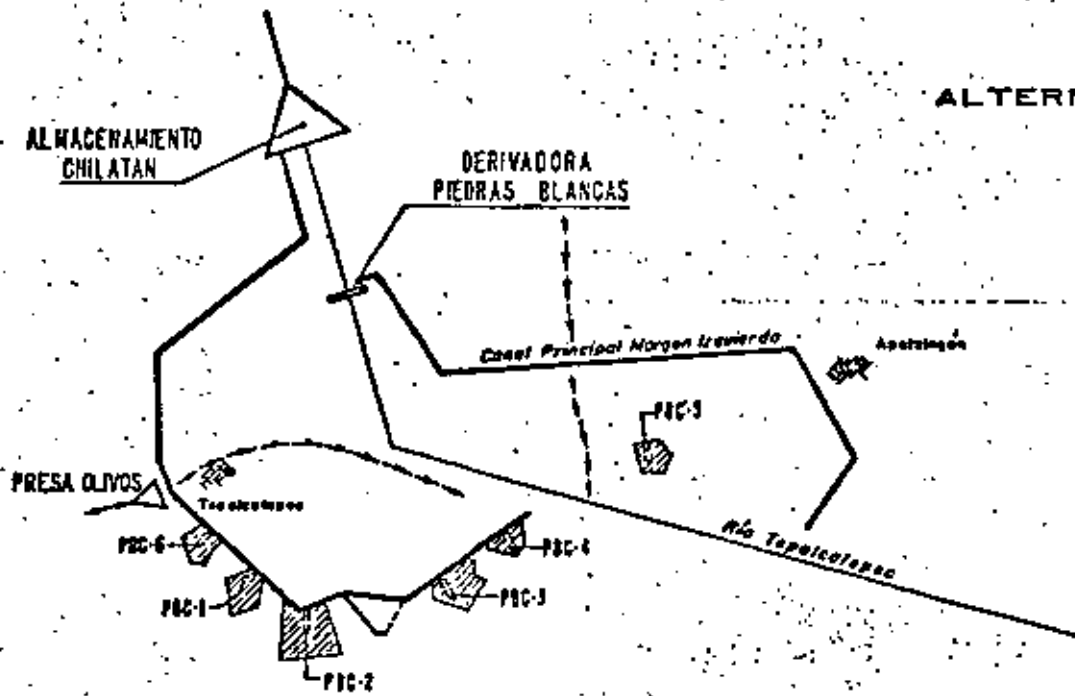
# PROYECTO CUPATITZIO TEPALCATEPEC

## SISTEMA I

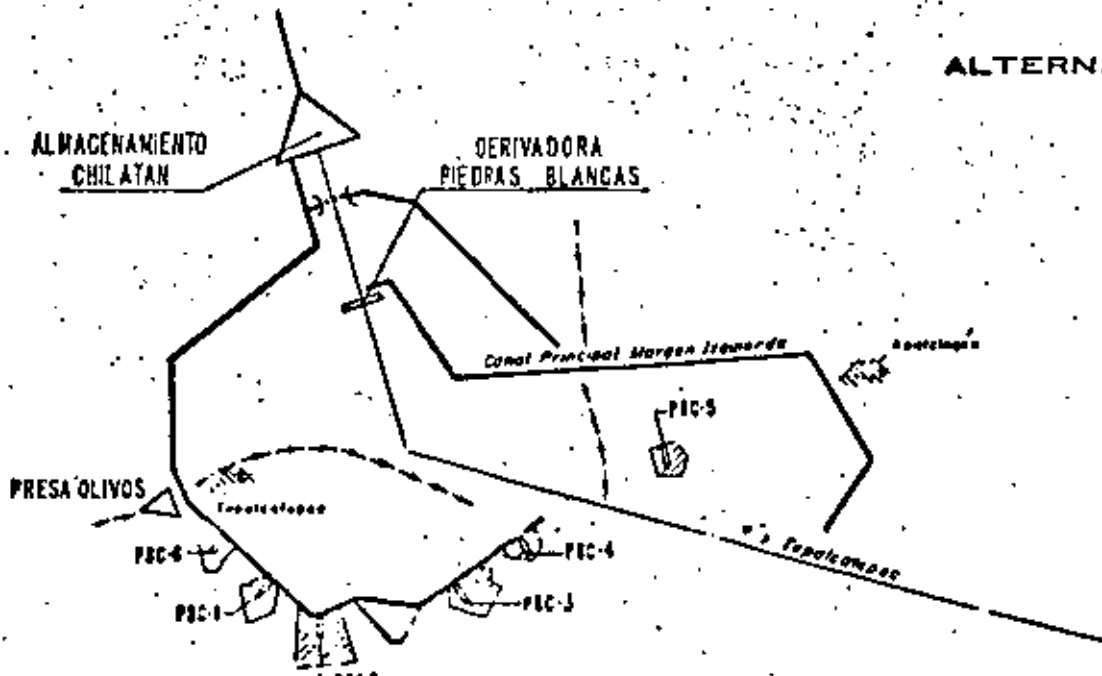
### ALTERNATIVA



### ALTERNATIVA E



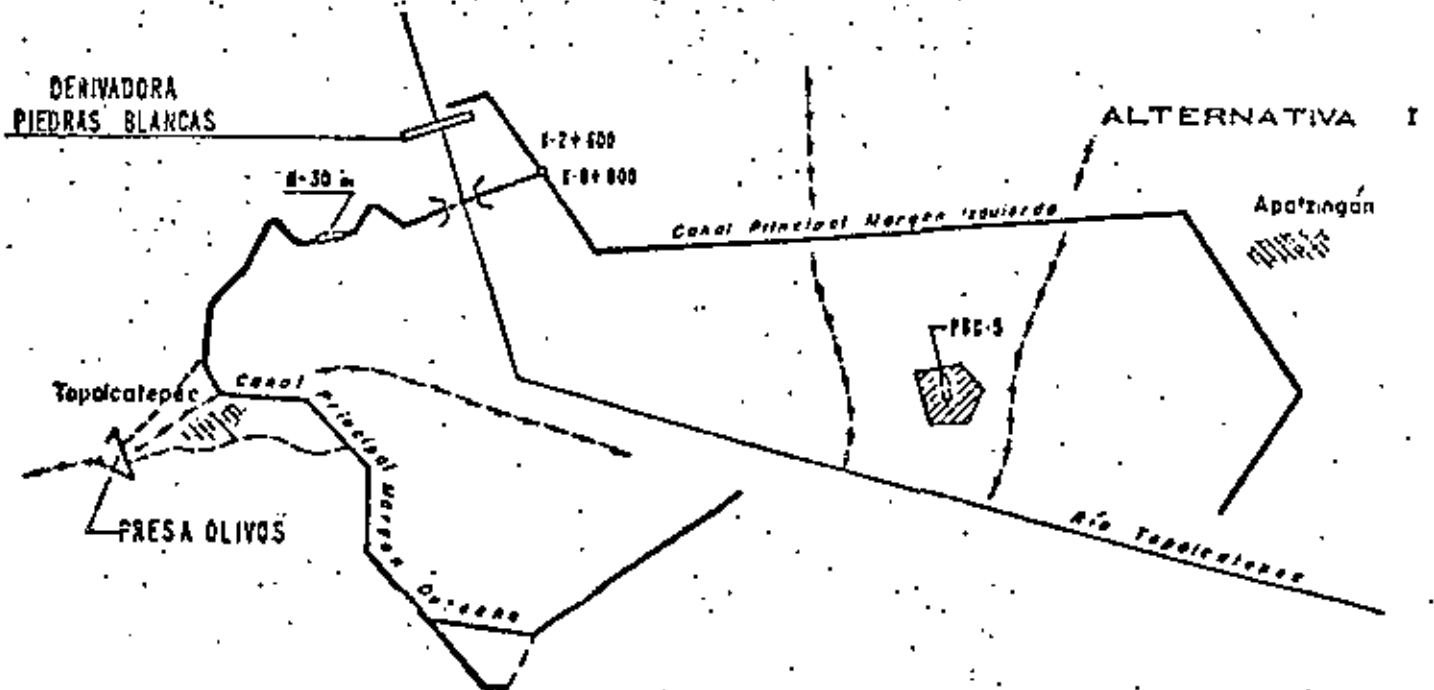
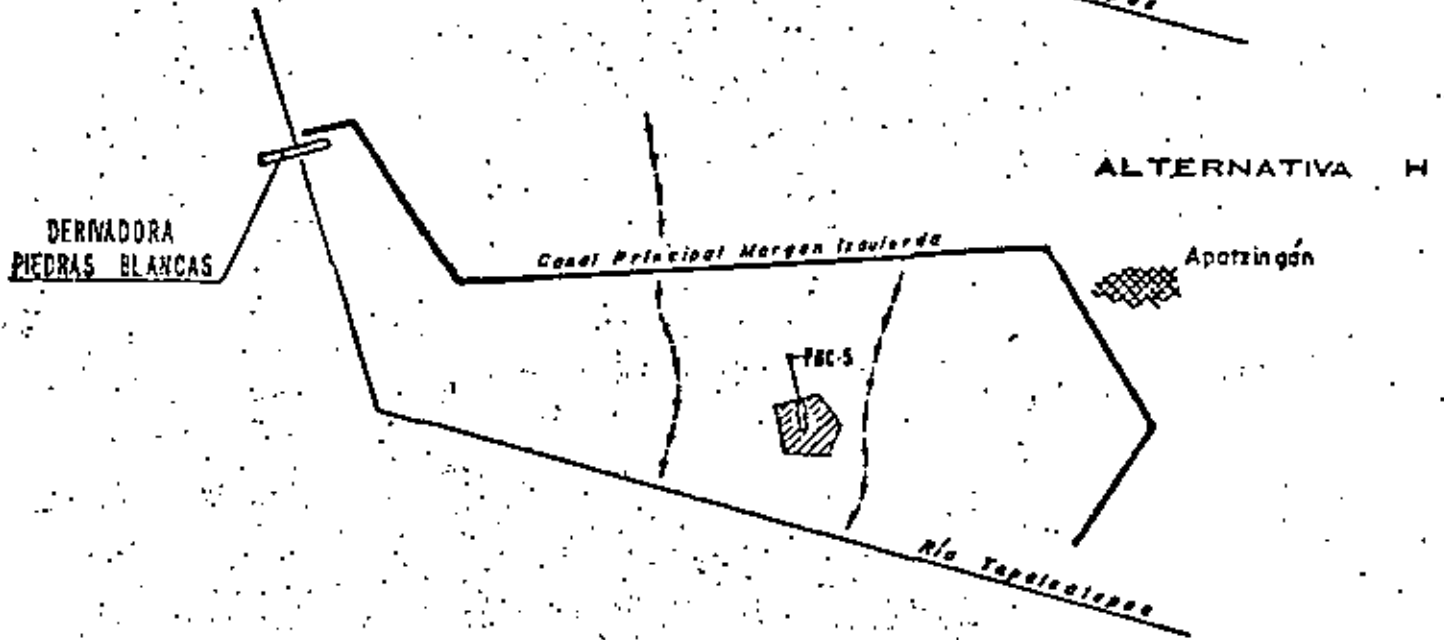
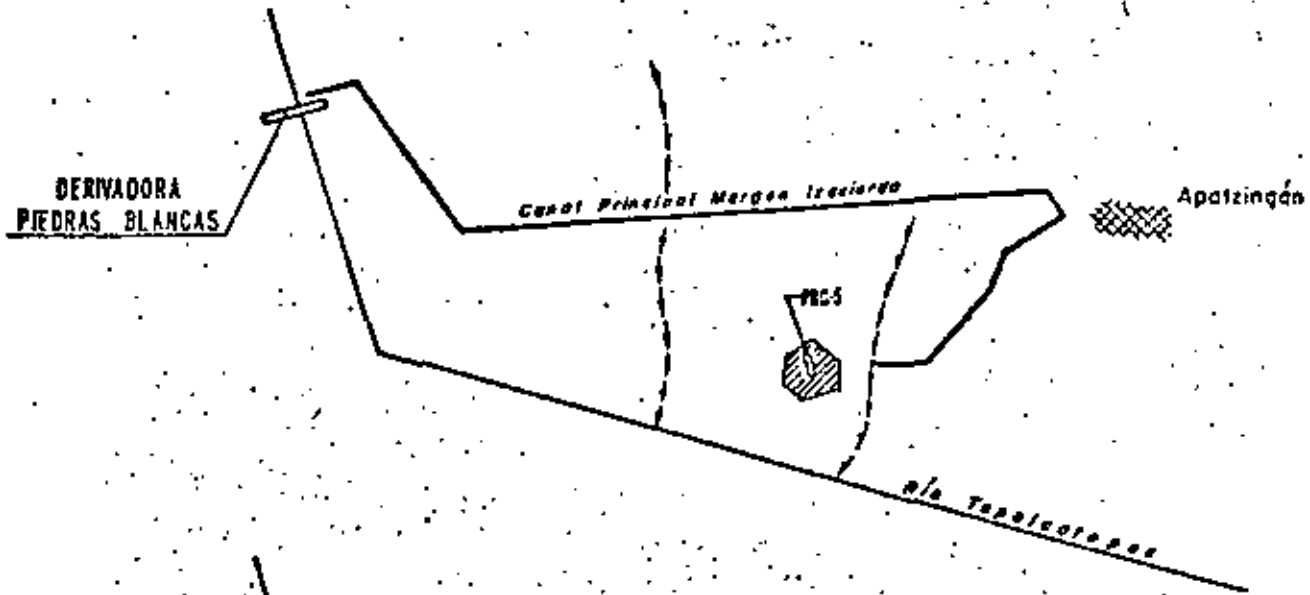
### ALTERNATIVA



# PROYECTO CUPATITZIO TEPALCATEPEC

SISTEMA II

ALTERNATIVA G

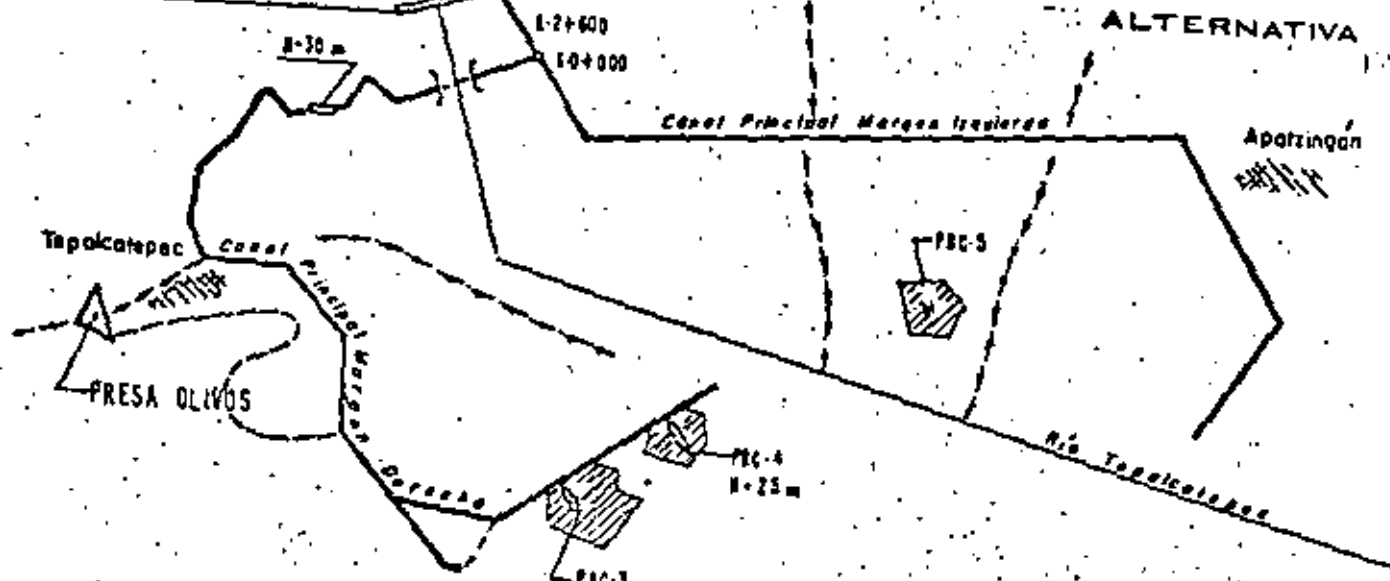




DERIVADORA  
PIEDRAS BLANCAS

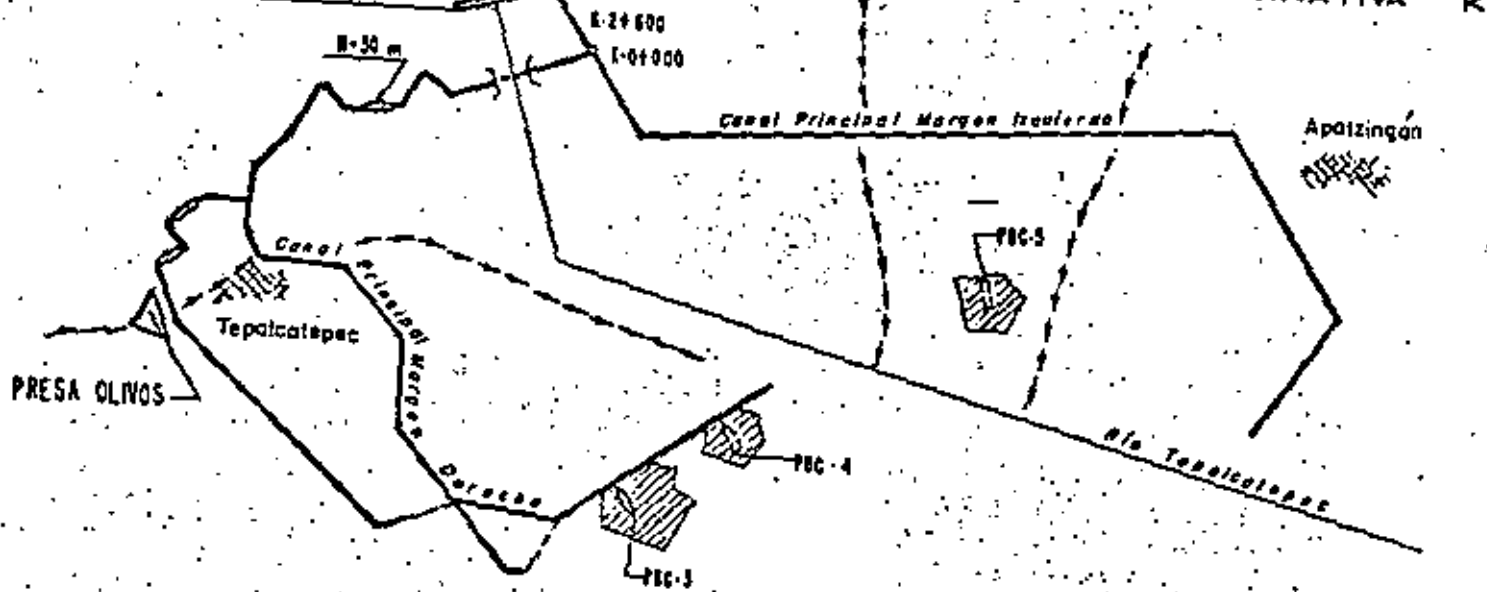
BISTEMA II

ALTERNATIVA



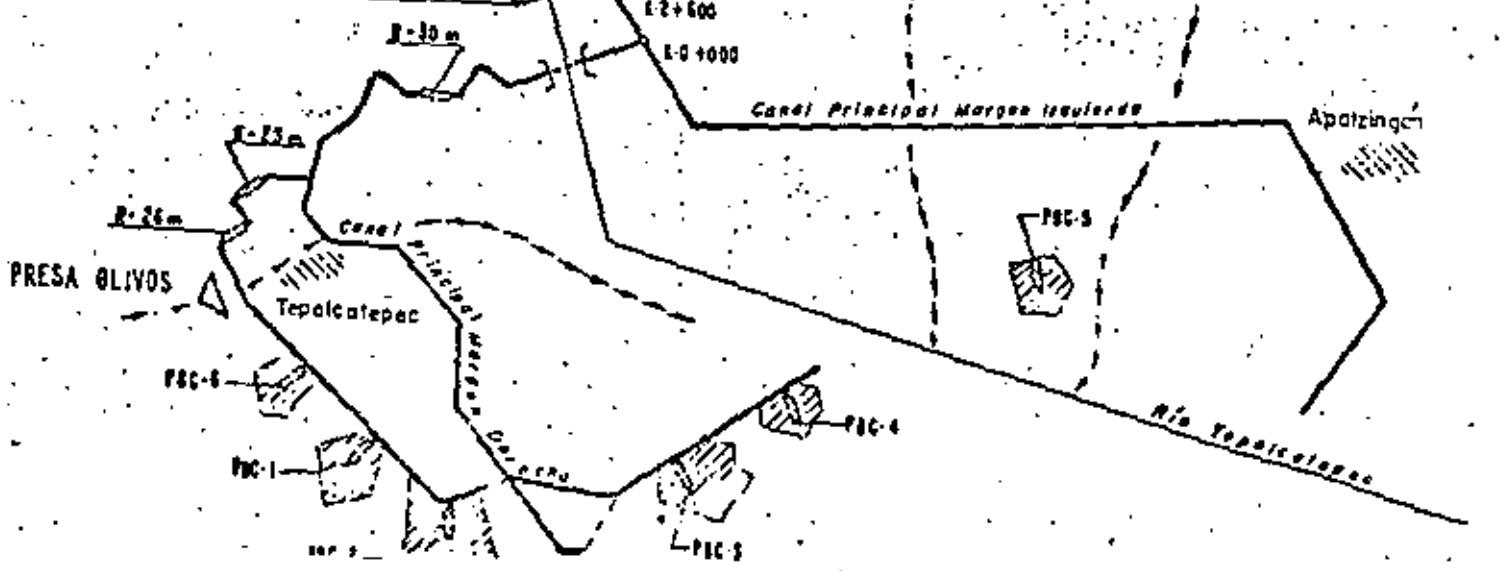
DERIVADORA  
PIEDRAS BLANCAS

ALTERNATIVA K



DERIVADORA  
PIEDRAS BLANCAS

ALTERNATIVA



CUADRO (1.2)

PROYECTO CUPATITZIO TEPALCATEPEC, MICH.

PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE INVERSION POR ALTERNATIVA

Hoja 1 de 4

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO*	INVERSIONES*					EN EL AÑO:	
		1	2	3	4	5		
I	A	273.5	82.0	109.4	82.1	—	—	
	B	1 726.7	258.0	344.0	516.0	344.0	264.7	
	C	2 820.2	422.0	562.7	844.1	562.7	428.7	
	D	3 775.8	565.4	753.8	1 130.7	753.8	572.1	
	E	3 980.4	591.0	787.9	1 181.9	787.9	631.7	
	F	4 264.5	591.0	787.9	1 181.9	929.9	773.8	
	1	4 274.0	592.5	789.5	1 184.8	931.9	775.3	
II	G	1	873.6	260.1	346.7	266.8	—	—
		2	883.3	263.0	350.6	269.7	—	—
		3	883.3	263.0	350.6	269.7	—	—
		4	883.3	263.0	350.6	269.7	—	—
II	H	1	1 947.6	582.3	776.3	589.0	—	—
		2	1 957.6	585.3	780.3	592.0	—	—
		3	1 967.6	588.3	784.3	595.0	—	—
		4	1 977.4	591.2	788.2	598.0	—	—
		5	1 977.4	591.2	788.2	598.0	—	—
		6	1 977.4	591.2	788.2	598.0	—	—
		7	1 977.4	591.2	788.2	598.0	—	—

\* En millones de pesos, a precios de 1978. Incluyen adquisición y reposición de equipos de plantas de bombeo y costo de conexión de pozos profundos. No incluyen perforación, equipo ni reposiciones de pozos profundos.

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO*	INVERSIONES*					
		1	2	3	4	5	
II I	1	2 830.8	422.7	820.4	1 068.8	518.9	—
	2	2 830.8	422.7	820.4	1 068.8	518.9	—
	3	2 830.8	422.7	820.4	1 068.8	518.9	—
	4	2 830.8	422.7	820.4	1 068.8	518.9	—
II I'	1	2 952.7	425.1	850.1	1 133.5	544.0	—
	2	2 952.7	425.1	850.1	1 133.5	544.0	—
	3	2 952.7	425.1	850.1	1 133.5	544.0	—
	4	2 952.7	425.1	850.1	1 133.5	544.0	—
II J	1	3 069.6	451.7	876.1	1 141.0	600.8	—
	2	3 069.6	451.7	876.1	1 141.0	600.8	—
	3	3 069.6	451.7	876.1	1 141.0	600.8	—
	4	3 069.6	451.7	876.1	1 141.0	600.8	—
II K	1	3 281.6	474.5	920.2	1 198.2	688.7	—
	2	3 281.6	474.5	920.2	1 198.2	688.7	—
	3	3 281.6	474.5	920.2	1 198.2	688.7	—
II L	1	3 421.5	487.1	945.2	1 231.0	758.2	—
	2	3 421.5	487.1	945.2	1 231.0	758.2	—
	3	3 421.5	487.1	945.2	1 231.0	758.2	—

\* En millones de pesos, a precios de 1978. Incluyen adquisición y reposición de equipos de plantas de bombeo y costos de conexión de pozos profundos. No incluyen perforación, equipo ni reposiciones de pozos profundos.

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO*	INVERSIONES*		EN EL AÑO:				
		1	2	3	4	5		
III H	1	1 627.6	486.3	648.4	492.9	—	—	
	2	1 637.6	489.3	652.4	495.9	—	—	
	3	1 647.6	492.3	656.4	498.9	—	—	
	4	1 657.4	495.2	660.3	501.9	—	—	
	5	1 657.4	495.2	660.3	501.9	—	—	
	6	1 657.4	495.2	660.3	501.9	—	—	
	7	1 657.4	495.2	660.3	501.9	—	—	
III I	1	2 510.8	326.7	692.5	972.7	518.9	—	
	2	2 510.8	326.7	692.5	972.7	518.9	—	
	3	2 510.8	326.7	692.5	972.7	518.9	—	
	4	2 510.8	326.7	692.5	972.7	518.9	—	
III I'	1	2 633.3	377.1	754.1	1 005.5	496.6	—	
	2	2 633.3	377.1	754.1	1 005.5	496.6	—	
	3	2 633.3	377.1	754.1	1 005.5	496.6	—	
	4	2 633.3	377.1	754.1	1 005.5	496.6	—	

\* En millones de pesos, a precios de 1978. Incluyen adquisición y reposición de equipos de plantas de bombeo costos de conexión de pozos profundos. No incluyen perforación, equipo ni reposiciones de pozos profundos.

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO*	INVERSIONES*		EN	EL	AÑO:	
		1	2	3	4	5	
III J	1	2 751.6	357.7	748.2	1 044.9	600.8	—
	2	2 751.6	357.7	748.2	1 044.9	600.8	—
	3	2 751.6	357.7	748.2	1 044.9	600.8	—
	4	2 751.6	357.7	748.2	1 044.9	600.8	—
III K	1	2 961.5	378.5	792.3	1 102.1	688.7	—
	2	2 961.5	378.5	792.3	1 102.1	688.7	—
	3	2 961.5	378.5	792.3	1 102.1	688.7	—
III L	1	3 101.5	391.1	817.3	1 134.9	758.2	—
	2	3 101.5	391.1	817.3	1 134.9	758.2	—
	3	3 101.5	391.1	817.3	1 134.9	758.2	—

\* En millones de pesos, a precios de 1978. Incluyen adquisición y reposición de equipos de plantas de bombeo y costos de conexión de pozos profundos. No incluyen perforación, equipo ni reposiciones de pozos profundos.

PROYECTO CUPATITZIO - TEPALCATEPEC, MICH.

CARACTERISTICAS DE LA SITUACION SIN PROYECTO POR ALTERNATIVA\*

Hoja 1 de 4

ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Productividad media (\$/ha cosechada)		Intensidad de Cultivos*	Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo medio de operación y conservación*** (\$/ha física)	
		Inicial	Potencial				
I	A	12 939	14 418	16 917	.81	5 329	733
	B	22 258	14 418	16 917	.81	5 329	1 013
	C	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
	D	56 834	14 314	16 669	.79	5 867	1 037
	E	60 633	14 000	16 304	.79	5 815	984
	F	65 713	14 316	16 633	.80	5 999	1 047
	2	65 713	14 316	16 633	.80	5 999	1 047
II	G	22 258	14 418	16 917	.81	5 329	1 013
	2	22 258	14 418	16 917	.81	5 329	1 013
	3	22 258	14 418	16 917	.81	5 329	1 013
	4	22 258	14 418	16 917	.81	5 329	1 013
II	H	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
	2	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
	3	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
	4	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
	5	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
	6	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
	7	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328

\* Los valores monetarios se consignan a precios de 1978.

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\*\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\*\*\* Incluye la posición de instalaciones y equipos de bombeo, pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 0.31/kwh.

ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Productividad media (\$/ha cosechada)		Intensidad de Cultivos*	Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo medio de operación y conserva- ción*** (\$/ha física)	
		Inicial	Potencial				
II I	1	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
	2	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
	3	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
	4	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
II I'	1	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
	2	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
	3	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
	4	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
II J	1	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
	2	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
	3	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
	4	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
II K	1	59 386	14 195	16 525	.79	5 873	1 005
	2	59 386	14 195	16 525	.79	5 873	1 005
	3	59 386	14 195	16 525	.79	5 873	1 005
II L	1	60 633	14 000	16 304	.79	5 815	984
	2	60 633	14 000	16 304	.79	5 815	984
	3	60 633	14 000	16 304	.79	5 815	984

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\*\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\*\*\* Incluye reposición de instalaciones y equipos de bombeo de pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 0.31/kwh.

ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Productividad media (\$/ha cosechada)		Intensidad de cultivos*	Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo medio de operación y conserva- ción*** (\$/ha física)		
		Inicial	Potencial					
III	H	3	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
		4	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
		5	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
		6	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
		7	39 106	14 418	16 917	.81	5 329	1 328
III	I	1	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
		2	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
		3	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
		4	52 451	14 178	16 537	.79	5 700	1 084
III	I'	1	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
		2	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
		3	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
		4	53 856	13 931	16 266	.79	5 631	1 056
III	J	1	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
		2	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
		3	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
		4	56 408	13 826	16 136	.79	5 648	1 021
III	K	1	59 386	14 195	16 525	.79	5 873	1 005
		2	59 386	14 195	16 525	.79	5 873	1 005
		3	59 386	14 195	16 525	.79	5 873	1 005

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\*\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\*\*\* Incluye reposición de instalaciones y equipos de bombeo de pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 0.31/kwh.



ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Productividad media (\$/ha cosechada)		Intensidad de cultivos*	Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo medio de operación y conserva- ción*** (\$/ha física)
		Inicial	Potencial			
II L	1	60 633	14 000	.79	5 815	984
	2	60 633	14 000	.79	5 815	984
	3	60 633	14 000	.79	5 815	984

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\* Incluye reposición de instalaciones y equipos de bombeo de pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 0.31/kwh

CARACTERISTICAS DE LA SITUACION CON PROYECTO POR ALTERNATIVA\*

Hoja 1 de 4

ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Intensidad de cultivos*		Productividad media (\$/ha cosechada)		Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo me de operac y conser ción*** (\$/ha físic)	
		Inicial	Potencial	Inicial	Potencial			
I	A	12 939	1.03	1.66	17 041	20 780	6 393	1 212
	B	22 258	1.10	1.66	17 804	20 780	6 393	1 212
	C	39 106	1.10	1.66	17 804	20 780	6 393	1 212
	D	56 834	1.09	1.66	17 717	20 787	6 386	1 222
	E	60 633	1.08	1.66	17 446	20 787	6 386	1 244
	F	65 713	1.08	1.58	17 840	21 254	6 446	1 120
		65 713	1.10	1.66	17 700	20 715	6 372	1 569
II	G	22 258	1.01	1.47	17 329	22 252	6 582	1 086
		22 258	1.02	1.58	17 201	21 579	6 460	1 476
		22 258	1.03	1.62	17 118	21 161	6 426	1 777
		22 258	1.03	1.66	17 035	20 753	6 391	2 131
II	H	39 106	0.96	1.23	17 586	23 699	6 925	860
		39 106	0.99	1.37	17 411	22 704	6 794	1 250
		39 106	1.00	1.46	17 350	22 366	6 607	1 577
		39 106	1.01	1.53	17 271	21 943	6 519	1 841
		39 106	1.02	1.58	17 205	21 601	6 461	2 175
		39 106	1.03	1.62	17 108	21 111	6 421	2 486
		39 106	1.03	1.66	17 041	20 780	6 393	2 737

\* Los valores monetarios se consignan a precios de 1978.

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\*\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\*\* Incluye adquisición y reposición de instalaciones y equipos de bombeo de pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 31/kwh.

ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Intensidad de cultivos*		Productividad media (\$/ha cosechada)		Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo medi de operació y conserva ción*** (\$/ha física)	
		Inicial	Potencial	Inicial	Potencial			
II I	1	52 451	1.02	1.43	17 601	22 443	6 692	1 748
	2	52 451	1.03	1.53	17 486	21 897	6 502	2 255
	3	52 451	1.04	1.60	17 373	21 376	6 430	2 574
	4	52 451	1.05	1.66	17 217	20 694	6 390	2 864
II I'	1	53 856	1.01	1.42	17 364	22 392	6 674	1 708
	2	53 856	1.03	1.52	17 234	21 953	6 511	2 275
	3	53 856	1.04	1.59	17 173	21 475	6 439	2 570
	4	53 856	1.05	1.66	17 007	20 723	6 389	2 967
II J	1	56 408	1.01	1.41	17 257	22 341	6 666	1 894
	2	56 408	1.03	1.51	17 189	22 009	6 524	2 499
	3	56 408	1.04	1.58	17 099	21 574	6 447	2 760
	4	56 408	1.05	1.66	16 920	20 751	6 387	3 483
II K	1	59 386	1.00	1.38	17 644	22 575	6 712	1 776
	2	59 386	1.02	1.49	17 567	22 203	6 554	2 356
	3	59 386	1.04	1.57	17 459	21 699	6 465	2 628
II L	1	60 633	1.00	1.37	17 485	22 676	6 727	1 802
	2	60 633	1.02	1.48	17 408	22 295	6 566	2 359
	3	60 633	1.03	1.56	17 299	21 773	6 472	2 673

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\*\* Incluye adquisición y reposición de instalaciones y equipos de bombeo de pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 0.31/kwh.

ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Intensidad de cultivos*		Productividad media (\$/ha cosechada)		Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo m de opera. y conse. ción*** (\$/ha ffs)	
		Inicial	Potencial	Inicial	Potencial			
III H	3	39 106	1.00	1.46	17 350	22 366	6 607	1 657
	4	39 106	1.01	1.53	17 271	21 943	6 519	1 932
	5	39 106	1.02	1.58	17 205	21 601	6 461	2 256
	6	39 106	1.03	1.62	17 108	21 111	6 421	2 557
	7	39 106	1.03	1.66	17 041	20 780	6 393	2 808
III I	1	52 451	1.02	1.43	17 601	22 443	6 692	1 812
	2	52 451	1.03	1.53	17 486	21 897	6 502	2 327
	3	52 451	1.04	1.60	17 373	21 376	6 430	2 634
	4	52 451	1.05	1.66	17 217	20 694	6 390	2 924
III I'	1	53 856	1.01	1.42	17 364	22 392	6 674	1 779
	2	53 856	1.03	1.52	17 234	21 953	6 511	2 347
	3	53 856	1.04	1.59	17 173	21 475	6 439	2 631
	4	53 856	1.05	1.66	17 007	20 723	6 389	3 027
III J	1	56 408	1.01	1.41	17 257	22 341	6 666	1 970
	2	56 408	1.03	1.51	17 189	22 009	6 524	2 570
	3	56 408	1.04	1.58	17 099	21 574	6 447	2 821
	4	56 408	1.05	1.66	16 920	20 751	6 387	3 541

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\*\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\*\*\* Incluye adquisición y reposición de instalaciones y equipos de bombeo de pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 0.31/kwh.

ALTERNATIVA	Sup. física (ha)	Intensidad de cultivos*		Productividad media (\$/ha cosechada)		Costo medio de producción** (\$/ha cosechada)	Costo medio de operación y conservación*** (\$/ha física)	
		Inicial	Potencial	Inicial	Potencial			
I K	1	59 386	1.00	1.38	17 644	22 575	6 712	1 834
	2	59 386	1.02	1.49	17 567	22 203	6 554	2 405
	3	59 386	1.04	1.57	17 459	21 699	6 465	2 681
I L	1*	60 633	1.00	1.37	17 485	22 676	6 727	1 868
	2	60 633	1.02	1.48	17 408	22 295	6 566	2 414
	3	60 633	1.03	1.56	17 299	21 773	6 472	2 729

\* Calculada como el cociente de la superficie cosechada anualmente entre la superficie física.

\*\* No incluye impuestos ni mano de obra.

\*\*\* Incluye adquisición y reposición de instalaciones y equipos de bombeo de pozos profundos, y costos de energía calculados a razón de \$ 0.31/kwh.

PROYECTO GUAYATILLO-TETLAHUALCÁN, MICH.

RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES ECONÓMICAS PRELIMINARES DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RÍO JUALTEPEC

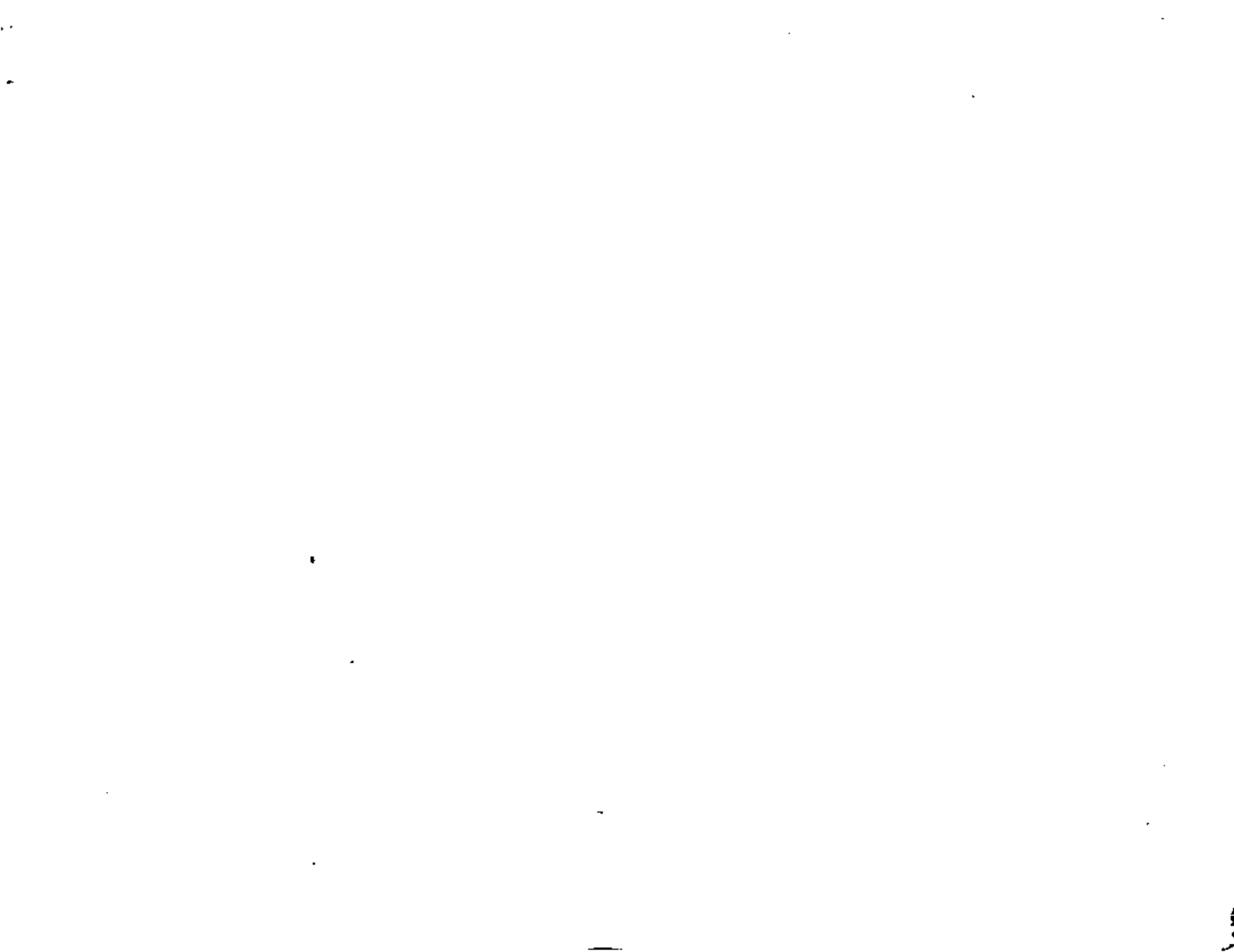
(En millones de pesos, a precios de 1970)

ALTERNATIVA	V.F.B.N. <sup>no</sup> Sin considerar beneficios durante la construcción	V.F.B.N. <sup>no</sup> Durante la construcción	Incrementos en el V.F.B.N. al considerar costos de energía de:				V.F.B.N. considerando la totalidad de los beneficios y costos de energía de:				
			\$ 0.10/kwh	\$ 0.50/kwh	\$ 1.20/kwh	\$ 1.50/kwh	\$ 0.31/kwh	\$ 0.60/kwh	\$ 0.90/kwh	\$ 1.20/kwh	\$ 1.50/kwh
A	612.2	—	—	—	—	—	612.2	612.2	612.2	612.2	612.2
B	-137.0	267.8	25.9	52.7	79.5	108.3	130.8	156.7	183.5	210.3	237
C	-8.5	470.5	79.0	160.7	242.4	324.2	464.0	543.0	624.7	706.4	788
D	361.7	470.5	79.0	160.7	242.4	324.2	464.0	543.0	624.7	706.4	788
E	456.6	470.5	72.5	147.6	222.6	297.6	427.1	499.6	572.9	647.6	721.5
F	470.8	470.5	88.9	180.9	272.8	364.8	497.1	599.6	692.9	784.7	876.4
F	417.5	470.5	37.4	76.1	114.8	153.5	208.0	275.4	342.1	408.8	476.1
G	659.1	—	32.5	66.1	99.7	133.4	659.1	691.6	725.2	758.8	792.4
G	684.3	—	21.0	42.7	64.4	86.2	684.3	705.1	727.0	748.7	770.5
G	663.5	—	14.8	30.1	45.4	60.7	663.5	678.3	693.6	708.9	724.2
G	588.3	—	5.8	11.8	17.8	23.8	588.3	594.1	600.1	606.1	612.1
H	472.2	—	99.1	201.6	304.1	406.6	472.2	571.3	672.8	776.3	879.8
H	572.2	—	67.1	126.6	191.0	255.4	572.2	634.4	698.8	763.2	827.6
H	719.9	—	35.3	71.7	108.2	144.7	719.9	755.2	791.6	828.1	864.5
H	753.4	—	18.0	35.7	53.3	74.0	753.4	771.4	790.1	809.7	827.7
H	729.8	—	10.9	22.2	33.4	44.7	729.8	740.7	752.0	763.2	774.4
H	632.3	—	5.4	11.1	16.7	22.3	632.3	637.7	643.4	649.0	654.6
H	585.1	—	4.0	8.3	12.4	16.6	585.2	590.2	594.5	598.6	602.7
I	601.7	229.5	-22.8	-46.4	-70.0	-93.6	831.2	808.4	784.8	761.2	737.6
I	682.3	244.4	-70.9	-144.2	-217.6	-290.9	926.7	855.8	782.5	709.1	635.7
I	667.4	217.8	-60.5	-123.1	-185.7	-248.3	885.2	824.7	762.1	699.5	636.9
I	546.9	227.4	-90.7	-123.5	-186.3	-249.1	774.3	713.6	650.8	588.0	525.2
J	366.7	226.4	-27.7	-56.9	-85.0	-113.7	783.1	765.4	736.8	708.1	679.4
J	654.8	250.5	-85.6	-174.1	-262.7	-351.2	905.0	819.4	730.9	642.3	553.7
J	662.9	218.6	-97.7	-198.7	-299.7	-400.8	891.5	783.8	682.8	581.8	480.8
J	518.9	219.6	-90.7	-184.4	-278.5	-372.0	738.5	647.8	554.1	460.0	366.0
J	518.0	223.3	-34.1	-65.4	-104.7	-139.9	741.3	707.2	671.9	636.6	601.3
J	625.8	256.8	-94.6	-192.8	-290.3	-388.2	881.6	787.0	689.1	591.1	493.1
J	684.0	219.1	-107.8	-218.7	-329.9	-441.1	883.3	775.8	664.6	553.4	442.2
J	453.6	211.8	-100.1	-203.7	-307.2	-410.8	665.2	545.1	451.5	358.0	254.4
K	500.1	221.3	-65.9	-134.3	-202.2	-270.4	721.4	655.5	587.3	519.2	451.1
K	658.3	212.1	-124.8	-253.9	-383.0	-512.1	910.5	733.7	666.6	537.5	408.4
K	718.6	219.1	-145.8	-304.6	-439.1	-573.9	935.9	786.3	631.1	476.8	322.0
L	449.6	203.3	-80.2	-163.2	-246.1	-329.1	659.1	578.9	495.9	413.0	330.0
L	619.6	265.2	-143.8	-292.6	-441.3	-590.3	884.8	741.0	592.2	443.5	294.7
L	682.1	222.4	-173.7	-353.4	-533.1	-712.6	884.9	710.8	531.1	351.4	171.0

El autor presenta los beneficios netos, calculado con una tasa de actualización del 12% anual, considerando un costo de energía de 1 0.31/kwh

ALTERNATIVA	V.P.B.N. <sup>3*</sup> Sin considerar beneficios du- rante la cons- trucción	V.P.B.N. <sup>4*</sup> Durante la construcción	Incrementos en el V.P.B.N. <sup>3</sup> al considerar costos de energía de:				V.P.B.N. <sup>4</sup> considerando la totalidad de los beneficios y costos de energía de:						
			\$ 0.60/kwh	\$ 0.90/kwh	\$ 1.20/kwh	\$ 1.50/kwh	\$ 0.31/kwh	\$ 0.60/kwh	\$ 0.90/kwh	\$ 1.20/kwh	\$ 1.50/kwh		
H													
3	1 006.7	—	16.6	33.7	50.9	68.0	1 006.7	1 023.3	1 040.4	1 057.6	1 074.7		
4	1 040.2	—	3.4	6.9	10.3	14.0	1 040.2	1 036.8	1 033.3	1 029.7	1 026.2		
5	1 016.6	—	8.2	16.7	25.2	33.9	1 016.6	1 008.4	999.9	991.4	982.9		
6	919.1	—	11.1	22.8	34.4	46.8	919.7	908.5	896.9	885.3	873.7		
7	873.0	—	12.0	25.8	39.1	52.2	873.0	860.2	847.2	833.8	820.4		
I													
1	688.5	229.5	40.7	82.7	124.0	166.8	1 118.0	1 077.3	1 035.2	993.2	951.1		
2	959.1	244.4	31.3	65.4	99.0	134.1	1 213.5	1 128.3	1 078.1	1 027.7	976.4		
3	954.2	217.8	22.5	45.6	69.7	94.9	1 372.0	1 094.5	1 014.4	934.3	854.1		
4	831.7	227.4	22.6	45.9	69.8	95.0	1 061.3	983.6	903.2	822.8	742.7		
I'													
1	836.6	226.4	48.1	97.8	147.6	197.3	1 063.0	1 014.8	965.2	915.6	865.7		
2	924.4	250.5	106.5	216.6	326.8	436.9	1 174.9	1 068.8	958.3	849.1	738.8		
3	931.8	218.6	115.4	234.7	354.9	473.3	1 351.4	1 038.8	916.7	797.4	678.1		
4	788.8	219.6	107.9	219.4	331.3	442.7	1 008.4	900.5	789.0	677.1	565.7		
J													
1	804.8	223.3	57.0	116.0	175.0	233.9	1 028.1	971.1	912.1	853.1	794.2		
2	911.8	256.6	118.1	236.3	356.3	476.5	1 168.4	1 052.3	932.1	812.1	691.9		
3	950.8	219.3	123.9	256.1	386.4	516.6	1 170.1	1 044.2	914.0	783.7	653.5		
4	740.2	211.8	117.6	239.4	361.0	482.8	952.0	834.4 <sup>b</sup>	712.6	591.8	469.2		
K													
1	785.8	221.3	84.4	171.6	258.8	346.1	1 008.2	922.8	836.6	749.4	662.1		
2	945.1	262.2	140.3	285.4	430.6	573.7	1 207.3	1 067.0	921.8	776.7	631.6		
3	1 003.8	219.3	166.6	338.9	511.1	687.8	1 222.7	1 066.3	883.8	711.6	539.2		
L													
1	736.6	209.3	101.6	206.8	311.8	416.8	945.9	844.9	739.1	624.1	509.8		
2	904.4	265.2	161.8	329.3	496.6	654.0	1 171.6	1 009.8	842.3	675.0	507.6		
3	946.9	222.4	191.8	390.6	589.1	787.6	1 171.3	979.4	780.8	582.2	381.7		

Valor presente de los beneficios netos, calculado con una tasa de actualización del 12% anual.  
Considerando un costo de energía de \$ 0.31/kwh.





DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

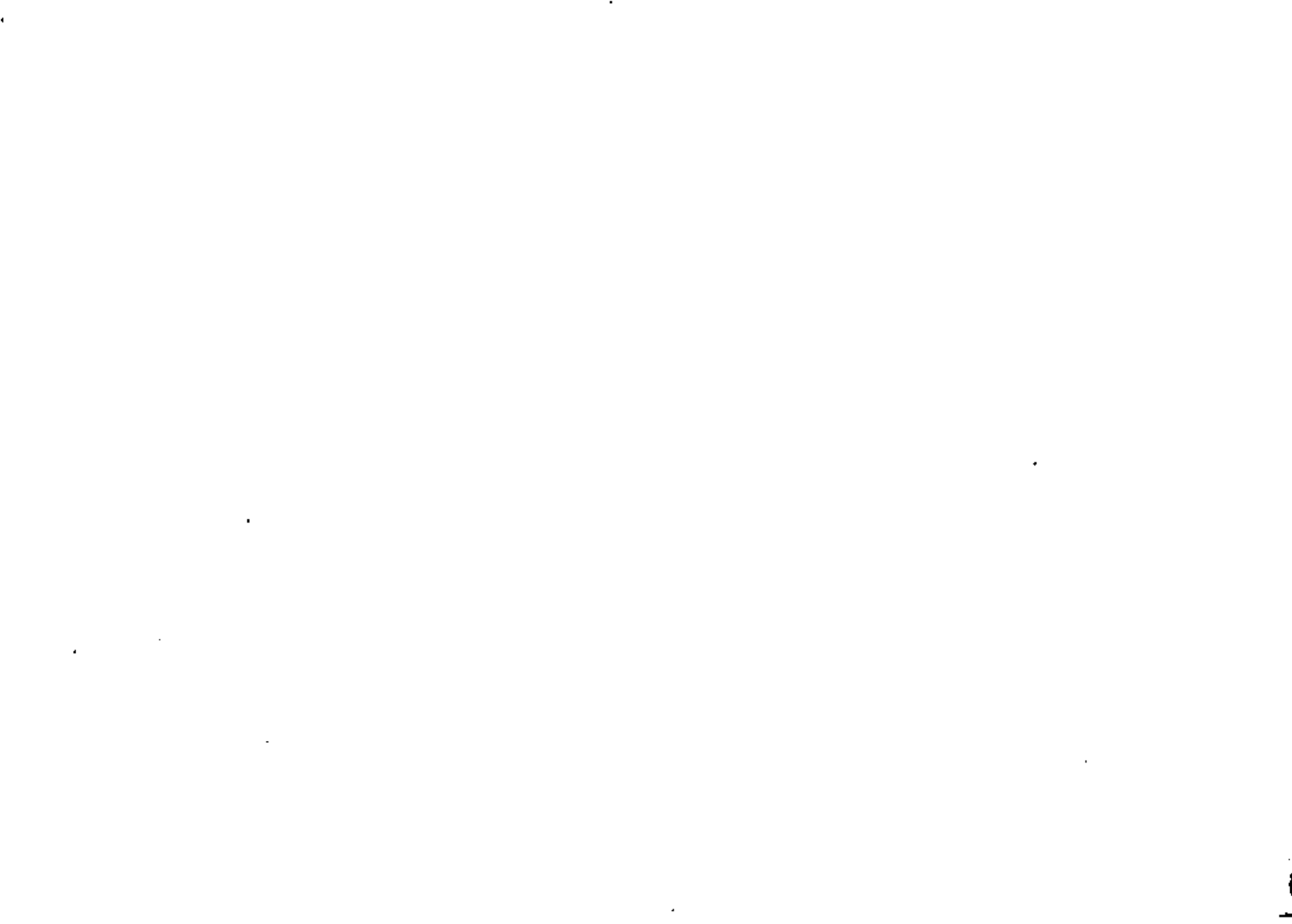
DIRECCION DE EVALUACION  
DEPARTAMENTO DE EVALUACION DE PLANES Y PROGRAMAS

DERIVACION 22250 HA. CON REVESTIMIENTO  
CON POZOS.

CULTIVO	AREA HA	RENDIMIENTO TON/HA	PRODUCCION TON	PRECIO \$/T	V.F. MILES \$	COSTO UNO \$/HA	COSTO TOT MILES \$	UTILIDAD MILES \$	COSTO VA \$/HA	% DE O.
ADONJOLIF	746.00	1.50	1119.00	12000.00	13424.00	6503.00	4851.24	11497.00	3103.00	0.00
ALGODON SP	3477.00	3.50	12239.50	10600.00	129738.70	27559.00	96373.82	9541.00	17734.00	0.00
A-FEZ	1393.00	6.00	8358.00	3500.00	38888.00	9945.00	13854.78	11654.00	6424.00	0.00
CACAHUATES	55.00	3.50	192.50	12000.00	2310.00	13843.00	761.37	20147.00	4347.00	0.00
CANA AZ	43.00	56.00	2408.00	270.00	650.16	9548.00	410.22	5580.00	4167.00	0.00
CAÑULLA SP	106.00	12.00	1272.00	2200.00	4197.60	10231.00	1074.49	29349.00	4074.00	0.00
CHILE SP	90.00	13.00	1170.00	4150.00	4855.50	18306.00	1647.54	35644.00	6824.00	0.00
FRUJOL SP	60.00	1.60	96.00	12000.00	1536.00	7883.00	629.04	11337.00	4715.00	0.00
GRANILERA	1899.00	14.00	26586.00	2100.00	55830.60	9406.00	17880.10	19995.00	3479.00	0.00
MAIZ SP	8903.00	6.00	53418.00	3000.00	133545.00	2190.00	72915.57	6810.00	5519.00	0.00
MANGO ESSP	340.00	16.00	5440.00	3200.00	20736.00	10297.00	3706.92	47303.00	1677.00	0.00
MANGO SP	134.00	10.50	1407.00	3200.00	4416.64	9729.00	1303.69	23231.00	4867.00	0.00
MELON SP	544.00	17.00	9248.00	2000.00	18496.00	27149.00	14798.42	6811.00	14334.00	0.00
MORCAY	57.00	31.00	1812.00	2650.00	4803.39	14948.00	852.09	19321.00	7901.00	0.00
PERINO SP	175.00	16.00	2800.00	2500.00	7875.00	11688.00	2041.90	33312.00	5912.00	0.00
PLATANO JR	776.00	42.00	32652.00	1000.00	37248.00	12409.00	9629.38	35591.00	4850.00	0.00
SANDIA SP	443.00	20.00	8860.00	2150.00	19049.00	23839.00	10568.68	19161.00	15347.00	0.00
SANDIA SP	1902.00	6.50	12363.00	2100.00	22152.00	7233.00	6428.17	6417.00	4913.00	0.00
SANDIA SP	402.00	6.00	2412.00	2000.00	14432.00	6776.00	6111.35	9274.00	3512.00	0.00
TOMATE SP	444.00	16.00	7104.00	4000.00	24364.00	13584.00	6031.30	42416.00	1503.00	0.00
PLANTOS	1042.00	1.00	1042.00	4221.00	44523.44	5828.00	5229.12	37743.00	1211.00	0.00
SOJA SP	1021.00	2.20	2246.20	5500.00	36636.00	7263.00	21592.36	4437.00	4734.00	0.00
SOLANUM SP	203.00	17.00	3451.00	3000.00	9000.00	9747.00	2880.93	28293.00	3867.00	0.00
MORCAY JR	934.00	10.40	9713.60	1350.00	13113.66	9396.00	6822.84	4644.00	4751.00	0.00
SOJA SP	200.00	7.00	1400.00	2000.00	4000.00	7000.00	2000.00	1900.00	3711.00	0.00
TOTAL	35116.00		247406.49		370560.44					

RENDIMIENTO DE CULTIVO 1.50  
RENDIMIENTO ECONOMICO 21979.39  
COSTO UNO 6503.00  
COSTO POR HA 102.44  
NUMERO DE JORNALAS

*Bien*





II - A - 2 - 6

SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
SUBSECRETARÍA DE PLANEACION  
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION  
DIRECCION DE EVALUACION

DERIVADORA 22256 HA CON 56 FOSOS EXISTENTES

21/11/79

DATOS PARA EVALUACION PRELIMINAR

HOJA 1

EFICIENCIA ECONOMICA

CON ACCIONES

CONCEPTO	VALOR	VALOR MAXIMO	F.M.
PROMEDIO PROMEDIO (1/HA)	1720.72	21579.00	9.00
COSTO PROMEDIO A VALOR AGREGADO	640.00		
COSTO PROMEDIO A UTILIDAD NETA	1080.72		
JORNADAS PROMEDIO AL AÑO	3.00		

SIN ACCIONES

PROMEDIO PROMEDIO (1/HA)	14418.00	16917.00	15.00
COSTO PROMEDIO A VALOR AGREGADO	5329.00		
COSTO PROMEDIO A UTILIDAD NETA	9133.00		
JORNADAS PROMEDIO AL AÑO	3.00		



SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
SUBSECRETARIA DE PLANEACION  
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION  
DIRECCION DE EVALUACION

DERIVADORA 22258 HA CON 56 POZOS EXISTENTES

21/11/79

DATOS PARA EVALUACION PRELIMINAR HOJA 2

B) INVERSIONES

CALENDARIO DE CONSTRUCCION

.....  
A N O M O N T O  
.....

1970	263000.
1980	350600.
1981	269700.

.....  
COMPONENTE EXTRANJERA DEL COSTO 0.000  
.....

.....  
COSTOS ANUALES POR HECTAREA  
.....

CONCEPTO	CON ACCIONES		SEN ACCIONES	
	MONTO	COMP. EXTRANJERA	MONTO	COMP. EXTRANJERA
CONSERVACION	1260.57	0.000	1012.58	0.000
OPERACION	0.00	0.000	0.00	0.000
EXTENSIONISMO	215.00	0.000	0.00	0.000
OTROS	0.00	0.000	0.00	0.000



SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 SUBSECRETARÍA DE PLANEACION  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION  
 DIRECCION DE EVALUACION

21/11/79                      DERIVADORA 22258 HA CON 56 POZOS EXISTENTES

DATOS PARA EVALUACION PRELIMINAR                      HOJA 3

C) SUPERFICIES:

CON ACCIONES

\*\*\*\*\*  
 CONCEPTO                      INICIAL                      POTENCIAL                      P.M.  
 \*\*\*\*\*

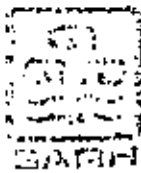
AREA DOMINABLE	22258.		
AREA COSECHADA		22732.	35168.      9.0
INTENSIDAD DE CULTIVO		1.02	1.58

SIN ACCIONES

\*\*\*\*\*

AREA DOMINABLE	22258.		
AREA COSECHADA		17918.	17916.      0.0
INTENSIDAD DE CULTIVO		.31	.81

\*\*\*\*\*



SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 SUBSECRETARIA DE PLANEACION  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION  
 DIRECCION DE EVALUACION

DERIVADORA 22256 HA CON 56 POZOS EXISTENTES

21/11/79

EVALUACION SOBRE VALOR AGREGADO

HOJA 4

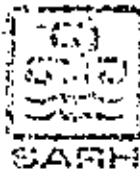
\*\*\*\*\*  
 TASA DE ACTUALIZACION BENEFICIO COSTO PERIODO DE RECUPERACION VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS NETOS  
 \*\*\*\*\*

.060	3.398	10	2302516.
.070	3.025	10	1899710.
.080	2.705	11	1565318.
.090	2.428	11	1285993.
.100	2.188	11	1051265.
.110	1.980	12	852876.
.120	1.798	12	684272.
.130	1.639	13	540229.
.140	1.500	14	416551.
.150	1.377	15	309356.
.160	1.267	16	217399.
.170	1.170	18	136943.
.180	1.084	20	66550.

TASA INTERNA DE RETORNO 19.087

B\* = 1041487.

C\* = 857214.



SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
SUBSECRETARIA DE PLANEACION  
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION  
DIRECCION DE EVALUACION

DERIVADORA 22298 HA CON 56 FUZOS EXISTENTES

21/11/79

EVALUACION SOBRE UTILIDAD NETA

HOJA 5

\*\*\*\*\*  
 TASA DE BENEFICIO PERIODO DE VALOR PRESENTE DE LOS  
 ACTUALIZACION COSTO RECUPERACION BENEFICIOS NETOS  
 \*\*\*\*\*

.060	2.569	12	1535890.
.070	2.234	13	1233999.
.080	2.039	13	953847.
.090	1.827	14	745317.
.100	1.649	15	570477.
.110	1.486	16	423072.
.120	1.348	17	298140.
.130	1.227	19	191723.
.140	1.121	21	100647.
.150	1.027	28	22352.
.160	.944	**	-45238.
.170	.871	**	-103816.
.180	.805	**	-154767.

TASA INTERNA DE RETORNO 15.315

\*\* NO SE RECUPERA EL CAPITAL

1\* = 1155354.

2\* = 657214.





B I B L I O G R A F I A



## CAPITULO II. FORMULACION DE PROYECTOS.

1. Guía para la presentación de proyectos, ILPES; Siglo veintiuno, México - 1973.
2. Proyectos de zonas de riego. Dirección de Proyectos, Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, 1973.
3. Directrices generales para la preparación de términos de referencia de estudios de proyectos con fines de riego. Dirección General de Estudios, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, 1975.

## CAPITULO III. PROGRAMAS DE PRODUCCION AGRICOLA.

1. Programación lineal, Gass; CECSA, México, 1972.
2. Ingeniería de sistemas en recursos hidráulicos, Hall y Dracup; CECSA, - México, 1974.
3. Introduction to linear and non linear programming, Luenberger; - - - - Addison-Wesley, U.S.A., 1973.
4. Métodos de optimización. Programación lineal-Gráficas, Jauffred, Moreno B. y Acosta; Representaciones y servicios de ingeniería, S.A., México -- 1971.
5. Handbook of applied hydrology. A compendium of water-resources technology. Von Te Chow. McGraw-Hill, U.S.A.

6. Aplicación de programación mixta en la planeación de distritos de riego. Milan y Piña. Trabajo presentado durante el II Congreso Interamericano de Sistemas e Informática. México, 1974.

#### CAPITULO IV. FORMULACION Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS

1. Ingeniería Económica, Taylor; Lymusa, México, 1970.
2. Teoría Microeconómica, Ferguson; Fondo de Cultura Económica, México, - - 1971.
3. Economic theory and operations analysis, Baumol; Prentice Hall, U.S.A., 1961.
4. Economics of water resources planning, James y Lee, McGraw-Hill. U.S.A. 1971.
5. Design of water resources systems, Maass et. al. Harvard University --- Press, Cambridge, Mass. 1970.
6. Scientific allocation of water resources, Nathan Buras. Elsevier, - - - U.S.A., 1972.
7. Ingeniería de sistemas en recursos hidráulicos. Hall y Dracup; CECSA, - México, 1974.
8. Hydrology for engineers and planners. Hjelmfelt y Cassidy. Iowa State University Press, U.S.A., 1975.

CAPITULO V. INGENIERIA DE PROYECTO.

1. Tratado de hidráulica aplicada. Calvin V. Davis, 1956.
2. Handbook of applied hydrology, Ven Te Chow, 1964.
3. Diseño de presas pequeñas, U.S. Bureau of Reclamation, 1966.
4. Escurrecimientos en cuencas chicas; escurrecimientos en cuencas grandes, --- Rolando Springall, 1968.
5. Canals and related structures, U.S. Bureau of Reclamation, 1961.
6. Proyecto de zonas de riego, Dirección de Proyectos, Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1973, ( S.A.R.H. ).
7. Presas de derivación. Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural. 1975.
8. Curso intensivo de especialización de diseño de obras hidráulicas. Centro de Educación Continua. U.N.A.M.
9. Ingeniería de los recursos hidráulicos. Ray K. Linsley-Joseph B. Franzini, 1968.
10. Obras Hidráulicas. Almacenamiento y conducción. J. Zamudio M. y F. -- Martínez Saino. Diciembre de 1978.
11. Curso de diseño y construcción de presas, 1979. Centro de Educación -- Continua. U.N.A.M.
12. Los distritos de riego. Ing. Enrique Espinoza Vicente.

13. Publicaciones de la Dirección General de Distritos de Riego. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

#### CAPITULO VI. EVALUACION DE PROYECTOS.

1. Manual de proyectos de desarrollo económico, CEPAL; Naciones Unidas, - - México, 1958.
2. Guide to the economic evaluation of irrigation projects. Bergman; - - - OECD, Francia, 1973.
3. Análisis económico de proyectos; Squire y Vander Tak; Ed. Tecnos, Madrid, España, 1977.
4. Análisis económico de proyectos de ingeniería, Uriegas; Apuntes editados por la División de Educación Continua, Ingeniería, U.N.A.M., México 1976.



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



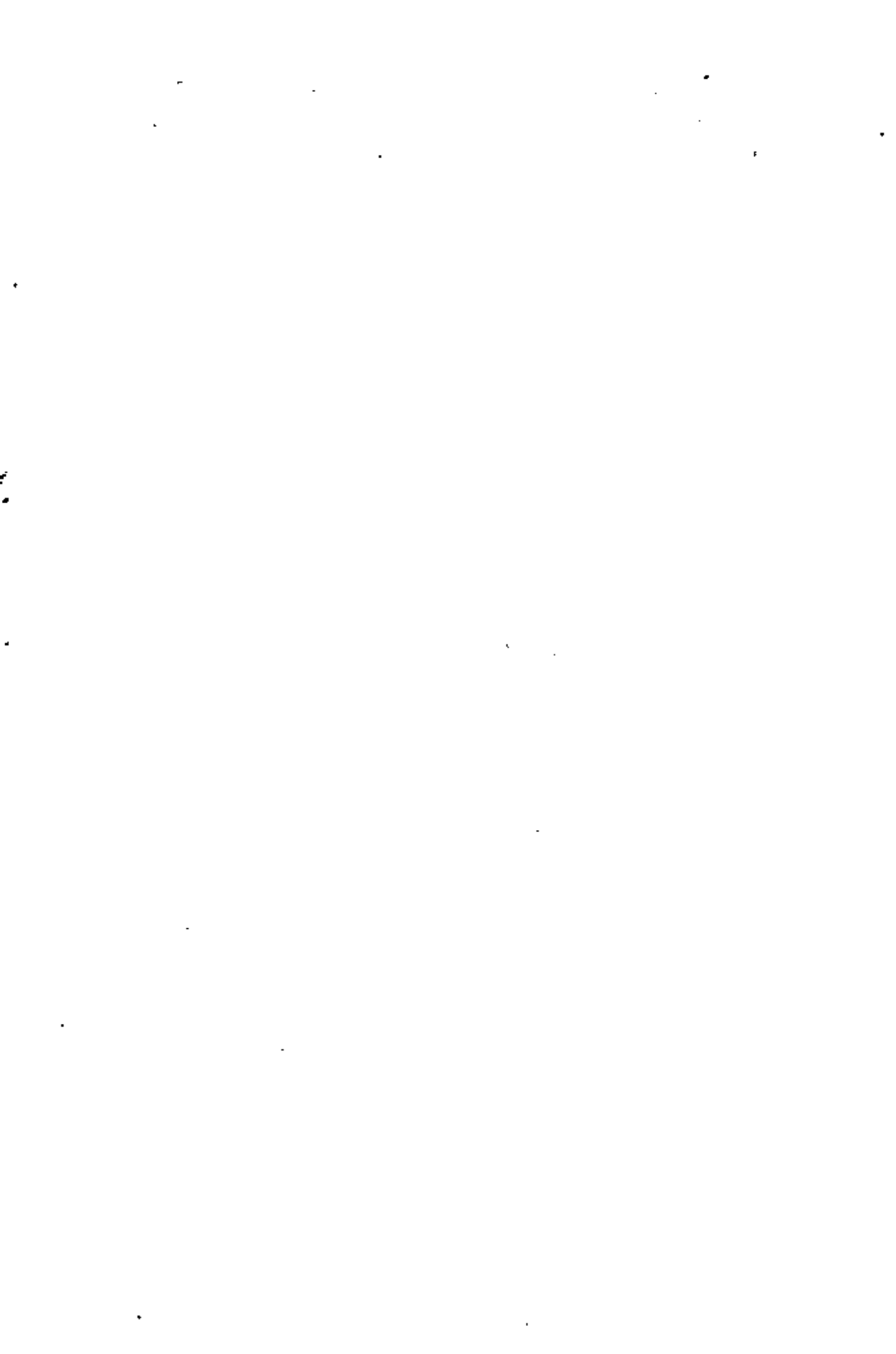
ANÁLISIS DE INVERSIONES  
EN PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO V

Ingeniería de Proyectos

Ing. Miguel Hernández Tiscareño

agosto, 1980





ANALISIS DE INVERSIONES EN  
PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO V

Ingeniería de Proyecto

Apuntes preparados por:

Ing. Miguel Hernández Tiscare

Colaboraron:

Ing. Hugo Hernández Maldonado

Ing. Mauricio R. Carrasco C.

## INGENIERIA DE PROYECTO

## 5.1 ) INTRODUCCION

El estudio de un proyecto de riego se lleva a cabo en 4 niveles de precisión a saber:

- 1 ) De gran visión
- 2 ) De prefactibilidad
- 3 ) De factibilidad
- 4 ) Detallado o ejecutivo

Los tres primeros corresponden a la etapa de preinversión - y el último a la de inversión.

El estudio a nivel de gran visión se realiza por un grupo - interdisciplinario mediante reconocimientos de campo y análisis de datos - existentes, el costo y beneficios del proyecto se deducen utilizando generalmente precios índice obtenidos de proyectos similares. La representación gráfica puede ser a base de esquemas apoyados en cartas geográficas o algún otro tipo de planos. En este caso son muy útiles las cartas de la Dirección de Estudios del Territorio Nacional ( DETENAL ).

En el nivel de prefactibilidad ya debe de ejecutarse un diseño general y los cálculos necesarios para obtener cantidades de obra globales que nos definan el presupuesto preliminar.

Este nivel de estudio requiere contar con estudios básicos preliminares que permitan realizar tanto el diseño antes mencionado como proporcionar los elementos para definir el tamaño más rentable del proyecto y las evaluaciones preliminares requeridas para el estudio de alternativas. En este nivel debe definirse la alternativa más conveniente para pasar al estudio de factibilidad.

El estudio a nivel de factibilidad deberá apoyarse en estudios básicos detallados a fin de obtener anteproyectos con la precisión que permita estimar las cantidades de obra y elaborar un presupuesto detallado de conceptos de trabajo. Reviste mucha importancia este nivel de estudio de los proyectos pues junto con la evaluación del mismo podrá servir para tramitar su financiamiento, convocatorias de concurso y en ocasiones utilizarse como apoyo para la fase inicial de la construcción.

El estudio a nivel detallado se realiza previo a la construcción de las obras y como parte del mismo proceso constructivo.

Es conveniente que los estudios de un proyecto, se efectúen en el orden de precisión en que se han presentado de manera de seguir un proceso de aproximación sucesiva en la definición del mismo, y sin que éste pierda sus características generales.

Las indicaciones y secuelas propuestas en este trabajo corresponden a la ingeniería de proyecto a nivel de factibilidad de los estudios que se realizan en el Departamento de Diseños de la Subdirección de Estudios - Dirección General de Estudios, SARH.

Para iniciar la Ingeniería de un Proyecto según lo asentado en el párrafo anterior, es necesario contar con los siguientes estudios básicos:

- 1 ) Topográficos y catastrales
- 2 ) Hidrológicos y/o geohidrológicos
- 3 ) Agrológicos y de uso actual y potencial del terreno
- 4 ) Geológicos

Estos estudios se complementan con los socioeconómicos y con reconocimiento de campo.

Los estudios topográficos nos permiten conocer la forma, relieve y magnitud del área que es posible atender con riego así como los sitios más adecuados para la captación, almacenamiento, derivación y conducción de las aguas hacia los terrenos regables.

Los hidrológicos o geohidrológicos indicaran el volumen de los escurrimientos que se pueden aprovechar y su distribución en el tiempo si se trata de escurrimientos superficiales o la potencialidad de acuíferos si se trata de aguas subterráneas, además indicarán la forma más adecuada de su aprovechamiento.

Los estudios agrológicos nos permitirán conocer la calidad agrícola de los terrenos para su incorporación al riego, así como la ubicación de los mismos para seleccionar los de mejor calidad agrícola y dejar fuera los de mala calidad. De la misma manera, se conocerá su magnitud, sus características para fines de riego, drenaje y manejo y el cambio que

puedan experimentar a la implantación del proyecto.

El mismo estudio recomendará los cultivos mas apropiados - que se pueden desarrollar en ese tipo de suelos y en el medio ecológico - del lugar así como el cambio que éste pueda sufrir.

Mediante el estudio geológico, es posible conocer el tipo de material en que se erigirían las obras así como sus características mecánicas, su resistencia y el tipo de tratamiento requerido en su caso.

Introducción al estudio

Con el acervo de los estudios anteriores se puede iniciar el estudio general de la zona de riego y de sus obras de cabeza; a tal efecto, se podrá seguir la secuela que a continuación se indica.

Recopilación de información, estudio y antecedentes

La información procedente de los estudios básicos deberá -- analizarse en forma particular para el proyecto que ha sido definido mediante el estudio de alternativas; así se recopilarán los planos topográficos - en escala 1:20 000 de los terrenos regables, y en escala 1:500 o 1:1000 -- de los sitios para cortina, diques y vertedor en los casos de almacenamiento o para la derivación en el caso que se requiera esta obra. De la misma

manera se hará acopio de los planos catastrales agrológicos, y de uso actual y potencial del terreno.

Se realizarán reconocimientos de campo y se elaborará un informe con las observaciones pertinentes y en relación con los estudios básicos disponibles.

En tales condiciones se podrá definir en forma preliminar la elevación de los terrenos regables, y consecuentemente de los canales principales.

Con los datos del estudio hidrológico se podrá conocer la capacidad del almacenamiento lo que asociado con los planos topográficos podrán obtenerse sus correspondientes longitudes y alturas.

Por otro lado haciendo uso del plano del vaso de almacenamiento se podrán definir en forma aproximada las afectaciones originadas por el embalse.

Realizado lo anterior se tendrá un panorama de la magnitud del proyecto.

## 5.2 ) DISEÑO DE LAS OBRAS DE CAPTACION

### 1) Presas de Almacenamiento

#### 1.1 ) Determinación de la capacidad del vaso.

Con base en el levantamiento topográfico del vaso y una vez determinados los ejes de la cortina y diques, quedará delimitada la zona de embalse; en estas condiciones se pueden medir las áreas correspondientes a cada curva de nivel y hacer la estimación del volumen entre cada una de ellas el que acumulado en forma progresiva a partir del cauce del río hacia la parte más alta, permitira conocer el almacenamiento. Si se forma una gráfica con pares de valores elevación-capacidad, se podrá obtener el volumen de almacenamiento para cualquier elevación de la cortina y diques. Tambien se podrá formar una curva con pares de valores elevación-área inundada.

Por otro lado en la gráfica anterior se podrá apreciar la capacidad reguladora del vaso en relación con la altura de la cortina.

#### 1.2 ) Análisis de los estudios básicos disponibles.

El estudio hidrológico consistirá básicamente en simular el funcionamiento del vaso analizando las entradas y salidas en las que quedan incluidas las pérdidas dentro del mismo. Este funcionamiento, permite fijar la capacidad más conveniente que satisfaga la demanda requeri

da. La demanda para fines de riego estará en función directa del patrón de cultivos seleccionados y de la eficiencia del sistema. En tales circunstancias se podrán establecer diferentes programas de cultivo los que con frecuencia presentarán diferentes leyes de demanda. El análisis económico e hidrológico indicará cual será la demanda de diseño con la cual se fijará la capacidad necesaria del vaso.

Por otro lado los datos de las avenidas registradas en la corriente por aprovechar, permitirán hacer el estudio probabilístico para determinar la magnitud de la avenida máxima en un período de retorno de 10 000 años. Conocido lo anterior se podrá hacer el estudio de la capacidad necesaria en el vaso para regular las avenidas a valores permisibles de acuerdo a la capacidad del cauce aguas abajo.

Es necesario disponer de una capacidad para el depósito de azolves durante la vida útil de la presa, para ello se determinan los acarreos del río, tanto de sólidos en suspensión como el arrastre de fondo. El contenido de sólidos en suspensión se determina mediante mediciones en las estaciones hidrométricas y el de fondo generalmente es un porcentaje del primero. El contenido en por ciento de sólidos en suspensión multiplicado por el escurrimiento medio anual nos permitirá conocer el volumen de éstos que podría depositarse en el vaso. El volumen calculado en esta forma se afectará de un coeficiente por el arrastre de fondo y se multiplicará por el número de años de la vida útil de la presa, lo cual permitirá conocer cual sería la capacidad necesaria para azolves.



La suma de los volúmenes que se destinarán al riego, al control de avenidas, y al depósito de azolves sería la capacidad requerida del vaso de almacenamiento. Cuando el vaso no se destinará a control solo se sumarán las dos primeras capacidades y se agregaría la sobre capacidad originada por el paso de la avenida máxima probable sobre la cresta vertedora.

Haciendo el funcionamiento del vaso en base a los datos antes señalados se podrá definir la capacidad más adecuada para el proyecto.

Fija la capacidad necesaria se conocerá la elevación del embalse y examinando el plano del vaso se podrá detectar la existencia de puertos que requerirán diques para su cierre así como su altura aproximada y de la cortina principal.

El examen del estudio geológico de la boquilla y puertos y el análisis de sus conclusiones nos podrán definir que tipo de cortina puede soportar el terreno en ese sitio así como los trabajos previos requeridos por el tratamiento. El mismo estudio nos indicará de que materiales se dispone en el lugar lo cual influye en la selección del tipo de cortina.

### 1.3 ) Concepción general del proyecto.

Con auxilio de la gráfica de áreas y capacidades y el plano topográfico de la boquilla se podrán estimar volúmenes de materiales en la cortina para diferentes capacidades de almacenamiento. Estos datos junto -

con un estudio preliminar del vertedor de la obra de toma y del desvío, -- nos permitirán obtener curvas de costos para diferentes capacidades y almacenamiento.

Las curvas anteriormente obtenidas serán de utilidad para el análisis económico preliminar del proyecto.

#### 1.4 ) Estudio de la cortina y diques.

Como se mencionó en párrafos anteriores la sección de la cortina será del tipo que se adapte a las condiciones geológicas, topográficas y disponibilidad de materiales.

El tipo de cortina se puede encontrar dentro de algunos de los siguientes:

- Arco
- Arco gravedad
- Contra fuertes o machones
- Enrocamiento
- Materiales graduados
- Material homogéneo

Los cuatro primeros tipos se denominan también cortinas -- rígidas requieren condiciones geológicas y topográficas especiales por lo --

que en general no son comunes en las obras del riego ya que éstas se localizan en sitios próximos a los valles y planicies en donde difícilmente se localizan vasos y boquillas con roca de buena calidad. Otro factor para seleccionar este tipo de cortinas puede ser la falta de materiales de construcción próximos al sitio así como las condiciones climáticas ya que cambios fuertes de temperatura pueden afectar la estructura del concreto y consecuentemente influye en el diseño de las obras.

Las cortinas llamadas flexibles requieren condiciones menos rígidas en cuanto a las condiciones geológicas y topográficas de la boquilla y por tanto son las más comúnmente empleadas en los proyectos de riego.

Como se mencionó la disponibilidad de materiales definirá el criterio para el diseño de la cortina, así: si solo abundan la roca se diseñará una cortina de enrocamiento que solamente contenga un elemento impermeable dentro del cuerpo de la cortina lo más reducido posible para impedir el flujo del agua y darle estabilidad a base de enrocamiento en ambos paramentos.

Si se dispone de materiales arcillosos en forma abundante se podrá diseñar una cortina formada casi en su totalidad a base de estos materiales el cual se protegerá con enrocamiento en los taludes exteriores y provisto de filtros intermedios entre la zona impermeable y la permeable. Este tipo de cortinas podrá variar las proporciones de uno y otro material en función de la disponibilidad pudiendo incluir en la formación de sus res

paldos, grava, arena y rezaga producto de excavaciones, denominándose así de materiales graduados.

Finalmente la cortina de material homogéneo si se trata de formar un vaso de almacenamiento se construirá a base de tierra impermeable compactada debidamente protegida en sus taludes con roca acomodada. Si se trata de solo control y despique de avenidas puede ser a base de enrocamiento sin importar que el agua se filtre siempre y cuando tales filtraciones no provoquen el arrastre de los materiales.

Una vez seleccionado el tipo de cortina apropiado se ubicará en los planos del estudio topográfico y geológico el eje de la cortina

Fija la elevación de la capacidad de conservación (útil+ muerta) se podrá definir la elevación de la cresta vertedora o del umbral de las compuertas si se trata de un proyecto que incluya control de avenidas.

Se hará el estudio de la ubicación del vertedor y de la longitud más conveniente con la cual transitada la avenida máxima probable se determinará el nivel de aguas máximas extraordinarias. Esta elevación marcada en el plano del vaso de almacenamiento nos permitirá conocer el fetch del embalse el que asociado a la dirección y velocidad máxima -- del viento y por otro lado, la altura preliminar de la presa, nos permitirá calcular el bordo libre necesario para fijar la elevación de la corona.

### 1.5 ) Estudio del vertedor.

Uno de los elementos más importantes de una presa es la obra de excedencias o vertedor de demasías y mas aún si es el caso de que la cortina sea de materiales graduados o de tierra, ya que su falla puede provocar el colapso de la cortina por efecto de erosión y deslave, causando graves daños en bienes materiales y de vidas humanas por efecto de la inundación.

La finalidad de la estructura es descargar en forma mas o menos controlada, los escurrimientos excedentes a la capacidad de la presa en determinado momento.

La capacidad hidráulica de descarga del vertedor se fijará de acuerdo con la crecida máxima probable que se presentaría en un período de retorno determinado; generalmente para las presas de almacenamiento, se adopta  $t_r = 10\ 000$  años.

La elección del tipo mas conveniente de vertedor depende de muchos factores como son:

Topografía, geología, tipo de cortina, requerimientos del estudio hidrológico, régimen de la corriente, relación cortina-vertedor, etc.

Los principales elementos que constituyen una obra de excedencia son: Canal de acceso, cresta vertedora, canal de descarga y estructura disipadora de energía.

El canal de acceso, permite conducir los excedentes del agua almacenada en el vaso hacia la cresta vertedora con un flujo uniforme a todo lo largo de la estructura. Su longitud deberá ser tal que en una distancia de 250 a 350 m, aguas arriba de la cresta, no exista ningún obstáculo ni montículo a un nivel mayor a la plantilla del canal de acceso. La elevación de la plantilla se fijará en 2.00 m abajo de la cresta vertedora o la mitad de la carga hidráulica cuando mucho.

El cimacio consiste en un muro de concreto, redondeado en su parte superior al que generalmente se le dá un perfil tal, que la vena líquida, al caer, se pegue a él para evitar el fenómeno de cavitación. Para su diseño se emplean los perfiles propuestos por Creager o por Scimemi. El desarrollo de la parte superior del cimacio, constituye la cresta vertedora. La altura del cimacio varía según el diseño del vertedor.

El canal de descarga puede iniciarse inmediato al pie del cimacio o existir una zona intermedia de concentración según el tipo de vertedor adoptado y tendrá por objeto desalojar de la mejor forma el agua vertida hasta la zona de disipación de energía. Su diseño será para resistir altas velocidades, sin embargo, se recomienda que éstas no pasen de 25 m/s.

La función de la estructura terminal será disipar la energía del flujo de agua a alta velocidad con intenso poder erosivo.

Existen diversos dispositivos para la disipación de la energía, el mas seguro es el tanque amortiguador aunque también es el más-

costoso. Este puede ir adosado al pie del cimacio en cuyo caso no existirá canal de descarga, se propone cuando el lecho del río es erosionable, o -- cuando la descarga es mas o menos continua y el agua debe salir a baja velocidad. Otra estructura terminal es la cubeta del tipo trampolin liso o - estriado que lanza el agua a gran velocidad. Será recomendable cuando la - caída esté suficientemente alejada de la cortina y el lecho del río sea de roca muy resistente.

Otros dispositivos menos efectivos y de fácil desgaste - son muros de impacto, dientes, deflectores, llenos o dentados y escalones.

A continuación de la estructura terminal va el canal de salida, podrá ser del mismo tipo de sección que la del canal de descarga o sin revestimiento y de pendiente muy pequeña o casi nula y su función es - alejar aún más el agua de la cortina para evitar cualquier peligro de erosión.

Debido al gran número de posibilidades y combinaciones - en el diseño de la obras de excedencia se pueden agrupar :

Desde el punto de vista de operación u objetivo:

- 1.- De cresta libre
- 2.- De cresta controlada

Segun su forma y posición:

- 1.- De canal lateral

2.- De cresta recta, con y sin perfil Creager

3.- De cresta curva

Abocinado, con y sin cimacio

De abanico

De medio abanico

4.- Otros:

Embudos

Sifones

De alcantarilla

Mixto

Los vertedores de descarga libre solo permitirán utilizar la potencia reguladora del vaso para modificar el régimen de la corriente; así a mayor longitud de cresta vertedora corresponderá una mínima carga lo que origina reducir la altura de la cortina de otra manera con una menor — longitud de cresta se tendrá mayor carga sobre la misma repercutiendo en una altura mayor de cortina, sin embargo este hecho dá origen a lograr un mayor superalmacenamiento lo cual contribuye a dar una mayor regulación en el paso de la avenida.

Los vertedores que van acondicionados para la colocación de compuertas, permiten disponer de un volumen de almacenamiento localizado entre la cresta vertedora y la altura de las compuertas mismo que es utilizado para almacenar el pico de la avenida y descargarlo gradualmente a gastos acordes con la capacidad del cauce aguas abajo. En ciertos casos, parte del volumen se puede aprovechar para riego.



De acuerdo con las condiciones topográficas y geológicas - del vaso, puertos y boquillas, se puede seleccionar un vertedor de eje recto un vertedor tipo abanico, medio abanico en embudo, semicircular o un vertedor del tipo canal lateral.

En las cortinas rígidas el vertedor de excedencia general-- mente queda alojado en el cuerpo de la misma, en cambio en las flexibles se requiere que éste quede lo más distante posible de la misma y que su descarga no vaya a provocar efectos nocivos para la cortina.

En tales condiciones se buscará la existencia de algún puerto con la elevación aproximada para alojar el vertedor de manera que reúna las condiciones geológicas que le den seguridad a la obra y al mismo tiempo no requieran excavaciones demasiado costosas.

De acuerdo con las condiciones geológicas y topográficas -- del sitio seleccionado, se buscará adoptar una longitud del vertedor que -- proporcione el menor volúmen de obras tanto por efecto de excavaciones y -- concreto como por los efectos que induce en la altura de la cortina al amentar la carga sobre la cresta.

En caso de no existir sitio adecuado se tendrá que pensar en proyectar un vertedor de canal lateral en cuyo caso las condiciones de seguridad en cuanto a la presa y al mismo vertedor deberán ser mayores.

Este tipo de vertedor es obligado en cañones estrechos y boquillas muy cerradas donde no es posible disponer de una longitud de cres

ta suficiente para dar paso a la descarga máxima.

Consiste básicamente en una cresta vertedora de sección en gravedad, ligada a un canal paralelo a ésta y revestido de concreto.

Los vertedores de abanico, medio abanico y abocinados son convenientes en aquellos proyectos en que la longitud de la cresta sea grande y el canal de descarga sea estrecho a fin de reducir las excavaciones; son convenientes para alojarse en los puertos.

En el vertedor de embudo, el agua cae a través de una chimenea de tipo vertical a un túnel hasta descargarla aguas abajo de la cortina; a la entrada de la chimenea es conveniente colocar un dispositivo denominado " margarita " para evitar efectos de vórtice.

Son muy estables en cuanto al gasto de descarga, aun para variaciones de la carga hidráulica, razón por la cual su diseño debe ser en forma muy conservadora.

El vertedor de sifón es una estructura que funciona en pequeños almacenamientos donde no es necesario tener una gran capacidad de descarga y exista poco espacio para alojar otro tipo de estructura; tiene la ventaja de mantener el nivel de la superficie del agua muy estable dentro de límites estrechos. En gastos pequeños el vertedor sifón actúa como un vertedor de descarga libre, en gastos mayores la descarga será en función de la carga hidráulica. Sus inconvenientes son su costo relativamente alto en comparación con otras estructuras.

El vertedor de alcantarilla se utiliza en pequeños abastecimientos, consiste en un conducto contruido a través de la cortina o alojado en la ladera. Su funcionamiento hidráulico dependerá del gasto, sección del conducto, longitud, la carga hidráulica y la pendiente. La entrada se deberá diseñar para evitar pérdidas, contracciones y el efecto de vórtice.

El extremo final en la descarga se conectará a una estructura disipadora de energía.

Las principales actividades por desarrollar una vez que se tiene definido el tipo de vertedor se pueden agrupar en 3 partes :

1.- Cálculo hidráulico, se refiere a determinar las características de las diferentes partes de que consta el vertedor anteriormente señaladas así; se determinarán las dimensiones que según las especificaciones se indiquen para el canal de acceso, la altura recomendable para el cimacio, las condiciones hidráulicas que se originan en el cimacio, el comportamiento de los gradientes a lo largo del canal de descarga y las condiciones hidráulicas necesarias para la disipación de la energía al final de la descarga. En general todo se reduce a una aplicación sistemática del teorema de Bernoulli bajo diferentes formas a lo largo del vertedor.

2.- Diseño.- El diseño apoyado en el cálculo hidráulico permitirá definir la geometría, las anchuras y profundidades de corte necesarias para un proyecto eficiente y económico. Estos conceptos llevados a planos topográficos nos permitirán representar la planta y el perfil del vertedor así como los diferentes cortes requeridos para definir los detalles

constructivos y determinar los conceptos de trabajo que la obra arroje.

3.- Estimación de cantidades de obra .- Se refiere a cuantificar todos los conceptos de trabajo que se requieran para la construcción y operación.

#### 1.6 ) Obra de Toma

Es el conjunto de dispositivos alojados dentro de una presa y destinados a extraer el agua en forma de satisfacer las condiciones de -- una cierta demanda de diseño.

Existe una gran variedad de tipos de obra de toma y la adopción de uno determinado, dependerá del uso a que esté destinada, sea agua potable, riego, generación de energía eléctrica o una combinación de ellas. -- Otros factores que intervienen en la elección del tipo de obra de toma son principalmente : Tipo de cortina, fines de la presa, gasto de extracción, -- tipo de desvío, carga hidráulica disponible, topografía del sitio, necesidad de operación, costo de la obra, etc.

En el caso de cortina rígida se pueden alojar los conductos o tuberías a través del cuerpo de la misma. En algunos casos se pueden -- aprovechar los túneles de desvío para alojar en ellos la tubería de presión para la o las obras de toma.

Si la carga hidráulica disponible es alta, la toma puede -- funcionar con tubería a presión sin que influya el hecho de que se originen

grandes pérdidas hidráulicas ya que se dispone de carga suficiente. Cuando se dispone de poca carga son mas convenientes las obras de toma con torre y conductos trabajando como canal a régimen supercrítico en cuyo caso se originan menores pérdidas de carga.

Las obras de toma se pueden clasificar :

- a ) Por la disposición de sus mecanismos de operación
  - 1.- Operación en la entrada de la toma
  - 2.- Operación intermedia
  - 3.- Operación en la salida
  
- b ) Por la localización y tipo de conductos
  - 1.- De conducto construido a cielo abierto y cubierto
  - 2.- De túneles excavados en las laderas

Las tomas que se controlan en su entrada son las de tipo -- torre, desde la cual se operan compuertas del tipo deslizante, instalándose unas para servicio y otras para emergencias.

Las tomas de operación intermedia son semejantes a la anterior pero la torre se sustituye por una lumbrera alojada en el cuerpo de la cortina aflorando en la corona de ésta y desde donde se operan los mecanismos de las compuertas.

Tanto las primeras como las segundas tienen la característica que la parte inicial del conducto trabaja a presión y después de las compuertas trabaja como canal.

En las tomas con operación a la salida todo el conducto -- trabaja a presión, solo que el primer tramo la forma el propio túnel aproximadamente hasta su parte media en donde es obturado por un tapón de concreto que sirve de atraque para la tubería de acero; inmediato al tapón -- lleva una cámara y una válvula para emergencias que generalmente es de tipo mariposa. Al final de la tubería de acero se coloca la válvula de operación que puede ser del tipo de aguja, chorro hueco o chorro divergente. Complementan la obra de toma una cámara de disipación de energía después -- de la cual se tendrá la conexión al canal principal o la descarga al río.

El umbral de la toma se fijará con dos criterios : al 75% del nivel de los azolves o a 2/3 de altura del mismo, se tomará el valor -- mayor.

En el caso de poca carga hidráulica, los conductos o gale-- rías podrían quedar excavados en forma parcial en las laderas de la boqui-- lla y sepultados por el cuerpo de la cortina. Este tipo de estructura -- presenta el peligro del fenómeno de tubificación alrededor de las paredes exteriores del conducto, debe analizarse cuidadosamente este hecho al --- efectuar el diseño.

La obra de toma en túnel es una solución costosa pero se-- gura, por tal motivo, siempre que su posición lo permita, se deberá tratar de aprovechar para ello, la obra de desvío.

Las partes principales de que consta una obra de toma son las siguientes :

- a ) Canal de acceso
- b ) Estructura de entrada
- c ) Transiciones
- d ) Conductos
- e ) Dispositivos de control y cierre
- f ) Estructuras disipadoras de energía

El canal de acceso o canal de llamada deberá llevar su -- plantilla al nivel del umbral de la obra de toma y servirá para conducir el agua hacia la estructura de rejillas, ésta consiste como su nombre lo indica, en una rejilla integrada por soleras cuya función es detener objetos extraños, ramas, hojas, etc., que puedan obstruir los mecanismos de -- cierre.

Los conductos pueden ser de distinta sección, cuadrados, -- circulares, de arco, de medio punto o de herradura, trabajando como canal o a presión según el diseño hidráulico.

Las estructuras disipadoras de energía son aquellos dispositivos que se construyen con objeto de disipar o disminuir la energía que lleva el agua al salir de los conductos , los principales tipos son tanques amortiguadores y cámaras disipadoras de energía.

Desde el punto de vista de diseño hidráulico de los con--

ductos, éstos si son de concreto y están trabajando a presión, se diseñan para una velocidad del orden de 3.00 m/s, para velocidades mayores serán conductos de concreto con blindaje de acero o tubería de acero. Las velocidades de diseño en este caso serán del orden de 5.00 m/s, hasta aproximadamente 8.00 m/s. Al efectuar el análisis del diámetro mas económico, se deberá tomar en cuenta que a mayor velocidad de diseño en la tubería, más carga hidráulica se requerirá para operar la obra de toma con el gasto requerido.

Si los conductos son circulares o del tipo herradura y están trabajando como canal, existen dos criterios básicos para el diseño: a) la sección de máxima eficiencia cuya relación de tirante a diámetro del conducto es igual a 0.8, y b) la sección de máximo gasto, cuya relación de tirante diámetro del conducto es igual a 0.98. Esta sección por sus dimensiones será más económica que la de máxima eficiencia, pero tendrá el inconveniente de no ser posible incrementar el gasto en un momento dado.

Las pérdidas de carga en las obras de toma con tubería de circulación forzada, básicamente son las siguientes :

- a) Pérdida por rejillas; depende de la velocidad, del tipo de soleras y de su inclinación.
- b) Pérdida por entrada; dependerá de la sección, si la entrada es abocinada, de las aristas si son agudas o biseladas.
- c) Pérdidas por cambios de dirección; son función de la velocidad en el conducto y ángulo de deflexión



- d ) Pérdidas por contracciones o expansiones graduales o bruscas.
- e ) Pérdidas por compuertas o accesorios en las tuberías, como válvulas.
- f ) Pérdida por fricción
- g ) Finalmente pérdidas por salida

La determinación de la posición del gradiente hidráulico se irá haciendo con la aplicación paso a paso del teorema de J. Bernoulli en cada elemento que produzca algún tipo de pérdida hidráulica, y la suma de las pérdidas va a dar la carga hidráulica necesaria para que funcione la obra de toma con el gasto requerido.

Esta carga hidráulica se medirá a partir del eje del conducto o tubería.

#### 1.6 ) Obra de desvío

En el proyecto de una presa se deben tomar en cuenta los gastos que se presentarán en la corriente por interceptar durante la construcción de las obras y proyectar la mejor forma de desviarla o darles paso.

La elección y diseño del procedimiento de desvío, será motivo de un cuidadoso estudio ya que deberá buscarse por un lado la economía de las obras por ser en general provisionales, y por otro correr el me

nor riesgo durante la construcción de la cortina y diques.

Para seleccionar el mejor sistema se deben tomar en cuenta los siguientes factores: tamaño y frecuencia del gasto a derivar, tiempo de ejecución de las obras y especificaciones.

La decisión para elegir la avenida de diseño está en función de su período de retorno. En forma general las obras de desvío se diseñan para gastos correspondientes a períodos de retorno de 20 a 30 años.

Las obras de desvío aun cuando son obras provisionales se deberán diseñar para que funcionen adecuadamente dentro de la seguridad, -- protegiéndolas contra desgastes y erosión durante todo el tiempo que estén funcionando.

Las más comúnmente empleadas en la construcción de presas son :

Tajos de desvío.- Generalmente se localiza sobre la boquilla, alojado en una de las laderas formando un canal por medio de ataguías. Este canal tendrá su área hidráulica suficiente para el gasto por desviar ; la ataguía se cerrará en forma de "U" contra la ladera opuesta a fin de aislar al resto de la boquilla de la corriente y poder iniciar las terracerías de la primera etapa de construcción de la cortina y hacer el tratamiento de cimentación que se requiera. Este tipo de obra es la solución más económica ya que las excavaciones se reducen a limpias y afines de la sección pa--

ra asegurar el área hidráulica complementada con una atagüfa.

Túneles.- Este tipo de estructura de desvío debe utilizarse en corrientes de gastos relativamente bajos y cuando las boquillas son encañonadas y estrechas. Es una solución costosa y solamente no quedando otra alternativa se propondrá. Por tal motivo, la tendencia sería a sacar el mejor provecho alojando en ella la obra de toma. Como restricciones tendrá que la geología del sitio donde se alojará el túnel sea apta. El estudio de los diámetros más convenientes debe tomar en cuenta conjuntamente el costo de las atagüfas y buscar la mejor combinación.

Conductos.- Este tipo de obra es generalmente para presas pequeñas y son de baja capacidad. En el caso de cortinas de tipo rígido son muy convenientes por las facilidades constructivas y además se pueden obturar sin necesidad de tener que retirarlos de la obra.

Existen otros tipos de desvío como son : canales de madera, conductos de tubo o lámina siendo utilizadas solo para cortinas muy pequeñas.

Finalmente será posible hacer una combinación de distintas obras de desvío, en función de la cuantía de la obra, del manejo de las avenidas, de sus características, del método constructivo, avance de obra y de la etapa de cierre.

## 2 ) Presas Derivadoras

Una presa derivadora es aquella estructura mediante la cual se interceptan los escurrimientos de una corriente para desviarlos a un cierto aprovechamiento y sin alterar en forma importante su régimen. Su función es elevar el tirante del agua hasta un nivel tal que permita abastecer la obras de toma de los canales a fin de satisfacer las demandas de proyecto.

### 2.1 ) Sus aplicaciones

Cuando el régimen natural de la corriente por aprovechar, es suficiente para cubrir las demandas de riego, se buscará la manera de derivar esa corriente hacia los terrenos de riego. Una de las formas puede ser la presa derivadora siempre que se localice un sitio que reúna las condiciones topográficas y geológicas adecuadas y que no resulte antieconómico en competencia con una planta de bombeo.

Cuando se requiera almacenamiento para el control de la corriente pero los terrenos por beneficiar queden alejados de éste, se hará un estudio económico entre la construcción de un canal muerto y la erección de una derivadora cercana a la zona de riego.

### 2.2 ) Tipos y selección.

Según el tipo de materiales de que se construya la cortina,

las presas pueden ser : flexibles, rígidas o mixtas; a su vez las primeras se subdividen en provisionales o definitivas.

Por las características y funcionamiento de su cresta vertedra, éstas pueden ser con cresta fija de descarga libre o con cresta móvil de descarga controlada.

En términos generales, las presas derivadoras serán de eje recto excepcionalmente éste será curvo; esto dependerá de la topografía donde está ubicada la boquilla, y de las características geológicas.

Las cortinas flexibles provisionales, también se les denomina barrajes y normalmente se tienen que reconstruir anualmente después del paso de las grandes avenidas.

Las cortinas flexibles definitivas son las denominadas de tipo indio o flotante. Este tipo de derivadoras se construye fundamentalmente a base de enrocamiento y un elemento impermeable que se desplanta sobre el acarreo del río; este elemento puede ser un dentellón de mampostería o concreto simple, al cual se le adosa un respaldo de material impermeable compactado, que sirve para aumentar la longitud de paso de las filtraciones.

La estabilidad de la cortina se consigue principalmente con enrocamiento acomodado o semiacomodado que se coloca en aguas abajo del dentellón. Este enrocamiento se refuerza con dentellones de concreto colado entre el mismo y paralelos al eje de la derivadora.

En estas cortinas se aconsejan taludes muy tendidos, se usan generalmente: para el de aguas abajo, de 8:1 a 14:1 y para el de aguas arriba de 3:1 a 8:1 dependiendo del tipo de material por emplear y de la magnitud y características de la avenida que pasaría sobre la cresta.

Para evitar la socavación en los paramentos de aguas abajo y aguas arriba del dentellón, es conveniente colocar concreto simple a ambos lados, dejando en el de aguas abajo áreas descubiertas para que funcionen como lloraderos.

El uso de este tipo de cortinas está sujeto a las recomendaciones de tipo experimental con que deben diseñarse. Así; se recomienda que su altura máxima sea de 8.0 m y en condiciones especiales hasta 10.0 m. Si esta altura no es suficiente, se tiene que recurrir a cortinas de tipo rígido siempre que la geología del sitio permita su desplante, de otra manera tendrá que desecharse al sitio.

Otra limitación en el uso de estas cortinas, es la carga hidráulica con que trabajarían en el paso de las avenidas pues se recomienda que la cantidad de movimiento que se genere en dicho paso, no exceda de 10 000 kg-m/m, para no afectar su estabilidad, esto da lugar a una carga máxima de orden de 5.5 m con un gasto unitario aproximado de 23 m<sup>3</sup>/s. La solución a esta limitación consiste en proyectar una cortina de mayor longitud si la topografía lo permite.

Las presas rígidas se construyen principalmente de concreto

ciclópeo, colcreto o de mampostería, su sección será la que resulte del análisis de estabilidad al considerar principalmente el peso propio, empuje -- por efecto del agua, azolves, subresión y sismos; generalmente están divididas en dos partes, una sección vertedora con cimacio en perfil Creager o -- Schimani y otra sección no vertedora. Para un correcto funcionamiento es -- conveniente que la sección vertedora sea uniforme en su geometría a fin de que las venas líquidas funcionen con el mismo régimen a todo lo largo de la sección.

Las crestas de descarga libre son las que no tienen un dispositivo de control. En las de cresta móvil el gasto de descarga se controla mediante compuertas generalmente de tipo radial.

Al final de la estructura se coloca un dispositivo disipador de energía ya que la velocidad con que el agua cae provoca socavación y erosión al pie de la estructura, poniendo en peligro su estabilidad. Este dispositivo puede ser tanques amortiguadores, deflectores o estructuras de impacto.

Las partes que complementan una presa derivadora son : la obra de toma y la estructura de limpia o desarenador.

### 2.3 ) Obra de toma

Las obras de toma consisten en conductos rectangulares que se obturan por compuertas deslizantes o radiales localizadas aguas arriba --

de los controles de la estructura desarenadora.

El cálculo de la toma comprende: Dimensionamiento del conducto y determinación del gasto que puede pasar por las compuertas, determinación de la capacidad del mecanismo elevador, diseño de la transición que une la salida de la toma con el canal de riego.

Dimensionamiento del conducto.- Si la magnitud del gasto es importante se podrá optar por un conducto trabajando por gravedad y controlado por compuertas radiales o dividir el área en varios conductos que trabajarán ahogados y quedarían controlados por compuertas deslizantes.

Se procurará tener una velocidad de 1.00 a 1.50 m/s, para conductos trabajando por gravedad controlados por compuertas radiales y de 2.5 m<sup>3</sup>/s, para conductos trabajando ahogados, con el objeto de evitar el azolve. En este caso, para un mejor funcionamiento hidráulico, se recomienda que tenga un ahogamiento como mínimo de 10 cm. En tales condiciones para estimar en primera instancia el área del conducto, se hace uso de la fórmula  $Q = C A \sqrt{2 g h}$ , que liga la carga, gasto y área de un orificio.

El análisis hidráulico detallado se realiza mediante aplicaciones del teorema de Bernoulli considerando todas las pérdidas que se provoquen en la toma.



#### 2.4 ) Desarenador

El azolve y acarreo del río que son acumulados en las estructuras de toma de una presa derivadora y el que se llega a pasar a los canales de riego, traen problemas relativos al funcionamiento de la obra, que redundan en una baja eficiencia del sistema de aprovechamiento, aumento en los costos de operación y conservación de la misma, así como suspensión temporal del servicio de riego, etc. A fin de evitar lo anterior, deben construirse estructuras con el propósito de prever una limpieza periódica, a la bocatoma. Esta estructura es un canal que se localiza frente a la toma y que se denomina, desarenador.

El canal desarenador debe quedar de preferencia paralelo al eje del río y la toma perpendicular a éste.

La elevación de la plantilla del canal desarenador frente a la toma deberá ser inferior al umbral de las compuertas de la misma, con el propósito de contar con un desnivel para el depósito de sedimentos, evitando así su paso al canal de riego.

Este desnivel es variable, y se puede dejar tan alto como sea posible y conveniente, dependiendo del tamaño y cantidad de los acarreos que se tengan en el río. En general se recomienda, que como mínimo sea de -

1.50 m.

Para diseñar el canal desarenador, se recomienda que su sección tenga capacidad normal entre 3 y 5 veces la capacidad de la toma y que su velocidad de descarga quede comprendida entre 3 y 6 m/s.

Para obturar el canal desarenador se emplean en general las compuertas radiales, dejando una preparación para poder instalar agujas, inmediatamente aguas arriba de la compuerta a fin de poder efectuar reparaciones.

### 3.0 ) Plantas de bombeo

Este tipo de captación es utilizada cuando los terrenos por atender se localizan a elevaciones superiores a las que se puede lograr tener, por gravedad, el espejo del agua aprovechable.

Las plantas de bombeo pueden ser empleadas para utilizar el agua de corrientes naturales o de canales previamente construidos.

Cuando la fuente de abastecimiento la constituyen depósitos subterráneos, la planta de bombeo se convierte en un pozo profundo. Una planta de bombeo de aguas superficiales puede diseñarse, para cualquier capacidad según los requerimientos, los pozos profundos en general son de limitada capacidad dada su forma de alimentación a través de los estratos del subsuelo.

Una planta de bombeo consta esencialmente de dos partes : de la parte civil constituida por la estructura de captación, cárcamos de carga y descarga y estructura para alojar los equipos y controles. La otra parte la constituyen los equipos electrónicos y accesorios, integrados por bombas, motores, subestaciones, tuberías y accesorios.

Para el uso de este tipo de captación deberá hacerse un estudio para definir la altura económica de bombeo y la selección de la capacidad de las bombas y en donde las condiciones topográficas indiquen la conveniencia de efectuar un solo bombeo o rebombes.

### 5.3 ) DISEÑO DE LA ZONA DE RIEGO

#### 1 ) Localizaciones Preliminares

##### 1.1 ) Canales principales

En la mayoría de los casos el canal principal limita los terrenos de riego por su parte más alta es por lo tanto necesario localizar en forma preliminar la línea que sirva de apoyo para fijar en forma aproximada la magnitud del área por regar. Esta línea se localiza teniendo como datos o fijando la elevación a la salida de la toma y/o la elevación de los terrenos de riego deduciendo con los desniveles disponibles y desarrollo su puesto, una pendiente media del canal.

En ocasiones los terrenos de riego quedan distantes de la captación; el canal principal tiene en ese caso un tramo muerto, que se localiza atendiendo a conducir el agua por la ruta que reporte más seguridad para el canal, recorrido mínimo y máxima economía. En la zona de riego la localización del canal principal se hace considerando que la superficie libre del agua va dominando los terrenos de riego y se deben ir tomando en cuenta en las pérdidas de carga que se presenten tanto por pendiente como por cruces con el drenaje natural, con depresiones, con cerros o con vías de comunicación terrestre. Se deben tomar en cuenta los posibles cambios de sección a lo largo del desarrollo del canal. Para el control de la línea que se va dibujando en los planos escala 1:20 000, se mide el cadenamiento con un compás y se lleva un control de las elevaciones que puede ser como el mostrado en el anexo I.

## 1.2 ) Drenaje Principal

El drenaje principal constituido por drenes principales -- y colectores, queda localizado generalmente por los talwegs o arroyos naturales de manera que a él puedan descargar todos los ramales secundarios.

El sistema de drenaje principal debe localizarse en forma natural sin que se le presenten obstáculos para su funcionamiento. En general este tipo de drenes limitan los núcleos de terreno que dominarán los principales laterales.

## 1.3 ) Delimitación de los suelos agrícolas que pueden ser beneficiados con el proyecto.

Tomando como base el estudio agrológico correspondiente, se delimitan los terrenos de mala calidad que quedan dentro de la zona de riego y que a juicio del Ing. Agrónomo, no sean recuperables económicamente con el proyecto. También se delimitan los terrenos que quedando dentro de la zona de riego no sean dominados ni con bombeos moderados o que queden incluidos en zonas urbanas.

## 1.4 ) Canales del sistema de distribución.

La localización de los canales del sistema, va ligada al tipo de subdivisión o lotificación que se pretenda hacer en los terrenos de riego. Los laterales principales se localizan dominando su núcleo de -

terreno correspondiente. Los secundarios se localizan adaptándolos al tipo de lotificación adoptado, pero siempre se busca su menor longitud, mejor funcionamiento y mayor área dominada.

Es de gran importancia decidir sobre el tipo de subdivisión de los terrenos de riego y tamaño de los lotes, ya que esto afecta directamente los costos de construcción y operación del sistema.

Se presentan 4 tipos de subdivisión:

- 1 - Según un sistema rectangular
- 2 - En plan natural según la topografía
- 3 - Respetando linderos u obras existentes
- 4 - Según un sistema combinado

El sistema rectangular puede tenerse siguiendo con los canales y drenes la cuadrícula del levantamiento topográfico o cualquier otra cuadrícula en la orientación o disposición que represente ventajas. Este tipo presenta uniformidad en la lotificación y facilidad para los trabajos de deslinde, sin embargo su aplicación debe ser limitada a terrenos de pendiente uniforme y no mayor de 2 metros por kilómetro, pues de otra manera aumenta considerablemente el número de estructuras, longitud de canales y drenes y consecuentemente los costos en general.

El sistema natural según la topografía, presenta mayores ventajas en toda clase de terrenos, pues disminuye la longitud de canales y el número de estructuras, se eliminan los cruces con el drenaje aprove-

chando para la localización de éste, los bajos o talves; se disminuye el área ocupada por canales, drenes y caminos teniendo por lo tanto un mayor aprovechamiento del terreno. Tiene el inconveniente de que su trazo en el campo es más complicado que en el sistema anterior pero generalmente esto queda ampliamente compensado por los motivos anteriores.

En zonas en donde el régimen de tenencia de la tierra indica una gran subdivisión de los terrenos o existen obras construídas, se hace necesario respetar hasta donde sea posible los linderos u obras con el fin de reducir las afectaciones, sin embargo no debe descuidarse prever el funcionamiento normal de las obras.

El sistema combinado puede hacerse en función de dos o de los tres sistemas antes mencionados y su aplicación está regida por las condiciones que se impongan.

#### 1.5) Lotificación y localización de bocatomas.

La lotificación representa la etapa mediante la cual, los terrenos se subdividen en áreas prefijadas (generalmente entre 20 y 100 Ha). Cada lote deberá contar con una bocATOMA, la cual se localiza a una distancia no mayor que un kilómetro del punto más alejado del lote, para no requerir regaderas demasiado largas.

#### 1.6 ) Drenaje secundario.

El drenaje secundario es el que se extiende hasta cada lote de manera de dar salida a las aguas de lluvia y a los excedentes o retornos del riego, se proyecta con la profundidad mínima requerida por las condiciones de drenaje y para que puedan descargar a éste el drenaje agrícola o subterráneo cuando sea requerido.

#### 1.7 ) Cadenamiento y nomenclatura provisional de canales y drenes.

Para poder hacer referencias a cualquier canal o dren, es necesario fijar una nomenclatura que vaya de acuerdo con su situación dentro de la zona. En el caso de canales de riego, el nombre se fija cuando haya referencias importantes cerca, como poblados, ríos o regiones por donde cruce la que le corresponda, y cuando no como es el caso general, se le asigna el nombre del kilometraje correspondiente a la estación del canal del cual se alimenta. Por lo tanto se procede en primer lugar a correr cadenamientos a los canales del sistema comenzando por los laterales y terminando por los de menor importancia.

Para fijar la categoría de los distintos canales en que se ramifica un lateral, debe tomarse en cuenta el área que dominan, su longitud comparativa así como su posición e importancia dentro del proyecto general.

El cadenamiento en canales corre a partir del km 0+000 en



el sentido del escurrimiento.

En el sistema de drenaje también se les asignará a los drenes el nombre de alguna referencia importante o en el caso general se le asigna una letra comenzando en orden alfabético por el dren extremo más cercano a la descarga general de la zona, las ramificaciones se identifican a base de subíndices progresivos. También de otra forma se puede usar nomenclatura por cadenamientos semejantes al caso de los canales de riego. Solo que el encadenamiento se corre a partir de la descarga hacia aguas arriba.

#### 1.8 ) Obtención de las áreas de los lotes.

Se procede a obtener el área de cada lote con el planímetro o cualquier otro método gráfico. La medición se hace por el eje de las líneas que representan los canales, drenes y caminos dejando fuera los terrenos de mala calidad, los que no se dominan y los que se ocupen con centros de población.

#### 1.9 ) Obtención de la tabla de áreas y capacidades del canal principal.

Con los datos de las áreas determinados según el inciso anterior, se proceda a llenar la tabla denominada de áreas y capacidades que puede ser como la que se presenta en el anexo 2; dicha tabla consta de 12 columnas correspondiendo las primeras 4 a datos que se han obtenido y los restantes resultados a partir del cálculo con esos datos. En el caso de canales pequeños cuya sección se enmarque dentro de los canales tipo, lleva una columna adicional que indica el tipo de sección adoptado.

1a. Columna.- Se anota la estructura de toma en el orden del desarrollo del canal.

2a. Columna.- Se anota la estación correspondiente a esa estructura.

3a. Columna.- Se anota el número de lotes que sirve esa toma o lateral.

4a. Columna.- Se anota el área obtenida para esa toma o lateral.

El tipo de sección que anotaría en la columna adicional — resultará ser la última que se pueda llenar pues se requiere conocer la capacidad necesaria del canal por tramos y la pendiente disponible para así seleccionar de la tabulación de secciones tipo, la que mejor se adapte y así se anotará.

Las siguientes columnas se llenarían como sigue:

5a. Columna.- El área anotada en la columna anterior, se multiplica por un factor de reducción que tome en cuenta el área ocupada — por canales, drenes y caminos; para ello se utiliza una zona representativa en cuanto a forma y dimensión de los lotes, densidad de canales, drenes y caminos, se miden las longitudes de éstos y se multiplica por su ancho medio incluyendo derecho de vía, con lo que se obtiene el área ocupada por éstos. El área total menos el área utilizada por canales, drenes, caminos etc. es el área neta; la relación del área neta al área total es el coeficiente de reducción que se emplea para obtener las áreas netas de la 5a. columna.

6a. Columna.- Con los datos de áreas netas, acumuladas a partir de la última toma hacia aguas arriba, se llena la columna de áreas — por regar apareciendo en el primer renglón el área total que riega el canal.

En la 7a. Columna.- Se anota la capacidad necesaria del canal principal hasta esa estación, para lo cual, se hace uso de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{A \times 10^4 \times h \times \% \times C}{N \times 86\,400}$$

En donde:

Q = Gastos necesarios en m<sup>3</sup>/s

A = Área de riego en Ha. netas

h = Lámina bruta anual de riego en m

% = Porcentaje del mes de máxima demanda

C = Coeficiente de variación diaria cuyo valor fluctua entre --  
1.2 y 1.5 inversamente a la magnitud del área por regar.

N = Número de días efectivos de riego dentro del mes de máxima demanda y que depende de la magnitud del área y de los métodos de riego.

Para los canales del sistema de distribución se formula la gráfica de coeficientes de riego de acuerdo con la secuela que se indica a continuación.

1 - Con el patrón de cultivos aprobado para el proyecto, — al que se ha fijado el área de cada cultivo y determinado sus láminas brutas de demanda mensual, se forma una tabla como la que aparece en el Cuadro I.

2 - Se ordenan los cultivos del mes de máxima demanda (según Cuadro II) asociados a sus áreas y láminas de riego comenzando por los de mayor demanda unitaria y en orden decreciente hasta los de menor.

3 - Se calcula el volúmen mensual para cada uno de los cultivos.

4 - Se acumulan los volúmenes obtenidos a partir del primer renglón y hasta el último.

5 - Se divide el volúmen acumulado de cada renglón entre el número de segundos del mes en cuestión y entre la correspondiente área acumulada, obteniendo así el coeficiente unitario de riego el cual se afecta por un coeficiente de variación diaria que fluctuará entre 1.2 y 1.5 inversamente a la magnitud del área.

Quando no se disponga de información se puede hacer uso de los siguientes coeficientes generales de riego.

Magnitud del área en Ha.		Gasto en l. p. s./Ha.	
		Sistema revestido	Sistema sin revestimiento.
Menores de	100	3.00	3.60
100	a 300	1.80	2.25
300	a 600	1.60	2.00
600	a 1 400	1.37	1.72
1 400	a 2 000	1.20	1.41
2 000	a 10 000	0.93	1.16
Mayores de	10 000	0.80	1.00

Quando el sistema de riego va a utilizar aguas brancas, — se realizará el estudio hidrológico correspondiente a esa situación. La columna 8a. se llena después de dibujar y estudiar la gráfica de áreas y capacidades.

Las 4 últimas columnas corresponden a datos de la bocatoma de ese mismo renglón.

En la 9a. columna se anota el gasto de diseño de la toma. Para determinar la capacidad de las bocatomas, se utilizan los coeficientes descritos anteriormente tomando en cuenta y modificando en su caso según el tiempo requerido para el riego de esa bocatoma con lo cual se obtiene el — gasto de diseño.

Las columnas 10, 11 y 12 son dependientes entre si y se — llenan tomando como base el gasto de diseño y fijando la carga recomendable para que trabaje la toma con lo cual se obtiene el diámetro o áreas de la — sección; cuando éste resulta muy grande el gasto se reparte en dos y hasta tres líneas de tubos o bien se proyecta una toma especial y así se anota.

#### 1.10 ) Dibujo de la gráfica de áreas y capacidades del canal principal.

Con los datos de las columnas 2.6 y 7 de la tabla anterior, se procede a dibujar sobre un papel milimétrico (por comodidad) la representación gráfica de estos conceptos.

Sobre un eje horizontal se marcan los kilómetros del canal a una escala conveniente, sobre un eje vertical levantado en el km 0+000 se marca una escala apropiada de capacidades en  $m^3/s$  con tamaño máximo de la capacidad total del canal y en el extremo final del kilometraje del canal se levanta otro eje sobre el que se marca una escala de áreas dominadas con altura máxima del área total.

Sobre ese sistema rectangular de ejes se llevan pares de valores de estación y capacidades necesarias hasta cada estación en donde se encuentra una toma del canal.

El mismo procedimiento se emplea para dibujar la gráfica de áreas. Como las variaciones en la capacidad del canal pueden ser muy pequeñas de tal forma que no se ameriten cambios en las dimensiones del mismo, o a muy corta distancia una de otra que no resulte conveniente hacer todos los cambios que se presentan, se adoptan capacidades por tramos convenientes dibujando en general capacidades sobradas.

Estas capacidades se anotan en la columna 8 de capacidades adoptadas y son las que sirven para el diseño de las secciones.

## 2 - Estudio y localización definitivas

### 2.1 ) Estudio y cálculo de secciones hidráulicas del canal principal.

En general las secciones que deben adoptarse son las de --

máxima eficiencia en canales revestidos y los de mínima filtración en canales sin revestir; sin embargo en canales de gran capacidad al hacer el dimensionamiento de la sección se debe tomar en cuenta la profundidad de la roca y el procedimiento de construcción, por lo que la máxima eficiencia no rige en esos casos. Para caudales muy grandes se puede limitar el tirante del agua a 4.00 m como máximo y para caudales menores adoptar una relación  $b:d=1$  para taludes de 1.5:1 en canales revestidos.

De los resultados obtenidos en la localización preliminar, se deduce la pendiente conveniente para el canal.

Teniendo como datos el gasto y la pendiente se procede al cálculo hidráulico de las secciones en los distintos tramos del canal, haciendo uso de las fórmulas de Manning  $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$  y de la continuidad  $Q = V A$ .

Si al obtener la sección para la capacidad adoptada, la velocidad resulta mayor que la permisible, se reduce la pendiente y se proyectan estructuras de caída para absorber el desnivel excedente.

Desde el punto de vista de la construcción de su sección, se distinguen los siguientes tipos de canales:

- 1.- Sin revestimiento
- 2.- Revestidos
- 3.- Construcción con muros laterales
- 4.- Prefabricados
- 5.- En túnel o conducto cubierto

Los canales sin revestimiento son simplemente excavados en el terreno natural, el que puede ser de consistencias variables desde terre no suelto hasta roca.

En canales excavados en material común, los taludes que se emplean deben ser como mínimo de 1.5:1 y la velocidad está limitada por el valor que no provoque erosión ni depósito de azolves; valores comprendidos entre 0.60 m/s y 0.90 m/s son recomendables.

El rango de variación en condiciones normales (Bureau of Reclamation) es el siguiente:

Canal	Velocidad en m/s	
	Mínima	Máxima
Canales laterales pequeños	0.45	0.75
Canales principales	0.60	1.35

En canales excavados en terrenos compactos, de resistencia al intemperismo el talud se puede reducir hasta 1:1 y la velocidad permisible aumentarse de acuerdo con la capacidad para resistir la erosión.

Los canales revestidos pueden serlo de cualquier material económico y resistente; usándose con más frecuencia concreto o mampostería, y en ocasiones revestimientos de arcilla compactada, asfalto, plásticos, etc.

En canales revestidos de concreto el talud indicado es el



de 1.5:1 para no utilizar formas en la colocación del revestimiento.

En canales revestidos de mampostería se pueden usar taludes de 1.1 a 1.5:1 el primero reporta mayor economía por lo que deben emplearse si el terreno lo permite; los canales de muros laterales ya sea de mampostería o de concreto pueden llevar taludes hasta de cero y en el caso del concreto cualquier tipo de sección y por último los canales prefabricados pueden ser construidos a base de canaletas o tubos unidos por sus extremos para constituir el canal.

En canales revestidos de concreto, la velocidad máxima permisible es fijada por el concepto de operación o de resistencia así en canales con refuerzo en tramos cortos y sin estructuras puede llegar hasta 3.75 m/s en canales sin refuerzo no debe exceder de 2.5 m/s ni de 0.7 de la velocidad crítica. En canales distribuidores para que haya un correcto funcionamiento hidráulico de bocanomas y represas, la velocidad permisible es del orden de 1.5 m/s pudiendo en ciertas condiciones obligadas aumentarse pero sin llegar a 2.0 m/s ni a 0.8 de la velocidad crítica.

En todos los casos la velocidad mínima que se adopte debe ser la que no deposite azolves: generalmente un valor de 0.60 m/s cumple tal condición.

En casos excepcionales y tratándose de aguas limpias se puede llegar hasta 0.30 m/s.

En canales sin revestir, la velocidad mínima que no permi-

te crecimiento de vegetación es del orden de 0.75 m/s.

Cuando por condiciones de localización el canal requiere cruzar cerros o prominencias para evitar grandes desarrollos o localizaciones en laderas escarpadas, se proyecta cruzar en túnel cuya sección puede ser circular o tipo herradura. Para gastos pequeños el diámetro de la sección queda limitado por el equipo y método de construcción, en términos generales el mínimo libre puede llegar a 2.50 m para excavaciones hechas con equipo mecánico y a 1.80 para las hechas a mano.

El techo necesario para cambiar la sección del canal de cielo abierto a túnel fluctua entre 2 y 3 veces el diámetro del mismo, y es función de las condiciones geológicas del terreno y de los costos en cada caso.

El espesor del revestimiento en túneles es del orden de  $1/10$  a  $1/12$  del diámetro interior dependiendo de las recomendaciones geológicas y del adema.

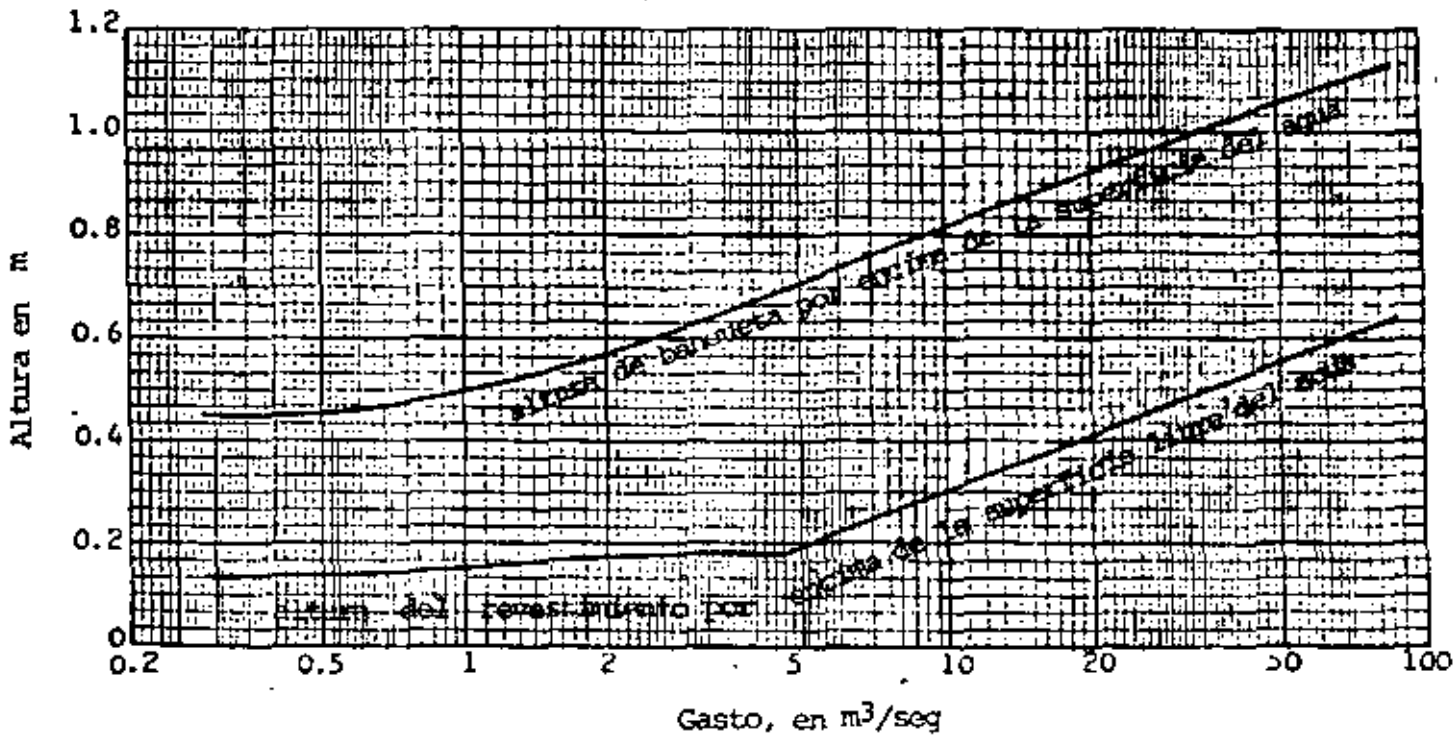
Determinada la sección hidráulica de cada uno de los tramos del canal se procede a fijar el bordo libre.

Existe un gran número de factores que influyen en la determinación del bordo libre y que pueden resumirse en 3:

- 1.- Tipo del canal revestido, sin revestimiento, construido con muros etc.

- 2.- Capacidad normal del canal y posibilidades de aumento en la misma; efectos de entradas pluviales etc.
- 3.- Velocidad, estabilidad horizontal de la superficie libre del agua, operación de bocatomas, pendientes fuertes, curvas etc.

En forma aproximada y para condiciones normales se puede hacer uso de la siguiente gráfica para la determinación del bordo libre en canales de riego.



Bordo libre y altura de banquetas recomendados para canales revestidos

(U.S. Bureau of Reclamation)

2.2 ) Estudio de las cuencas hidrográficas de las corrientes que se cruzan y determinación de sus gastos .

Con base en la localización preliminar del canal, quedan limitadas las cuencas de las corrientes que se van cortando y de las que es necesario determinar el gasto máximo que se puede presentar para con base en este dato, proyectar la estructura de cruces conveniente.

Se procede a medir el área de la cuenca en el plano de que se disponga ( generalmente planos Detenal o de la Secretaría de la Defensa Nacional en los cuales se ha vaciado la localización del canal ) y según la importancia de la corriente es el método empleado para la determinación del gasto máximo; en corrientes importantes se investiga si hay aforos u observaciones cercanas o se calcula empleando métodos probabilísticos o las envolventes de gastos máximos registrados en la región, etc.

Los datos básicos ( precipitación ó aforos ) para la determinación del gasto de diseño, deben analizarse para diferentes periodos de retorno, seleccionado éste de acuerdo con la importancia de la estructura de cruce y de la corriente.

2.3 ) Localización del canal principal en planos 1:5 000.

Para iniciar la localización se preparan las formas que se presentan en el anexo 3.

Las capacidades del canal deben tomarse en cuenta para la localización definitiva bajo el siguiente criterio: Si el canal es de gran capacidad, se localizará a base de grandes tangentes a fin de disminuir su longitud permitiendo cortes moderados. Si el canal es de pequeña capacidad se localizará más apegado a las curvas de nivel permitiendo mayor movimiento del eje. Los casos intermedios serán con los mismos criterios y casos dudosos se debe hacer un estudio de costo mínimo tomando en cuenta que un mayor desarrollo implica mayores costos de conservación.

Para la localización del canal también debe tomarse en cuenta que éste, sea solo de conducción o que a su vez sea distribuidor.

Si el tramo en estudio corresponde a conducción solamente, se localiza de tal manera que la cubeta del canal quede protegida en el terreno natural íntegramente y si la localización es en ladera, se determina la intersección del terreno natural con la corona del canal, siendo estas elevaciones las que sirven como las que se marcan en los planos y que se usan para trazar líneas que contengan el mayor número de estos puntos de control quedando paralelas al eje de localización del canal.

Si el canal va alimentando tomas y canales laterales, la localización se hace de tal manera que la superficie libre del agua en el canal principal quede arriba del terreno natural lo necesario para que las tomas o laterales alimentados puedan regar inmediatamente a su salida. Las tangentes trazadas sobre los planos y que representa el eje del canal, se ligan por medio de curvas de un grado tal que el valor máximo del radio

varíe de 3 a 7 veces el ancho de la superficie libre del agua en el canal. En canales de tierra se toma el valor de 7 pudiendo llegar en canales revestidos de 5 y si el canal va enterrado a 4, el valor de 3 sólo deberá usarse en condiciones muy obligadas.

Las curvas de liga se calculan y se lleva un registro como se indica en el anexo número 4.

En cada cruce con el drenaje natural se hace uso de los datos obtenidos en el inciso 2.2 para determinar que tipo de estructura conviene utilizar y estimar las pérdidas que originará.

Para gastos de cruce inferiores a la décima parte del gasto normal del canal, se pueden proyectar, optativamente, entradas de agua al mismo, siempre y cuando no se invada más del 50% del bordo libre revestido ó 25% del total y siempre que se prevea un desagüe inmediato. Para arroyos cuyos gastos se pueden controlar mediante pequeños vasos formados con diques, se usará esta estructura la cual irá o no provista de un vertedor de excedencia según la magnitud y características de la cuenca y su aportación. Los gastos que no se deban meter al canal ni ameriten estructuras de dique, pueden cruzarse mediante un paso superior. Se proyectarán contracunetas para encauzar escurrimientos menores a estructuras más importantes. Finalmente la estructura para dar paso a un gasto cualquiera es el sifón invertido.

La sección del arroyo se rectificará en el tramo de cruce utilizado para el proyecto el método de sección y pendiente.

#### 2.4 ) Obtención de coordenadas gráficas.

Se obtienen gráficamente las coordenadas de los P.I. para dibujar la localización anterior en los planos escala 1: 20 000 en los cuales se hizo la localización preliminar y de esta manera corregir la línea del eje.

#### 2.5 ) Ajuste de la localización de canales, de áreas, cadenamiento y nomenclatura.

Por lo que respecta a los canales del sistema de distribución que se localizaron en escala 1: 20 000, se afina su localización en -- escala 1:5 000 y se hacen los ajustes respectivos en los primeros planos.

Como resultado de los ajustes hechos según los incisos -- 2.4 y 2.5, las áreas de algunos lotes se modifican por lo que se hacen nuevas mediciones.

Con las localizaciones gráficas (escala 1: 5 000) se modifican los kilometrajes por lo que se hacen los ajustes necesarios en cadena mientos y nomenclatura del sistema de distribución.

En la tabla y la gráfica de áreas y capacidades del canal principal se hacen las modificaciones de acuerdo con los datos corregidos.

En las secciones hidráulicas del canal principal se hacen los ajustes en capacidades y cadenamientos.

#### 2.6 ) Localización de represas en el canal principal.

Al efectuar la localización del canal principal en los planos escala 1: 5 000, se obtuvo el perfil del terreno natural y se proyectaron la rasante y perfil del agua cuidando de atender el servicio a las bocatomas. Esta previsión toma como base el funcionamiento con el tirante normal en el canal para el gasto de máxima demanda, pero en general el canal - trabajará con gastos menores, es por tanto necesario proyectar represas que proporcionen la carga para el funcionamiento de las bocatomas cuando los tirantes en el canal sean inferiores al normal.

El criterio para la localización de las represas es el siguiente:

Cada represa deberá servir al mayor número de tomas posibles sin invadir el bordo libre. Se harán ajustes en la elevación de las tomas siempre y cuando no alteren su funcionamiento normal.

El desnivel entre la superficie libre del agua en el canal principal y en el lateral, o toma más alta estando cerrada la represa, debe ser como mínimo igual a la suma de pérdidas de carga en las estructuras de toma y aforadora y satisfacer la condición de que la superficie libre del -



agua en el lateral, permita dominar en cada toma, los terrenos de riego.

En canales revestidos de concreto las represas son necesarias para evitar, además, el vaciado rápido del canal; por lo tanto se proyectarán las suficientes para permitir bajar gradualmente los niveles a lo largo de su desarrollo reduciendo así la subpresión que no es absorbida — por su propio drenaje.

Al elegir el sitio donde deban construirse represas, se procura asociarlas con alguna otra estructura que se tenga en proyecto.

Para evitar entrada de azolves del canal principal a los laterales, se deja un desnivel entre las plantillas de 0.50 m como mínimo o en su defecto un desfogue con una estructura decantadora en el principio del lateral pudiendo formar parte de la estructura aforadora.

## 2.7 ) Secciones transversales del canal principal y estimación de terracerías.

Con perfil longitudinal del canal, se seleccionan las estaciones convenientes en donde se deben obtener secciones transversales para el cálculo de terracerías y se estiman éstas.

Se proyectan y se estima la excavación en contracunetas.

2.8 ) Estimación de revestimientos del canal principal.

Se determinan los tramos de las diferentes secciones y se estima el volúmen de los revestimientos, grava de la plantilla, tubería para drenaje, juntas etc.

2.9 ) Estructuras del canal principal.

Se hace un recuento de las estructuras del canal principal agrupando las de características iguales y se calculan sus cantidades de obra generalmente con base en diseños tipo o se efectúan los anteproyectos necesarios.

2.10 ) Áreas y capacidades de canales del sistema de distribución.

Con las áreas de los lotes se procede a llenar las tablas de áreas y capacidades de cada uno de los canales del sistema de distribución. Esta operación es anterior a la del canal principal.

Se dibujan las gráficas de áreas y capacidades de los principales laterales o sublaterales, en el caso de canales pequeños con la sola tabla es suficiente el diseño.

2.11 ) Diseño de los canales del sistema de distribución.

Se obtienen los perfiles del terreno natural de cada uno de los canales del sistema de distribución y se dibujan sobre papel milimétrico a una escala apropiada, generalmente 1: 100 ó 1: 200 vertical y 1: 10 000 ó 1:20 000 horizontal. Sobre los mismos perfiles se localizan todas las estructuras que aparecen en la planta y las que se crean necesarias, marcando con una línea vertical en la estación correspondiente y anotando el nombre de la estructura en la parte anterior y el kilometraje de la misma en la parte posterior de la línea.

Tomando como base el perfil del terreno se estudian las pendientes de cada canal que mejor se adapten al terreno natural y que asociados a los gastos necesarios obtenidos según las tablas de áreas y capacidades son los argumentos necesarios para determinar la sección tipo en cada tramo de canal. Estas secciones tipo se consignan en las tablas Nos. 5, 6, 7 y 8.

Cuando la pendiente longitudinal del terreno es superior a la máxima permisible para el canal, se hace necesario proyectar estructuras de caída para absorber el desnivel excedente.

Para fijar la posición y la altura de la caída debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- 1.- La altura se proyecta de 1.00, 1.50 ó 2.00 m salvo — casos especiales, lo que tiene por objeto utilizar estructuras tipo.
- 2.- La localización se hace tratando de reducir excavaciones y dándole seguridad a la estructura.
- 3.- Se procura ligarlas a alguna otra estructura tal como toma, represa, puente, etc.

Adoptada la sección tipo para cada tramo de canal, se tienen sus gastos adoptados correspondientes, los cuales se anotan en la columna respectiva de las tablas de áreas y capacidades y en las gráficas correspondientes.

#### 2.12 ) Tabla de canales del sistema de distribución

Como resumen del sistema de distribución, se forma una tabla en la cual aparecen: el nombre del canal, sus diferentes tramos, las longitudes y sección tipo de cada tramo. Véase tabla No. 9.

#### 2.13 ) Estimación de terracerías de los canales del sistema de distribución.

Se hace la estimación de las terracerías del sistema de dis

tribución con base en los perfiles que se obtuvieron para el diseño.

2.14 ) Estimación de revestimientos del sistema de distribución.

Si el sistema es revestido o con canales construidos de mampostería, se procede a hacer la estimación de esas cantidades de obra y demás conceptos afines.

2.15 ) Estructuras del sistema de distribución.

Se hace un recuento de todas las estructuras del sistema de distribución, agrupándolas y clasificándolas por clases y secciones tipo, incluyendo las estructuras aforadoras. En su caso se diseñan las estructuras especiales.

Con base en las cantidades de obra para estructuras y en las especiales se estiman las correspondientes a todo el sistema de distribución, agrupándolas según se requiera para el programa de construcción o para análisis de alternativas o etapas.

2.16 ) Diseño de drenes.

En general el sistema de drenaje consiste en una red de drenes de capacidad variable que cubre la zona y se destina a eliminar en la forma más directa las aguas excedentes, cualquiera que sea su procedencia, a fin de evitar que los niveles freáticos asciendan en forma inconveniente.

Dependiendo de diversos factores, como la forma del área, conformación del terreno, la función que desempeñan, su localización y el área que drenan, el sistema de drenaje está constituido por las siguientes clases de drenes:

Parcelarios, que son generalmente entubados, se localizan en los terrenos de riego y se destinan a eliminar el exceso de aguas superficiales y subterráneas dentro de la parcela, para descargarlo en los drenes secundarios.

Secundarios o de alivio, que se localizan aprovechando la conformación del terreno, siguiendo las líneas del flujo del microdrenaje y conectando sumideros o áreas aisladas de drenaje deficiente, a los drenes colectores o principales.

Colectores o interceptores, que se alojan también aprovechando la conformación del terreno, siguiendo las depresiones y los talwegs. Se destinan esencialmente a recibir las aguas que descargan los drenes secundarios para conducirlos a los drenes principales.

Principales que se localizan a lo largo de las líneas principales del drenaje natural y se destinan a desalojar del área todas las aguas excedentes, incluyendo las aportaciones de las cuencas alimentadoras, así como los que se generan en la propia área, procedentes de la lluvia, de los excedentes de riego, de filtraciones y de desperdicios, en ocasiones se requieren rectificaciones o encauzamientos para su correcto funcionamiento.

El proyecto de los drenes parcelarios, se reduce a determinar su espaciamento y profundidad.

El espaciamento de los drenes se calcula para el drenaje de aguas de infiltración.

Para calcular la separación de los drenes existen diversas fórmulas deducidas empíricamente por diferentes autores y para diferentes tipos y condiciones de terrenos las que se pueden adoptar y adaptar en su caso; una de ellas es la siguiente:

$$B = 2 \frac{K}{q} (H^2 - h^2)$$

En donde:

B = Separación en metros

H = ( p-a ) en metros

p = Profundidades de los drenes condicionada por la profundidad del estrato impenmeable, pero no mayor de 2 m.

a = Profundidad permisible del manto freático según el tipo de cultivo.

q = Intensidad media de alimentación proveniente de infiltración, en metros por día.

K = Coeficiente medio de filtración, permeabilidad o conductividad hidráulica en metros por día.

h = Tirante del agua en el dren abierto en metros.

Para drenes entubados, las fórmulas son del tipo de la siguiente:

$$B = \frac{2H K}{q} \quad \text{con el mismo significado}$$

El cadenamiento de los drenes se inicia en el sitio de descarga y su kilometraje se marca en los planos, a cada kilómetro hacia aguas arriba.

La clasificación del dren lo define su importancia; cuando el dren o drenes principales los constituyen de arroyos o ríos no se puede llevar una nomenclatura igual a los drenes, teniendo que identificarse con el nombre del sitio mas importante que cruce o bien por su letra, un número o una combinación de ambas, los drenes secundarios llevarán el nombre del sector al cual descargan y un número o letra que indiquen el orden de su descarga al mismo.

2.17 ). Capacidad de los drenes.

Las capacidades varían de acuerdo con las aportaciones de las cuencas alimentadoras, así como de las que se generan en la propia área, procedentes de la lluvia, de los excedentes de riego, de infiltraciones y de desperdicios.

Deberá calcularse en cada caso el coeficiente de drenaje o  $Y_d$  desague que multiplicado por el área de influencia de cada dren, proporcione el gasto de diseño, según se trate de un dren interior o de uno cuyo origen se halle fuera de la zona de riego.



Para no proyectar sistemas demasiado costosos, con el gasto instantáneo, se estima que se permitirá inundación temporal de un tiempo que podría ser el máximo que resistan los cultivos sin reducir sus rendimientos.

La secuela general para el cálculo del coeficiente de drenaje por lluvias es la siguiente:

1.- A partir de los registros de lluvia máxima en 24 y 48 horas, se seleccionarán las correspondientes a diferentes períodos de retorno (generalmente para 1, 2, 5 y 10 años). Si es suficiente la información, se elaboran las curvas intensidad-duración-frecuencia, de las cuales se obtiene para cada período de retorno la lluvia correspondiente.

2.- Se selecciona el período de retorno apropiado haciendo un balance de lo que se incrementa el costo de las obras al aumentar el período de retorno (mayor protección a los terrenos de cultivo). Seleccionando el período de retorno, se elaboran planos de isoyetas de ese período.

3.- Se obtienen la curva de distribución de la lluvia seleccionada ya sea con base en registros pluviográficos o siguiendo una distribución teórica del tipo  $I = \frac{K t^{1/e}}{1 - e}$ . Si son varias las estaciones de apoyo, se obtiene una curva representativa.

4.- Se estiman las pérdidas hidrológicas (retención inicial, retención por almacenamiento, evapotranspiración e infiltración básica) con lo cual se deducen las láminas de lluvia en exceso.

5.- Se elabora una gráfica con las láminas de lluvia en exceso sobre la cual se dibujan las líneas que representan el coeficiente de drenaje para diferentes períodos de desalajo. En esta gráfica las abscisas representan el tiempo en horas y las ordenadas las láminas acumuladas de escurrimiento.

6.- De la gráfica anterior, se selecciona el período de desalajo que permitan los cultivos sin sufrir deterioro, con lo cual queda definido el coeficiente de drenaje superficial o coeficiente de desague.

Para el caso de corrientes naturales que cruzan la zona y según la importancia del dren se puede hacer uso de los siguientes métodos:

Envolventes de gastos máximos regionales, hidrógrafo unitario fórmulas empíricas, etc.

Además se pueden correlacionar los datos de lluvia con el escurrimiento en corrientes regionales y deducir así el coeficiente de escurrimiento, o bien fijar este coeficiente en función del clima, de la vegetación y de la magnitud del área por drenar.

Como datos generales se ha observado que el rango de variación para el coeficiente de escurrimiento cae dentro de los siguientes valores:

## 1.- En función del clima

Región	Coef. de escurrimiento en %
Húmeda	35 ó mayor
Semihúmeda	15 a 35
Semiárida	5 a 15
Arida extrema o desértica	0 a 15

## 2.- En función de la vegetación

Clase de terreno	Coef. de escurrimiento en %
Terrenos cultivados, pastos	1 a 30
Terrenos sin cultivo	25 a 50
Áreas boscosas	5 a 20

## 3.- En función de la magnitud del área

Extensión de la cuenca	Coef. de escurrimiento en %
Hasta 10	20
de 11 a 100	20
de 11 a 100	15
de 100 a 500	10
Mayores de 500	Menor de 10

En otros casos se puede hacer uso de fórmulas empíricas.

Las cuencas por drenar, en función de su magnitud, se clasifican en:

Chicas  
 Medianas  
 Grandes  
 Muy grandes

Los métodos de aplicación más recomendables son como se señala en las siguientes tablas.

#### CUENCAS DE DRENAJE CHICAS

Límites aproximados de 1 a 25 km<sup>2</sup>

MÉTODOS FÓRMULAS EMPÍRICAS	DATOS PARA APLICACION	PROPORCIONAN
Creager	Area de la cuenca coeficiente de escurrimiento	Gasto máximo instantáneo
Gregory - Arnold	Area de la cuenca -- Coeficiente de escurrimientos (correspondiente a avenidas)	Gasto máximo instantáneo

Burkli - Ziegler

Area de la cuenca --  
Coeficiente de permeabilidad  
Precipitación cm/hora.  
Pendiente de la cuenca.

Otras  
CURVA ENVOLVENTE DE  
CAUDALES.

Curva envolvente de  
caudales

Area de la cuenca  
Aforos de las estacio  
nes hidrométricas

Distribución  
del escurri-  
miento  
 $m^3/seg./km^2$

MÉTODOS BASADOS EN -  
RELACIONES LLUVIA --  
ESCURRIMIENTO

Chow

1 ) DATOS FISIOGRA--  
FICOS:  
Area de la cuenca --  
por estudiar  
longitud del cauce -  
principal  
Tipos y uso del sue-  
lo.

Gasto máximo  
con un Perí-  
do de retor-  
no determinado.

## CUENCAS DE DRENAJE MEDIANAS

Límites aproximados de 25 a 200 km<sup>2</sup>

## METODOS

## DATOS PARA SU APLICACION

## PROPORCIONAN

Mismos métodos emplea-  
dos en cuencas chicas  
y además:

HIDROGRAFO UNITARIO -  
E HIDROGRAFO UNITARIO  
TRIANGULAR.

Cálculo de curvas de --  
Intensidad-Duración ---  
Frecuencia Curva de Al-  
tura de Precipitación -  
Area - Duración  
Determinación del coe-  
ficiente de infiltra-  
ción.

Hidrograma de  
la avenida --  
así como su -  
gasto máximo.

Obtención de Hidrogra-  
mas Unitarios para dife-  
rentes duraciones de --  
lluvias en exceso.

## CUENCAS DE DRENAJE GRANDES

Límites Aproximados de 200 a 2000 km<sup>2</sup>

METODOS	DATOS PARA SU APLICACION	PROPORCIONAN
CURVA ENVOLVENTE DE CAUDALES.		
Curva envolvente de Creager o la regional	Area de la cuenca Aforos de las estaciones hidrométricas	Distribución del escurrimiento.
I - PAI - WU Y CHOW para una área de hasta + 250 km <sup>2</sup>		
HIDROGRAFO UNITARIO, TRIANGULAR		
METODOS PROBABILISTICOS		
Levediev Gumbel Nash Allen Hazen, y Foster	Gastos máximos anuales registrados en las estaciones hidrométricas	Con estos métodos es posible conocer únicamente el gasto máximo para un determinado período de retomo a partir de los gastos máximos anuales, registrados por las estaciones hidrométricas.

## CUENCAS DE DRENAJE MUY GRANDES

Mayores de 2 000 km<sup>2</sup>

## METODOS:

CURVA ENVOLVENTE DE  
CAUDALES, HIDROGRA-  
MA UNITARIO, Y TRIAN-  
GULAR.

PROBABILISTICOS

La descripción de los métodos señalados en las tablas anteriores, aparecen en el documento "Principales Métodos para la Determinación de los Gastos Máximos de Escurrimiento".

Para calcular el gasto por concepto de drenaje agrícola, en terrenos francos y láminas de riego normales, se puede hacer uso de la siguiente tabla: ( tomada y adaptada del libro Ingeniería de Drenaje por James U. Luthin ).

Area drenada en Ha	Módulo en lts/s/Ha
0 a 15	0.700
16 a 30	0.610
31 a 50	0.506
51 a 100	0.428
101 a 200	0.389
201 a 300	0.376
301 a 400	0.371
401 a 600	0.284
600 en adelante	0.228



En el proyecto de los drenes se procura que la plantilla lleve sensiblemente la pendiente del terreno natural salvo cuando ésta sea menor a la necesaria para proporcionar una buena velocidad en cuyo caso se profundizará hasta la descarga aumentando la excavación de la cubeta. Si la pendiente del terreno es tal que origine velocidades erosivas se proyectan estructuras de caída.

En drenes localizados por arroyos que es necesario rectificar o encauzar, o en el caso de rehabilitaciones además del perfil del dren se requiere secciones para el proyecto y estimación de cantidades de obra

En el desarrollo de los drenes al igual que en los canales, se presentan cruces con obras existentes o de proyecto. La estructura que sirve para resolver el cruce se carga: si el cruce es con obras existentes al sistema de drenaje y si es con una obra en proyecto, se le carga a dicha obra.

Las estructuras en el sistema de drenaje se pueden clasificar por:

De operación .- Tienen como función controlar la descarga de un dren, mediante compuertas, a través de un bordo de proyección contra inundaciones, así mismo se operan las entradas de agua de lote a dren.

El módulo se escoge de esta tabla en función de la magnitud del área drenada y la capacidad necesaria se obtiene multiplicando el módulo por el valor del área.

Como en el caso de los canales de riego aún cuando las capacidades necesarias pueden tener una gran variación, se agrupan en secciones tipo dejando márgenes de seguridad.

Para mayor detalle se recurre al manual titulado Determinación de Gastos Máximos y Proyectos de Drenaje.

Con los datos anteriormente obtenidos se hace una relación clasificando los drenes por su importancia y se anota la sección adoptada para cada tramo de ellos.

Generalmente los drenes secundarios requieren poca capacidad, por lo que las dimensiones de su sección se rigen por la profundidad necesaria para los efectos de drenaje interno o parcelario en su caso y la plantilla mínima que permita el procedimiento de construcción más económico.

En forma general si los drenes van a funcionar únicamente para desalojar aguas superficiales, no se requiere obligar la profundidad y se diseñarán secciones menos peraltadas, esto permite conservar la humedad si no se tiene contemplado el riego.

De protección,- Cuando la pendiente del terreno, a lo largo del dren, es muy grande, en ocasiones es necesario construir caídas.

En la unión entre drenes es necesario construir lavaderos con piedras acomodadas a mano o junteadas con mortero de cemento a fin de conservar la sección y su funcionamiento.

De comunicación,- Para mantener las condiciones de viabilidad que prevalecían antes de la construcción de los drenes, deben construirse estructuras de cruce, consistentes en puentes.

Determinadas las estructuras que deben considerarse en el sistema de drenaje, se agrupan por tipos y dimensiones, haciendo el recuento respectivo.

2.27 .- Con base en los proyectos tipo de estructuras, se hace la estimación de las cantidades de obra correspondientes. Si se requieren estructuras especiales, se hace el anteproyecto.

2.28 .- A lo largo del canal principal así como de los canales del sistema de distribución y drenes importantes, se proyectan caminos de servicios así como otros caminos que sirven de enlace con los anteriormente citados; esto último servirá para formar circuitos viales de manera de circundar zonas entre 400 y 600 Ha. Los caminos se clasifican en principales y secundarios y el diseño y características de su corona será en función del volumen de tránsito que se espere, se procede a determinar las longitudes de cada tipo de camino.

Generalmente los caminos principales se localizan paralelamente a los canales principales o de drenes importantes en su mayoría -- utilizando las coronas de los bordos como base para el revestimiento de -- los caminos; en estas condiciones solo se estima el revestimiento.

Los caminos de enlace así como los que comunicarán poblaciones, se ligarán con los principales y llevarán las mismas características de su corona. En estos casos hay que estimar las terracerías y revestimientos.

Los caminos secundarios generalmente se localizan a lo -- largo de los canales del sistema de distribución o drenes secundarios y su construcción puede ser sobre los bordos o lateralmente a estos en cuyo caso se estima la conformación del terreno natural a un lado de los canales por lo que se determinan las hora-máquina efectivas.

Las estructuras necesarias para el buen funcionamiento -- de los caminos en proyecto se agrupan por tipos y dimensiones semejantes, haciendo a continuación la estimación de sus cantidades de obra para lo -- que se utilizan los proyectos tipo existentes, en casos especiales se diseña el anteproyecto correspondiente.

Las casas para canalero se ubican distribuídas en la zona de riego de tal manera que cada canalero pueda atender eficientemente sus funciones en una área aproximada entre 2 y 4 mil hectáreas y con un recorrido máximo de 20 km dependiendo de lo complicado del sistema de distribución. Con base en la localización y el número de casas, se estima la --

longitud de red telefónica y las cantidades de obra correspondientes o el sistema de radio adecuado.

Se ordenan todos los datos necesarios para la formación del o de los planos en que se presenta el proyecto, incluyendo obras de cabeza y la planeación de los sistemas de conducción, distribución, drenaje y caminos.

Quando el proyecto es posible representarlo en un plano de dimensiones normales, en esc. 1:20 000 en este plano se indican todas las características generales tales como tablas de áreas, secciones tipo, datos hidráulicos etc. Cuando por su magnitud se requieren varios planos en esc. 1:50 000 ó 1:40 000 en donde se indican todos los datos anteriormente mencionados.

Del estudio agrológico y planos respectivos se obtienen las áreas de cada una de las clases de suelos que han quedado dominadas por el proyecto de riego y se formará el plano de clasificación, así mismo se formará el plano de series y tipos de suelos, datos que servirán de base para la elaboración del programa de cultivos óptimos. Se dibujarán los planos correspondientes.

Del plano del levantamiento catastral, se circunscribe el área correspondiente al proyecto y se obtienen las áreas de tenencia

agrupandolas por estrados de magnitud de áreas detentadas tanto para el sector ejidal como para el particular y comunal, así como terrenos nacionales.

Con el levantamiento del uso actual del terreno se formará el plano correspondiente referido a la zona en estudio, y se determinará el área de cada uso, datos que se utilizarán en la determinación de las indemnizaciones.

Se hace la estimación de las afectaciones que originarán las obras tanto en presas como en zonas de riego. Se estimarán con base a precios comerciales regionales, el monto de las indemnizaciones que será necesario cubrir. En su caso - hacer estudios de reacomodo y de nuevos centros de población.

Se estima la maquinaria y equipo que será necesario adquirir para conservar las obras en buen estado cuando menos hasta que el futuro distrito de riego sea autosuficiente.

Terminadas las estimaciones de todos los conceptos de trabajo, se investigan todos los datos necesarios para hacer el análisis de precios unitarios y con lo que elaboran los presupuestos de las distintas partes del proyecto. Con los presupuestos generales, se fórmula un resumen del presupuesto. Por el método de la ruta crítica, se plantea un programa de construcción con lo cual se determina un programa de inversiones.

Se ordena y clasifica la memoria del proyecto y se hace el informe y descripción de las diferentes partes del mismo, según los términos de referencia establecidos o acordados.

## CONTROL DE ELEVACIONES DE LA LINEA PRELIMINAR

ESTACION	DISTANCIA	S	h	SUP. LIBRE DEL AGUA	NOTAS
0+000		0.0003		750.00	
1+000	1 000	0.0003	0.30	749.70	
2+000	1 000	0.0003	0.30	749.40	
2+500	500	0.0003	0.15	749.25	
2+500		0.0003	0.40	748.85	Sifón No. 1
4+000	1 500	0.0003	0.45	748.40	
4+000		0.0004		748.40	Cambio de pendiente
6+000	2 000	0.0004	0.80	747.60	







# SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS-SUBDIRECCION DE ESTUDIOS

DEPARTAMENTO DE DISENOS



83

ANEXO 4

Dto. de Riego de \_\_\_\_\_ Cació: \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

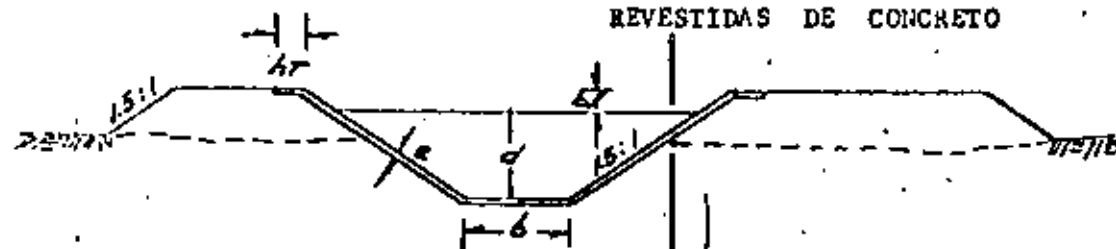
Revisó: \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

## CALCULO DE CURVAS

CURVA NO.	CURVA NO.	CURVA NO.	CURVA NO.
PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =
PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =
PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =
PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =
PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =
PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =	PI = Δ = G = R = ST = LC = PC = PT = T =

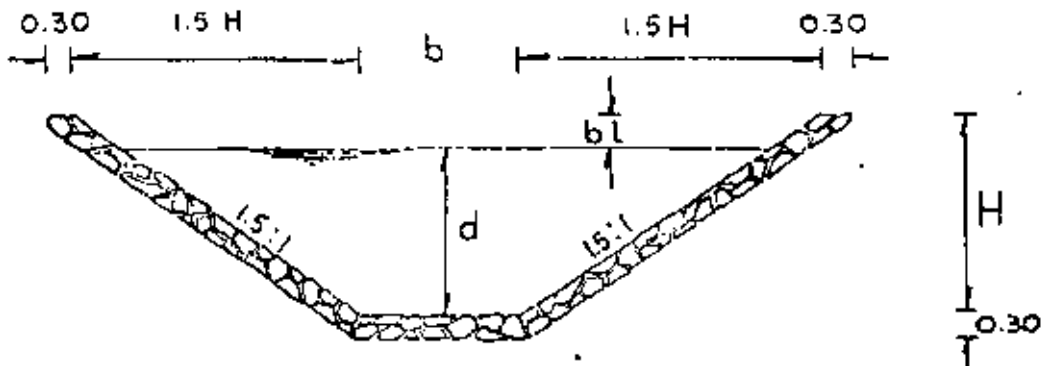
DATOS DE LAS SECCIONES TIPO  
REVESTIDAS DE CONCRETO



V. máx. = 0.7 Vc sin exceder  
1.5 m/s

S. T.	b	d	A	V. máx.	Q. máx.	n	b1	hr	p	e	Area de Rev.
	m	m	m <sup>2</sup>	m/s	m <sup>3</sup> /s		m	m	m	m	m <sup>2</sup>
1	0.30	0.30	0.23	0.96	0.221	0.018	0.15	0.10	2.12	0.06	0.127
2	0.30	0.40	0.36	1.07	0.365	0.018	0.15	0.10	2.48	0.06	0.149
3	0.45	0.45	0.51	1.17	0.597	0.018	0.15	0.10	2.81	0.06	0.169
4	0.45	0.55	0.70	1.27	0.889	0.018	0.15	0.10	3.17	0.06	0.190
5	0.60	0.60	0.90	1.34	1.206	0.018	0.20	0.10	3.78	0.06	0.227
6	0.60	0.70	1.16	1.44	1.670	0.018	0.20	0.10	4.05	0.06	0.243
7	0.75	0.75	1.41	1.50	2.115	0.018	0.20	0.10	4.38	0.06	0.263
8	0.75	0.85	1.72	1.50	2.580	0.018	0.20	0.10	4.74	0.06	0.284
9	0.90	0.90	2.03	1.50	3.045	0.017	0.20	0.10	5.07	0.06	0.304
10	0.90	1.00	2.40	1.50	3.600	0.017	0.20	0.10	5.43	0.06	0.326
11	1.05	1.05	2.76	1.50	4.140	0.017	0.20	0.10	5.76	0.06	0.346
12	1.05	1.15	3.19	1.50	4.785	0.017	0.25	0.10	6.30	0.08	0.504
13	1.20	1.20	3.60	1.50	5.400	0.017	0.25	0.15	6.73	0.08	0.538
14	1.20	1.30	4.10	1.50	6.150	0.017	0.25	0.15	7.09	0.08	0.567
15	1.35	1.35	4.56	1.50	6.840	0.017	0.30	0.15	7.60	0.08	0.608
16	1.40	1.40	4.90	1.50	7.350	0.016	0.30	0.15	7.83	0.08	0.626
17	1.40	1.50	5.48	1.50	8.220	0.016	0.30	0.20	8.29	0.10	0.829
18	1.55	1.55	6.01	1.50	9.015	0.016	0.35	0.20	8.80	0.10	0.880
19	1.55	1.65	6.64	1.50	9.960	0.016	0.35	0.20	9.16	0.10	0.916
20	1.70	1.70	7.23	1.50	10.845	0.016	0.35	0.20	9.49	0.10	0.949
21	1.70	1.80	7.92	1.50	11.880	0.016	0.40	0.20	10.03	0.10	1.003
22	1.85	1.85	8.56	1.50	12.840	0.016	0.40	0.20	10.36	0.10	1.036
23	1.85	1.95	9.31	1.50	13.965	0.016	0.40	0.20	10.72	0.10	1.072
24	2.00	2.00	10.00	1.50	15.000	0.016	0.40	0.20	11.05	0.10	1.105

CANALES REVESTIDOS DE MAMPOSTERÍA



a = Area de mampostería

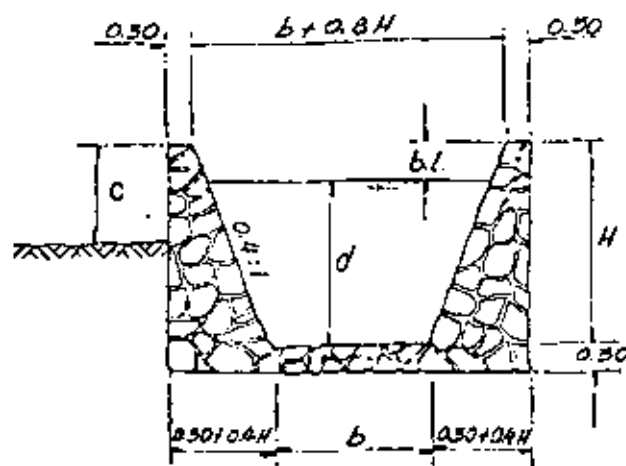
n = 0.020

V. máx. = 0.7 Vc sin exceder de 1.5 m/s

S. T.	b	d	A	V. máx.	Q. máx.	b.1	H	a
	m	m	m <sup>2</sup>	m/s	m <sup>3</sup> /s	m	m	m <sup>2</sup>
1	0.30	0.40	0.36	1.39	0.500	0.20	0.60	0.918
2	0.40	0.50	0.58	1.50	0.870	0.20	0.70	1.056
3	0.45	0.60	0.81	1.50	1.215	0.20	0.80	1.179
4	0.50	0.70	1.09	1.50	1.635	0.20	0.90	1.305
5	0.60	0.80	1.44	1.50	2.160	0.20	1.00	1.443
6	0.75	0.90	1.89	1.50	2.835	0.20	1.10	1.596
7	0.80	1.00	2.30	1.50	3.450	0.25	1.25	1.773
8	0.90	1.10	2.81	1.50	4.215	0.25	1.35	1.911
9	1.00	1.20	3.36	1.50	5.040	0.30	1.50	2.103
10	1.10	1.30	3.97	1.50	5.955	0.30	1.60	2.241
11	1.20	1.40	4.62	1.50	6.930	0.30	1.70	2.379
12	1.30	1.50	5.33	1.50	7.995	0.30	1.80	2.517
13	1.40	1.60	6.08	1.50	9.120	0.30	1.90	2.655
14	1.50	1.70	6.89	1.50	10.335	0.30	2.00	2.793
15	1.60	1.80	7.74	1.50	11.610	0.30	2.10	2.931
16	1.70	1.90	8.65	1.50	12.975	0.30	2.20	3.069
17	1.80	2.00	9.60	1.50	14.400	0.30	2.30	3.207
18	1.90	2.10	10.61	1.50	15.915	0.40	2.50	3.453
19	2.00	2.20	11.67	1.50	17.505	0.40	2.60	3.591
20	2.10	2.30	12.77	1.50	19.155	0.40	2.70	3.732

## CANALES CON MUROS DE MAMPOSTERÍA

## SECCIONES TIPO



$$C \text{ máx.} = 1.20 \text{ m}$$

$$C \text{ mín.} = 0.70 \text{ m}$$

$$n = 0.020$$

s = Area de mampostería

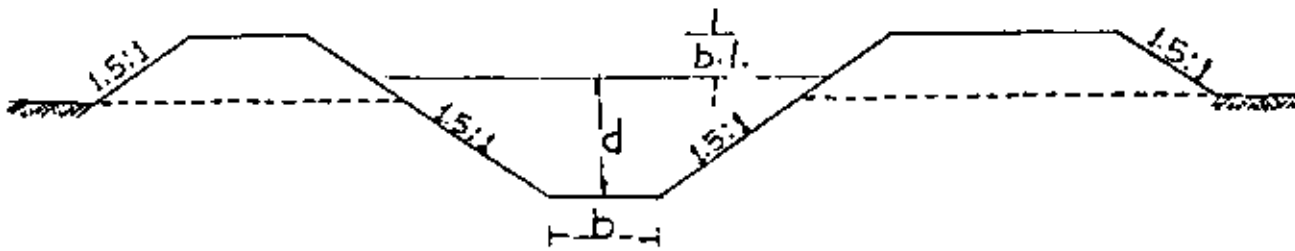
$$V. \text{ máx.} = 0.7 V_c \text{ sin exced de } 1.5 \text{ m/s}$$

S. T.	b	d	A	V. máx.	Q. máx.	b.l	H	s
	m	m	m <sup>2</sup>	m/s	m <sup>3</sup> /s	m	m	m <sup>2</sup>
1	0.30	0.40	0.184	1.19	0.219	0.20	0.60	0.918
2	0.40	0.50	0.300	1.34	0.402	0.20	0.70	1.084
3	0.45	0.60	0.414	1.46	0.604	0.20	0.80	1.243
4	0.50	0.70	0.546	1.50	0.819	0.20	0.90	1.410
5	0.60	0.80	0.736	1.50	1.104	0.20	1.00	1.600
6	0.75	0.90	0.999	1.50	1.499	0.20	1.10	1.813
7	0.80	1.00	1.200	1.50	1.800	0.25	1.25	2.095
8	0.90	1.10	1.474	1.50	2.211	0.25	1.35	2.313
9	1.00	1.20	1.776	1.50	2.664	0.30	1.50	2.640
10	1.10	1.30	2.106	1.50	3.159	0.30	1.60	2.878
11	1.20	1.40	2.464	1.50	3.696	0.30	1.70	3.124
12	1.30	1.50	2.850	1.50	4.275	0.30	1.80	3.378
13	1.40	1.60	3.264	1.50	4.896	0.30	1.90	3.640
14	1.50	1.70	3.706	1.50	5.559	0.30	2.00	3.910
15	1.60	1.80	4.176	1.50	6.264	0.30	2.10	4.188
16	1.70	1.90	4.674	1.50	7.011	0.30	2.20	4.474
17	1.80	2.00	5.200	1.50	7.800	0.30	2.30	4.768
18	1.90	2.10	5.754	1.50	8.631	0.40	2.50	5.350
19	2.00	2.20	6.336	1.50	9.504	0.40	2.60	5.668
20	2.10	2.30	6.946	1.50	10.419	0.40	2.70	5.994

## CANALES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

C	A	N	A	L	T R A M O			SECCION		
					Km	a	Km	Long.en Km	TIPO	
Lateral	Km	33	+	880	0 + 000	a	1 + 450	1.450	8	
					1 + 450	a	11 + 100	9.650	6	
					11 + 100	a	12 + 300	1.200	5	
					12 + 300	a	16 + 800	4.500	4	
					16 + 800	a	20 + 270	3.470	2	
	SL	0 + 320	0 + 000	a	4 + 650	4.650	2			
	SL	1 + 450	0 + 000	a	0 + 730	0.730	3			
			0 + 730	a	6 + 650	5.920	2			
	R	0 + 750	0 + 000	a	3 + 200	3.200	1			
	SL	11 + 100	0 + 000	a	3 + 010	3.010	1			
	SL	12 + 300	D	0 + 000	a	2 + 600	2.600	1		
	SL	12 + 300	I	0 + 000	a	4 + 740	4.740	3		
				4 + 740	a	8 + 530	3.790	2		
	SL	14 + 520	0 + 000	a	2 + 780	2.780	1			
	SL	16 + 800	0 + 000	a	5 + 015	5.015	2			
Lateral	Km	35	+	160	0 + 000	a	1 + 290	1.290	8	
					1 + 290	a	9 + 720	8.430	4	
					9 + 720	a	12 + 570	2.850	2	
					12 + 570	a	15 + 620	3.050	1	
	SL	9 + 720	0 + 000	a	1 + 450	1.450	3			
			1 + 450	a	4 + 380	2.930	2			
			4 + 380	a	6 + 450	2.070	1			
	R	4 + 38	0 + 000	a	0 + 970	0.970	1			
	Lateral	Km	35	+	890	0 + 000	a	1 + 060	1.060	1
	Lateral	Km	37	+	680	0 + 000	a	2 + 080	2.080	2

DATOS DE LAS SECCIONES TIPO  
SIN REVESTIMIENTO



S. T.	b m	d m	A m <sup>2</sup>	V. máx. m/s	Q. máx. m <sup>3</sup> /s	n	b.l. m
1	0.45	0.45	0.50	1.00	0.50	0.033	0.45
2	0.60	0.50	0.68	1.00	0.68	0.033	0.45
3	0.60	0.60	0.90	1.00	0.90	0.033	0.50
4	0.75	0.65	1.12	1.00	1.12	0.033	0.50
5	0.75	0.75	1.41	1.00	1.41	0.033	0.55
6	0.90	0.80	1.68	1.00	1.68	0.033	0.55
7	0.90	0.90	2.03	1.00	2.03	0.033	0.55
8	1.05	0.95	2.35	1.00	2.35	0.032	0.60
9	1.05	1.05	2.76	1.00	2.76	0.032	0.60
10	1.20	1.10	3.14	1.00	3.14	0.032	0.65
11	1.20	1.20	3.60	1.00	3.60	0.032	0.65
12	1.35	1.25	4.03	1.00	4.03	0.032	0.65
13	1.40	1.30	4.36	1.00	4.36	0.032	0.70
14	1.40	1.35	4.62	1.00	4.62	0.031	0.70
15	1.40	1.40	4.90	1.00	4.90	0.031	0.70
16	1.55	1.45	5.40	1.00	5.40	0.031	0.75
17	1.55	1.55	6.01	1.00	6.01	0.031	0.75
18	1.70	1.60	6.56	1.00	6.56	0.031	0.75
19	1.70	1.70	7.23	1.00	7.23	0.031	0.75
20	1.85	1.75	7.83	1.00	7.83	0.031	0.80
21	1.85	1.85	8.56	1.00	8.56	0.031	0.80
22	2.00	1.90	9.22	1.00	9.22	0.031	0.80
23	2.00	2.00	10.00	1.00	10.00	0.031	0.80





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería, unam



A N A L I S I S D E I N V E R S I O N E S  
D E P R O Y E C T O S H I D R O A G R I C O L A S

Presupuestos y programas de inversión  
Capítulo V (Continuación)

Ing. Juan R. Huizar Valenzuela

agosto, 1980



## 5.4 ) PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE INVERSIONES

### 1 ) INTRODUCCION

El aprovechamiento de los recursos hidráulicos en el sector agropecuario, representa un factor muy importante en el desarrollo económico del país, ya que las obras de riego, como parte integrante de la estructura, contribuyen a alcanzar los siguientes objetivos planteados a nivel nacional:

Aumento en la capacidad de producción del país, al incrementar los rendimientos y la superficie labo  
rable.

Generación de empleos al explotar, extensiva e in  
tensivamente la superficie agrícola.

Reducir los desequilibrios en la balanza de pagos, porque los aumentos de la producción permite redu  
cir las importaciones de algunos productos deficit  
arios y exportar los excedentes de otros.

De aquí que, con la finalidad de llevar a cabo la cons  
trucción de dichas obras, se hace necesario analizar los proyec  
tos en sus diferentes etapas de estudio, generando varias al  
ternativas de inversión para optimizar el empleo de los recur  
sos de producción.

En cuanto al análisis de inversiones en obras de grande  
irrigación es necesario determinar el monto de la inversión -  
(Presupuesto); la cuantía del uso de los factores de produc  
ción: mano de obra, maquinaria, equipo y materiales (costos  
por factores productivos); la justificación de las necesidades  
de crédito (componente externa) y la distribución de las inver  
siones (programas de inversión).

Los análisis requieren de una gran cantidad de operacio  
nes matemáticas, las cuales empiezan desde el tedioso cálculo  
de los costos de los factores productivos por hora de trabajo  
y continúan con la gran cantidad de presupuestos de las diferen  
tes alternativas planteadas. Esto hace imperativo emplear las

técnicas de procesamiento electrónico, con la finalidad de agilizar los cálculos y evitar los errores humanos de miles de operaciones.

## 2) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las técnicas de contabilidad de costos, permiten estimar el valor de cada uno de los factores de producción que intervienen en el costo de las obras de un proyecto. Para este cálculo es necesario partir, del análisis de precios unitarios en los cuales se agrupan los costos correspondientes a salarios, materiales, maquinaria y equipo, y los cargos indirectos.

Con los costos unitarios por factores, multiplicados por las cantidades de obra, se determinan los importes de cada factor en cada una de las obras, y con los precios unitarios, sus respectivos presupuestos.

De igual forma es posible estimar las componentes importada y nacional de cada concepto de trabajo, correspondiente a cada uno de los presupuestos de obra. En los análisis de precios unitarios, es factible calcular el monto de la componente externa de los costos, al hacer intervenir la proporción importada de los salarios, materiales y maquinaria.

En los cuadros (1) y (2) se indican los porcentajes externos de los elementos de costos, tales como maquinaria, mano de obra y materiales que se utilizan en el cálculo de la componente externa de las inversiones en obras de riego.

Esta es la forma tradicional de hacer dichas estimaciones mediante las técnicas de ingeniería de costos, en las cuales inter-

vienen una serie de operaciones que se podrían sistematizar en - arreglos matriciales.

### 3) METODOLOGIA

La esencia del método consiste en adoptar un esquema análogo al planteado por Leontief para describir las transacciones económicas, en que divide a todas las actividades productivas en sectores cuyas relaciones recíprocas pueden expresarse por medio de una serie de funciones de insumo-producto.

Como todo proceso constructivo, implica un conjunto de actividades productivas, las cuales insumen determinados recursos en la ejecución de determinados conceptos de construcción, esto permite hacer tal comparación.

Supóngase que para efectuar un determinado concepto de trabajo y obtener un nivel de producción (X), se requiere el empleo de una cantidad (q) de cierto recurso. Al considerar el cociente:

$$a = \frac{q}{x}$$

Se obtiene el requerimiento de dicho recurso por unidad de producto. Despejando se tiene.

$$q = a x$$

en donde (q) es la cantidad de un cierto recurso, expresado en términos de un coeficiente unitario de producción (a), y del nivel de producción (x) correspondiente al concepto de trabajo considerado.

La ecuación anterior representa una relación insumo-producto, aplicable al análisis de costos.

Generalizando la ecuación anterior y aplicándola a un conjunto de elementos constructivos para emplearse en conceptos de trabajo, tenemos las siguientes igualdades:

$$q_i = \sum_j a_{ij} x_j$$

en donde  $q_1, q_2, q_m$  representan las cantidades de cada uno de esos recursos, correspondientes a las  $n$  columnas de producción  $a_{ij}$ , afectadas por los niveles de producción.

Matricialmente la expresión queda:

$$\bar{q} = A \bar{x} \quad (1)$$

Si  $c_1, c_2, c_m$  son los costos unitarios de los recursos de construcción  $q_1, q_2, q_m$ , respectivamente, el monto total del costo directo del presupuesto resulta:

$$p = \sum_i^m \sum_j^n c_i a_{ij} x_j$$

o sea

$$p = \bar{c} A \bar{x} \quad (2)$$

en donde  $\bar{c}$  es el vector de costos unitarios correspondientes al vector de recursos  $\bar{q}$ .

De la ecuación 2 podemos calcular los costos unitarios correspondientes a los conceptos de trabajo, haciendo unitario el vector  $\bar{x}$ .

El algoritmo de cálculo para resolver las ecuaciones 1 y 2 es fácil de programar en un computador facilitando también la determinación de los subtotales correspondientes a los factores de producción.

Para llevar a cabo estos cálculos es necesario proporcionar los siguientes datos:

- a) La matriz insumo-cantidad de obra.
- b) El cálculo de costos unitarios de mano de obra y maquinaria.
- c) Formulación de catálogos de conceptos de trabajo para cada una de las obras que intervienen en los proyectos.

#### 4) MATRIZ INSUMO-CANTIDAD DE OBRA

La matriz de insumo-cantidad de obra se elaboró, mediante una selección cualitativa de los capítulos, subcapítulos y conceptos de obra, ajustándose a los lineamientos que establece la publicación denominada Conceptos Principales de Trabajo de la Dirección General de Irrigación y control de Ríos. Del desglose de estos apartados, se obtuvieron 99 conceptos de obras que son los que se usan en los análisis.

En cuanto a los recursos constructivos, se enlistaron aquellos elementos de uso común, incluyéndose la maquinaria importada como la de fabricación nacional, las brigadas de trabajadores y los materiales, los cuales suman un total de 103 recursos constructivos.

Los valores que integran los rendimientos y consumos, se establecieron de acuerdo con la Dirección General de Irrigación y Control de Ríos. La formulación de la matriz se hace en función de las plantillas básicas de maquinaria requerida para cada concepto de trabajo en particular.

Las submatrices que aparecen en los cuadros (3) y (4) indican los insumos requeridos para cada concepto de trabajo, relativo a excavaciones.

#### 5) COSTOS UNITARIOS DE LOS INSUMOS DE CONSTRUCCION

En este apartado se establecen todos los factores que inciden en la determinación de los costos de los recursos constructivos.

La retribución de la mano de obra se establece en función del salario nominal, incluyendo en el costo horario respectivo, los cargos por Ley Federal de Trabajo, cuota de seguro social y educación.

Para salario mínimo

$$\text{Cargo por hora} = \frac{1}{8} (1.2717 \times 1.2068) \text{ S}$$

$$m_1 = (0.125 \times 1.5348) \text{ S}$$

Para salario mayor que el mínimo

$$m_2 = (0.125 \times 1.4871) \text{ S}$$

En cuanto a los costos horarios de los equipos se consideraron los siguientes cargos:

....#



- a) Cargos fijos
- b) Cargos por consumo
- c) Cargos por operación

Los cargos fijos. Se integraron de la siguiente manera:

Cargo por depreciación

Cargo por inversión

Cargo por seguros

Cargo por almacenaje

Cargo por mantenimiento mayor y menor.

Los cargos por consumo. Son los considerados por:

Consumo de combustible

Consumo de lubricantes

Consumo de llantas

Los cargos por operación. Son los correspondientes al personal que interviene en forma directa en la operación de los equipos de construcción.

Las consideraciones de cálculo se determinaron en el punto de costo horario de mano de obra.

En los cuadros (5) y (6) se muestran los datos necesarios para el cálculo de los costos horarios de maquinaria y brigadas de trabajo, y en el cuadro (7) se definen las columnas B1.

Como dato complementario en la tabla (8) se muestra un ejemplo de formato para el cálculo de costo horario de maquinaria.

En cuanto a los costos de materiales en el cuadro (9) se muestran los precios de adquisiciones y los porcentajes externos que intervienen en los cálculos.

## 6) CATALOGOS DE CONCEPTOS DE TRABAJO

El catálogo de concepto de obra es una lista ordenada del conjunto de operaciones y materiales que, de acuerdo a las especificaciones respectivas, integran cada una de las partes de una obra y su forma de medición para fines de pago.

En la S.A.R.H. se manejan las especificaciones generales y técnicas de construcción y los catálogos de conceptos principales de obra, que sirven de referencia para los contratos de obra, en los cuales se establecen especificaciones particulares.

En la Dirección General de Estudios, de la Subsecretaría de Planeación de la S.A.R.H. tomando como base las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de la S.A.R.H. y las especificaciones particulares de algunos proyectos construidos, se elaboraron los catálogos generales que intervienen en los proyectos con fines hidroagrícolas.

A continuación se muestra la lista ordenada de las obras que intervienen en los proyectos:

- 1.- Presa de almacenamiento
- 2.- Presa derivadora
- 3.- Canal principal
- 4.- Sistema de distribución
- 5.- Sistema de drenaje
- 6.- Sistema de caminos
- 7.- Obras de defensa
- 8.- Plantas de bombeo
- 9.- Obras complementarias
- 10.- Trabajos preagrícolas

11.- Indemnizaciones

12.- Maquinaria y equipo para conservación

En el Anexo A se muestra el catálogo para presa de almacenamiento.

#### 7) DESCRIPCION DEL SISTEMA DE COMPUTO

En la figura No. 1 se muestra esquemáticamente el funcionamiento del sistema de análisis de inversiones que nos produce los siguientes reportes:

Análisis de precios de los factores maquinaria y mano de obra.

Análisis de precios del factor materiales.

Presupuestos de cada una de las obras y de cada alternativa.

Costos por factores de producción para cada presupuesto.

Componente externa para cada presupuesto.

Resúmenes de inversiones por alternativa.

Programa de inversiones.

Este sistema de cómputo se halla integrado por los siguientes elementos:

- 7.1) Un subsistema de archivos compuesto de 3 discos. En el primero se almacenan los datos de maquinaria y mano de obra, el cual contiene las características necesarias para el cálculo de los costos horarios, como el precio de adquisición de la maquinaria, costo de las llantas, potencias nominales, factores de operación, etc. y el número de elementos que componen

las brigadas de trabajo; en el cuadro (5) y (6) se muestran estas características.

En el segundo disco se archivan los materiales con sus respectivos precios y sus componentes de costo, ver cuadro (9).

En el tercer disco se almacenan los catálogos de - conceptos de trabajo, tales como se enuncian en el punto No. 6 de estas notas.

Los archivos 1 y 2 se actualizan anualmente para - registrar los cambios en los precios de adquisiciones de maquinaria y materiales.

El archivo 3 se comporta más dinámico ya que hay necesidad de modificar y agregar conceptos nuevos. Para - lograr este propósito se crearon varios programas, los cuales se presentan esquemáticamente en la figura (2).

7.2) Un subsistema de cuatro programas de cómputo - identificados como:

MAQMO

MATER

PRECO

REPRI

Los cuales funcionan encadenados para proporcionar datos que utilizan los subsecuentes.

a). Funcionamiento del programa MAQMO.

Lo primero que hace este programa es llamar al archivo de maquinaria y mano de obra, lo lee y guarda sus datos en memoria.

Posteriormente procede a leer los primeros datos, que son los precios de algunos conceptos que no se analizan (precios especiales) y los almacena en la cinta No. 1.

Enseguida lee los insumos de la maquinaria y mano de obra correspondiente a cada concepto de trabajo (vector), guardando esta información en la memoria, en forma de matriz, donde los renglones son los insumos de cada elemento constructivo de todos los concepto de trabajo en que se usan y las columnas son los insumos de todos los elementos constructivos que se usan en un concepto de trabajo. También lee los datos de identificación del proyecto, el salario mínimo nominal en la zona, los precios de los combustibles y lubricantes y las proporciones de importación.

Después llama al archivo de conceptos de trabajo.

Contiene una rutina de cálculos de costos unitarios en la cual se separan los correspondientes al costo unitario externo, los cuales multiplicados por los insumos nos calcula los costos unitarios total y externo de cada uno de los concepto de trabajo. El precio unitario de cada concepto lo obtiene al agregar los cargos por indirectos al costo unitario total, después los guarda en la cinta 1. En el cuadro (10) se indican los cargos por indirectos que la S.A.R.H. usa en sus análisis de precios unitarios.

La información que proporciona está en el cuadro No. (11), en el cual se muestra el análisis del precio correspondiente a maquinaria y a mano de obra.

## b) Funcionamiento del programa MATER.

Este programa es semejante al MAQMO, la diferencia radica en que en lugar del archivo de maquinaria, utiliza el de materiales, y los resultados los almacena en la cinta 2. El reporte de este programa es el que corresponde al cuadro (12).

## c) Funcionamiento del programa PRECO.

En este programa hay tres operaciones a seguir, pudiendo escoger las tres: Reportes de presupuestos, costos por factores y componente externa para cada una de las obras.

Los datos necesarios para el cálculo, son las cantidades de obra. El programa lee las cintas 1 y 2, para obtener el precio unitario, los costos por factores y las componentes externas, que al multiplicar por las cantidades obtiene los costos totales por cada obra del proyecto. Estos resultados los guarda en las cintas 12 y 13 para usarse posteriormente en el siguiente programa.

Los cuadros números (13), (14) y (15) nos muestran los reportes del programa PRECO.

## d) Funcionamiento del programa REPRI.

Consta de dos partes, en la primera, hace el resumen de las inversiones y en la segunda el programa de inversiones.

Para calcular el resumen de inversiones usa los datos almacenados en las cintas 12 y 13, y los resultados los almacena en las cintas 15 y 16, las cuales se utilizan al calcular el programa de inversiones. Los datos que necesita son porcentajes de inversiones por año y el número de años en que se construí

rá el proyecto. Este programa nos da la siguiente información:

Resumen de inversiones para cada una de las alternativas. En los cuadros (16) y (17) se muestran los correspondientes resúmenes de dos alternativas del proyecto, El Bejuco, Nay.

También nos da el reporte de programas de inversión para cada una de las alternativas, en los cuadros (18) y (19) se muestran los programas de inversión del proyecto antes citado.

## 8) CONCLUSIONES

Cabe aclarar que el planteamiento, metodología y programación de cómputo electrónico para los dos primeros programas: MAQMO Y MATER fueron creados por el Ing. Alejandro González Cueto con la colaboración de varios ingenieros de la Dirección de Evaluación.

Posteriormente, este programa fué aplicado en los análisis de costos, en la Subdirección de Estudios por la intervención del entonces Subdirector de Estudios, Ing. Remo Loaiza García.

La experiencia adquirida en la aplicación de estos programas, permitió su desarrollo hasta cubrir las necesidades del Departamento de Diseños, en cuanto a la elaboración de cada uno de los presupuestos de las obras que intervienen en los proyectos, y en la formulación de los resúmenes y programas de inversiones. Fue así como se creó el archivo de conceptos de trabajo y los programas PRECO y RPRI en la oficina de Precios Unitarios y Presupuesto, del Departamento de Diseños. En el desarrollo de esta última parte debe hacerse mención a los Ingenie-

ros Carlos de Icaza Lozano y Víctor Manuel Roqueta Pregonero, así como al Sr. Hugo Abelardo Hernández Rubio.

Este sistema de análisis es un instrumento ágil en la obtención de resultados, ya que evita la tediosa tarea que implica la serie de operaciones rutinarias hechas en la forma tradicional.

Es un instrumento eficaz, cuando se establecen con rigor las matrices de insumo - cantidad de obra.

Puede aplicarse en el análisis de costos en proyectos de construcción a nivel de concurso, estableciendo la utilización racional de los elementos constructivos de acuerdo a los procedimientos de construcción recomendables.

Es una herramienta eficiente en la actualización de costos de los proyectos, ya que los cambios fundamentales se hacen en los archivos de maquinaria, mano de obra y materiales.

Finalmente este sistema se podría desarrollar más, agregando las técnicas de programación y control de costos, como el método de la ruta crítica y otros.

---



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Análisis de Inversiones en Obras de Grande Irrigación. 1/  
Ing. Alejandro González Cueto O.  
México, agosto de 1974.
- 2.- Sistematización de Análisis de Costos, mediante procesos electrónicos.  
Ing. Vicente Vargas Alcántara.
- 3.- Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción  
S.R.H.  
México, D.F. 1962.
- 4.- Manual sobre el cálculo de Precios Unitarios de Trabajo de  
Construcción S.R.H.  
México, D.F. 1963.
- 5.- Conceptos Principales de Trabajo. Dirección General de -  
Irrigación y Control de Ríos. S.R.H.  
México, D.F. 1974.
- 6.- Apuntes del Curso de Construcción y Administración, organi-  
zado por la Dirección de Construcción de Irrigación y con -  
trol de Ríos de la S.R.H.  
México, D.F. junio 1972.

1/ Fuente principal del contenido de estas notas.

CUADRO ( 1 )

PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

COMPONENTE EXTERNA DE EQUIPOS, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES,  
LLANTAS Y MANO DE OBRA

C O N C E P T O	P O R C E N T A J E D E L C O S T O
<u>DEPRECIACION</u>	
Maquinaria de importación	90
Maquinaria de fabricación nacional	50
Llantas	40
<u>INTERESES, SEGUROS Y ALMACENAMIENTO</u>	15
<u>MANTENIMIENTO</u>	
Maquinaria de importación	67
Maquinaria de fabricación nacional	56
Llantas	30
<u>COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES</u>	18
<u>MANO DE OBRA</u>	0

## CUADRO ( 2 )

## PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

## COMPONENTE EXTERNA DE LOS SUMINISTROS Y MATERIALES

C O N C E P T O	P O R C E N T A J E D E L C O S T O
<u>SUMINISTROS</u>	
Cemento	29
Fierro de refuerzo	45
<u>MATERIALES DE IMPORTACION</u>	
Aditivos para concreto	60
Acero de barrenación	40
Mecanismos	40
Sellos de hule de tres bulbos	60
<u>MATERIALES DE FABRICACION NACIONAL</u>	
Perfiles estructurales, herrajes, barandales y compuertas	45
Soldadura y alambre	45
Puzolanas	29
Explosivos	52
Madera para cimbra	14
Tubería de concreto	35
Pinturas	55
Diesel y gasolina	18

### CUADRO ( 3 )

SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS  
SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

PROGRAMA COMPONENTE TÉCNICA DEL COSTO DE OBRA  
SUBMATRIZ DEL SUBCAPÍTULO EXCAVACIONES  
ADICIÓN CUALITATIVA DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MAYO DE OBRA  
(Evaluaciones en horas/m<sup>3</sup>).

ACTIVIDAD  EQUIPO	EXCAVACIONES HECHAS EN MATERIAL COMÚN								
	18 Despalme	11 En desplantes de obras de edificación	14 En verticalidad	13 En taluz	14 En canales para canales y de dig. de RANCHO	15 En zonas	16 En desplantes de estructuras	17 En trincheros de material compactado para alcantarillas	19 En canchales y concreto
Tractor "Caterpillar" D-2 con operador	0.0055	0.0074	0.0030	0.0030	0.0074	0.0074			0.0074
Wagon de tractor Mod. 11-9-1		0.0067	0.0067	0.0074	0.0074	0.0050			0.0299
Cargador frontal sobre orugas de 3 yd <sup>3</sup>		0.0157	0.0157	0.0157	0.0157	0.0374			0.0374
Motorización "Michelin" de 2 yd <sup>3</sup>	0.0050	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057			
Cargador sobre ruedas de 5 yd <sup>3</sup>	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472
Motorización "John" Mod. D-3 300						0.0052			
Excavadora hidráulica de canales tipo "Fuller"					0.0167				
Troncos de recuperación para cargador frontal (de 2 yd <sup>3</sup> )					0.0150				0.0150
Troncos y troncos	0.4167	0.4167	0.4167	0.4167	0.4167	0.4167	0.4167	0.4167	0.4167
Troncos de 2"					0.4167				
Bomba hidráulica Mod. 41-8 de 3 1/2 yd <sup>3</sup>					0.0200				

**CUADRO ( 4 )**  
 SECRETARÍA DE ECONOMÍA  
 SUBSECRETARÍA DE FIANZAS  
 DIRECCIÓN GENERAL DE FINANZAS  
 DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

PROGRAMA COMPONENTE BARRERA DEL COSTO DE OBRA

SUBMATRIZ DEL SUB-CATEGORÍA EXCAVACIONES

ASIGNACIÓN CUALITATIVA DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MANO DE OBRA

[ Rendimientos y consumo en horas/m<sup>3</sup> y kg/m<sup>3</sup> respectivamente ]

EQUIPO	EXCAVACIONES EN ROCA FIJA					
	18 En el vertedor	20 En talas	21 En canales perforadas	22 En desplantes de estructuras	23 En trincheras para alojar conducciones	24 En los túneles
Tractor "Caterpillar" Mod. D-8	0.00433	0.00433	0.00433			
Pala mecánica Mod. 61-B-II de 3 yd <sup>3</sup>	0.00508	0.00525	0.00525			
Cargador frontal sobre orugas de 3 yd <sup>3</sup>	0.01136	0.01136	0.01136	0.01136		0.01467
Draga de empuje Mod. 61-B-II de 3 yd <sup>3</sup>	0.02500	0.02500	0.02500			
Compresor Mod. 9P-600-D	0.00556	0.00556	0.00556		0.01667	0.01667
Compresor Mod. 9P-355-D	0.01370	0.01370	0.01370		0.02703	0.02703
Compresor Mod. 61-185-D				0.03263	0.03263	
Perforadora sobre orugas Mod. ATD-3 290	0.02500	0.02500	0.02500			
Drifters Mod. 111-121						0.01051
Perforadora de mina Mod. F1-83-4						0.05021
Perforadora de mano Mod. 8-58	0.10000	0.10000	0.10000	0.16667	0.16667	0.16667
Bomba de aspiración de aire	0.14993	0.14993	0.14993	0.14993	0.14993	0.14993
Bombas Mod. B-67-D	1.11111	1.11111	1.11111	1.11111	1.11111	1.11111
Resigadora Mod. 118-B de 1 1/2 yd <sup>3</sup>						0.01429
Ventilador "Joy" de gaseno						0.06667
Camión "Euclid" Serie A-25 de 23, 3 yd <sup>3</sup>	0.03704	0.03704	0.03704	0.03704		0.06250
Camión "Dumper" Mod. 310 de 5 1/2 yd <sup>3</sup>						0.09039
1 peón jefe y 2 ayudantes	0.01667	0.01667	0.01667	0.04000	0.04000	0.04000
Cuerpilla de 1 calo y 6 peones	2.00000	2.00000	2.00000	2.00000	2.00000	2.31333
Explosivos y cuerdillas	0.45945	0.45945	0.45945	0.45945	0.45945	0.45945
Acero de bituminación	0.01700	0.01700	0.01700	0.01700	0.01700	0.01700
Camión volvo Ford de 6 yd <sup>3</sup>					0.04763	



CUADRO ( 5 )

DIRECCION GENERAL DE ORGANIZACION Y METODOS  
CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE RIEGO

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS

SUBSECRETARIA DE PLANEACION

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

DIRECCION DE EVALUACION

COMPONENTE EXTERNA DEL COSTO DE INVERSION EN OBRAS DE RIEGO  
PERFILES DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION

ACTUALIZADA AL DIA 10 DE JUNIO DE 1978.

HOJA NO. 1

	00-77	01-77	02-77	03-77	04-77	05-77	06-77
TRACTOR CATERPILLAR D-6 CON ANGLEDOZER	270.00	.70	5323770.50	5.00	2000.00	.75	10.16
DRAGA DE ARRASTRE BUCYRUS EPIC MOD 61-B-II DE 3 YDS.	212.00	.60	7857100.00	10.00	1800.00	.75	7.24
PALA MECANICA BUCYRUS EPIC MOD. 61-B-II DE 3 1/4 YDS.	212.00	.60	6821769.00	15.00	1800.00	.75	7.24
PERFORADORA SOBRE ORUGAS GARDNER DENVER MOD.ATD-3100 B	8.00	1.00	1818031.00	7.00	1750.00	.60	0.30
TRACCION ARTICULADO MICHIGAN MOD. 75 DE 2 1/2 YDS.	130.50	.70	2136256.00	5.00	2000.00	.75	3.74
CAMION EUCLID SERIE K-35 DE 23.3 YDS.	394.00	.60	4903633.00	7.50	2400.00	1.13	10.00
MOLDESOROPA MICHIGAN MOD. 211-N DE 23 YDS.	100.00	.72	5150057.00	6.00	2000.00	.75	7.04
CARGADOR FRONTAL SOBRE ORUGAS CATERPILLAR MOD. 977 K DE 3 YD	170.00	.60	3033840.00	5.00	2000.00	.75	7.24
MIZCLADORA PARA MONTERSE Y CAMION MOD. TL SMITH DE 6 YDS.	210.00	.60	1512680.00	5.00	2000.00	.60	7.00
MIXADORA CHICAGO PNEUMATIC MOD.CP-118	0.60	0.10	19716.00	3.00	1750.00	.30	0.04
INSPECTOR DE MORTERO GARDNER DENVER MOD.FJ-FXD DE 18X5 IN.	0.20	0.00	692625.00	4.00	1750.00	.60	0.04
CADENAS	0.01	0.10	91780.00	4.00	2000.00	.60	0.40
TRECE DOSER CATERPILLAR	0.00	0.00	230195.00	5.00	1500.00	.75	0.00
RODIER FLECC	0.00	0.00	551475.00	5.00	2000.00	.75	0.40
MOLDESOROPA CATERPILLAR 421-B DE 14 YDS.	199.00	.70	2521463.00	6.00	2000.00	.75	5.00
PAST. TIPO KILLEFER DE 22 DISCOS	0.00	0.00	92484.00	4.00	2000.00	.60	0.00



SECRETARIA DE RECURSOS HUMANOS

SUBSECRETARIA DE PLANEACION

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

DIRECCION DE EVALUACION

COMPONENTE EXTERNA DEL COSTO DE INYECCION EN OBRAS DE RIEGO  
 PERFILES DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION

ACTUALIZADA AL DIA 14 DE JUNIO DE 1978 .

HOJA NO. 2

DESCRIPCION	01-71	01-77	01-77	01-77	01-77	01-77	01-77
TRACTOR CATERPILLAR D-6 CON ANEXADOZOR	0.01	1.40	2.17	1.15	0.00	0.00	0.00
GRADA DE ARRASTRE DUCYRUS ERIC MOD. 61-B-11 DE 3 YDS.	0.01	0.00	2.06	1.29	1.00	0.00	0.00
MALA MECANICA DUCYRUS ERIC MOD. 61-B-11 DE 3 1/4 YDS.	0.00	0.00	2.06	1.19	1.00	0.00	0.00
PERFORADORA SOLO DRUGAS GARDNER DENVER MOD. 410-3100 B	0.00	0.00	2.17	1.15	0.00	0.00	0.00
TRACCION ARTICULADO MICHIGAN MOD. 75 DE 2 1/2 YDS.	123791.02	3472.00	2.17	1.15	1.00	0.00	2.00
CANTON DUCYRUS SERIE R-09 DE 23-3 YDS.	564483.50	3200.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00
MOTOSICLETA MICHIGAN MOD. 210-H DE 23 YDS.	438290.18	1409.00	2.17	1.15	0.00	0.00	0.00
CANCHA DE TRACCION SOBRE DRUGAS CATERPILLAR MOD. 977 K DE 3 YD	0.00	0.00	2.17	1.15	0.00	0.00	0.00
MOLINO PARA MONTARSE Y CANTON MOD. TL SMITH DE 6 YDS.	71760.00	2274.00	1.75	0.00	0.00	0.00	0.00
VIBRADOR CHICAGO PNEUMATICO MOD. CP-418	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INTECTOR DE MOVILIDAD GARDNER DENVER MOD. FD-FXO DE 10X5 IN.	0.00	0.00	1.27	1.15	1.00	0.00	0.00
CADENAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TRELLADO CATERPILLAR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOULIN FLECO	0.00	0.00	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00
MOTOSICLETA CATERPILLAR 621-B DE 14 YDS.	438290.18	1903.00	2.17	1.15	0.00	0.00	0.00
RASERA TIPO C LLEFEM DE 22 DISCOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CUADRO ( 7 )

FACTORES UTILIZADOS EN LA PLANTILLA DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION:

- |          |   |
|----------|---|
| ( B 1 )  | POTENCIA NOMINAL H.P.   |
| ( B 2 )  | FACTOR DE OPERACION   |
| ( B 3 )  | PRECIO DE ADQUISICION ( Pesos )                                   |
| ( B 4 )  | VIDA UTIL EN AÑOS   |
| ( B 5 )  | OCUPACION ANUAL ( Hrs. )  |
| ( B 6 )  | COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO                                      |
| ( B 7 )  | CAPACIDAD DEL CARRER ( Galones )                                  |
| ( B 8 )  | COSTO DE LLANTAS ( Pesos )  |
| ( B 9 )  | DURACION DE LAS LLANTAS ( Hrs. )                                  |
| <hr/>    |   |
| ( B 10 ) | COEFICIENTE DEL OPERADOR  |
| ( B 11 ) | COEFICIENTE DEL AYUDANTE  |
| ( B 12 ) | NUMERO DE SALARIOS MINIMOS  |
| ( B 13 ) | GASOLENA -1; DESEL 0; MANO DE OBRA 1                              |
| ( B 14 ) | MAQUINARIA DE IMPORTACION 0; MAQUINARIA DE FABRICACION NACIONAL 1 |



Formato para el analisis del costo directo: hora-maquina.

<b>CONSTRUCTORA:</b> _____	Máquina: _____	Hoja No. _____
_____	Modelo: _____	Catálogo: _____
<b>CORA:</b> _____	Fecha Adic.: _____	Revisión: _____
_____	_____	Fecha: _____

**DAIOS GENERALES.**

Precio adquisición: \$ _____	Fecha colocación: _____
Equipo adicional: _____	Vida económica (Ve): _____ años
_____	Horas por año (Ha): _____ hr/año
_____	Motor: _____ de _____ HP
Valor inicial (Vi): \$ _____	Factor operación: _____
Valor rescate (Vr): % = \$ _____	Potencia operación: _____ HP op.
Tasa Interés (I): % _____	Coefficiente amortización (K): _____
Primo seguros (s): % _____	Factor mantenimiento (Q): _____

**I- CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación:	$D = \frac{V_o - V_r}{V_e}$	x _____	= \$ _____	
b) Inversión:	$I = \frac{V_o + V_r}{2 H_a}$	x _____	= _____	
c) Seguros:	$S = \frac{V_o + V_r}{2 H_a}$	x _____	= _____	
d) Amortización:	A = KD	x _____	= _____	
e) Mantenimiento:	M = QD	x _____	= _____	
<b>SUMA CARGOS FIJOS POR HORA</b>				\$ _____

**II- CONSUMOS.**

a) Combustible: E = e P <sub>c</sub>		
Diesel: E = _____ HP. op. x \$ _____ /lt.	= \$ _____	
Gasolina: E = _____ HP. op. x \$ _____ /lt.	= _____	
b) Otras fuentes de energía: _____	= _____	
c) Lubricantes: L = o P <sub>c</sub>		
Capacidad corte: C = _____ litros		
Cambios aceite: T = _____ horas		
$e = C/T + \dots$	_____ HP. op. x _____ lt/hr.	
$L = \dots$	lt/hr x \$ _____ /lt.	
d) Lentes: $Ll = \frac{Vlt \text{ (valor lentes)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$		
Vida económica: Hv = _____ horas		
$Ll = \dots$	horas.	
<b>SUMA CONSUMOS POR HORA</b>		\$ _____

**III- OPERACION.**

Salarios: S	_____	
Operador: \$ _____	_____	
_____	_____	
Sal/turno-trabajo: S	_____	
Horas/turno-trabajo: (H)	_____	
H = G horas x _____ (factor rendimiento) = _____ horas		
Operación: O = $\frac{S}{H}$ = _____	horas	
<b>SUMA OPERACION POR HORA</b>		\$ _____

**COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ \_\_\_\_\_**

CUADRO ( 9 )

ORGANISMO CENTRAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO  
 TECNOLÓGICO DEL EJERCITO ECUATORIANO



SUMINISTROS Y ADQUISICIONES  
 PLANTILLA DE ELEMENTOS Y SU COMPONENTE EXTERNA EN Z

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	COMP. EXT.
1 CEMENTO	TON.	790.00	.29
2 ACERO DE REFUERZO	TON.	6352.00	.45
3 AGUJAS PARA CONCRETO	L.	36.00	.00
4 CILINDROS	L.	7.00	.40
5 ACERO DE TERMINACION	KG.	101.00	.45
6 MERMOLINOS PARA CONJUNTAS PARIALES	TON.	78284.00	.45
7 SELLO DE CAJAS DE TRES RUEDAS	M.	828.00	.00
8 ACERO ESTRUCTURAL	TON.	25000.00	.45
9 EXPLOSIVOS Y ESTOPINES	KG.	13.00	.52
10 PARANILAS	TON.	24000.00	.45
11 PIZARRONES	KG.	.72	.29
12 CIMENTA METALICA	KG.	15.30	.45
13 CIMENTA DE MADERA	KG.	67.36	.14
14 MERMOLINOS PARA CIMENTA	KG.	14.70	.45
15 PINTURA ANTICORROSIVA	L.	70.75	.55
16 DIESEL	L.	.66	.18
17 ALAMBRE DE ENRABE	KG.	15.00	.45
18 SOLDADURA	KG.	25.00	.45
19 COMPONENTES ESPECIALES	TON.	36800.00	.45
20 COMPONENTES PARIALES Y MECANISMOS	TON.	45400.00	.45



CUADRO ( 10 )

México, D.F., enero 28 de 1976.

SECRETARIA DE HIDRAULICOS

INDIRECTOS GENERALES

Traslados de equipo, construcción de oficinas, bodegas y talleres.....	3.0%
Administración de campo.....	5.7%
Caminos, Campamentos, Construcción y Conservación.....	3.5%
Transporte de personal y equipo.....	2.8%
Bonificaciones.....	1.5%
Financiamiento, Seguros y Fianzas.....	5.0%
Gastos de Administración en Oficinas Centrales.....	3.5%
Utilidad después de impuestos.....	10.0%
Impuestos Fiscales.....	2.0%
Imprevistos.....	1.0%
<hr/>	
Porcentaje total por Cargos Indirectos Generales:	38.0%

(TREINTA Y OCHO POR CIENTO DEL CARGO DIRECTO).

MPO'g





CUADRO ( 12 )

DIRECCION GENERAL DE ORGANIZACION Y METODOS  
CONSTRUCCION DEL CAMINO DE GIJERAS

ANALISIS DE INVERSIONES POR FACTORES DE PRODUCCION

NOV 72

CONCEPTO	UNIDAD INVERSI.	COSTO UNITARIO		I M P O R T E	
		TOTAL	EXTERNO	TOTAL	EXTERNO
PROYECTO DE OBRAS	1.1.1.1	DESCRIPCION, DESCRIPCION, DESCRIPCION - LINEAS DE TRAZADO PARA PROYECTO DE CONSTRUCCION			
SUMINISTROS					
SUBTOTALS				0.00	1.33
MATERIALES DE IMPORTACION					
SUBTOTALS				1.51	1.00
PRECIOS DE COMERCIALIZACION					
DIESEL	L.	78.0000	100	12	8.32
SUBTOTALS				46.20	4.32
COMPONENTE EXTERNA, PARCIAL 100%				46.20	4.32
TOTAL				63.76	

CONTRATO ( 10 )  
 SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
 SUBSECRETARIA DE PLANEACION  
 DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS  
 SUBDIRECCION DE ESTUDIOS

CATALOGO DE CONCEPTOS, CANTIDADES  
 DE OBRA Y PRESUPUESTOS

PROYECTO: EL JEJUCO, HAY.

ALTERNATIVA: PRESA + EL BALSAMO +, HAY. ELEV. 163.00

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILES DE PESOS
1.	PRESA EL BALSAMO				
1.1	TERRACERIAS				138540.8
1.1.1	DESMONTE				
1.1.1.1	DESMONTE, DESERRAISE, DESYERBE Y LIMPIA DEL TERRENO PARA PROPOSITOS DE CONSTRUCCION	HA	24	3779.57	90.7
1.1.2	EXCAVACIONES				
1.1.2.1	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA FIJA, PARA DESPLANTE DE LAS OBRAS, EXCLUYENDO DEN TELLONES DE CONCRETO (CON ACARREO LIBRE DE UN KILOMETRO):				
1.1.2.1.1	PARA DESPLANTE DE LA CORTINA	M3	23485	30.08	706.4
1.1.2.1.2	PARA EL TAJU DE DES- VIA	M3	11485	30.98	345.5
1.1.2.1.3	PARA DESPLANTE DE LOS DIQUES	M3	15	30.08	.5

## CUADRO ( 13 )

C O N T E N I D O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO MONETARIO	IMPORTE EN MOLES DE PESOS
1.1.2.2 -- EN ROCA FIJA PARA DESPLANTE DE LAS OBRAS, EXCLUYENDO BENTONES DE CONCRETO (CON ACARREO LIBRE DE UN KILOMETRO)				
1.1.2.2.1 -- PARA DESPLANTE DE LA CORTINA	13	133080	104.46	13901.6
1.1.2.2.2 -- PARA EL TAJÓ DE DESVIA	13	103362	102.28	10571.9
1.1.2.2.3 -- PARA DESPLANTE DE LOS BIQUE	13	83	104.46	8.7
1.1.3 -- COLOCACION DE MATERIALES				
1.1.3.5 -- COLOCACION DE ENMOJAMIENTOS:				
1.1.3.5.1 -- EN LA CORTINA	13	123546	15.42	1897.3
1.1.4 -- OBTENCION Y COLOCACION DE MATERIALES				
1.1.4.2 -- OBTENCION, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO				
1.1.4.2.1 -- EN LA CORTINA	13	263286	46.47	12513.7
1.1.4.4 -- OBTENCION, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTANC				
1.1.4.4.3 -- EN GRENA, EN LOS RESCALDOS DE LA CORTINA	13	1027348	29.44	30236.3
1.1.4.6 -- OBTENCION, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO, Y COLOCACION DE ENMOJAMIENTOS, PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTANC				
1.1.4.6.1 -- A VOLTEO, EN CORTINA	13	69726	124.87	8706.7

## CUADRO ( 14 )

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS  
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS  
 SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS

CATÁLOGO DE CONCEPTOS, CANTIDADES,  
 DE OBRAS Y COSTO POR FRACCIONES

PROYECTO: EL BAJUJO, MAY.

ALTERNATIVAS: PRESA " EL BALSADO " MAY. ELEV. 103.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		IMPORTE		MILES DE PESOS						
			INDICE	TOTAL	INDICE	TOTAL	INDICE	TOTAL					
1. PRESA EL BALSADO													
1.1	TERRAZAS				84862.9	12957.4	2985.2	38185.1	1385-8.6				
1.1.1	DESPLANTE												
1.1.1.1	DESPLANTE, DESBARRIDO, DESPLANTE Y LIMPIA DEL TERMINO PARA PROYECTO DE CONSTRUCCION.	M2	24	2414.12	273.62	46.26	*****	3775.57	57.9	8.6	141	25-0	90.6
1.1.2	EXCAVACIONES												
1.1.2.1	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO R.O. FIJA, FA MA DESPLANTE DE LAS LIMPIAS, EXCLUYENDO BEN TALLANES DE CONCRETO Y CLAVADO LIBRE DE LA COLONETAS												
1.1.2.1.1	PARA DESPLANTE DE LA CORTINA	M3	27485	20.01	1.79	0.00	8.28	30.08	469.9	42.8	2.0	194.5	726.4
1.1.2.1.2	PARA EL TAJO DE JEL VICO	M3	11485	20.01	1.79	0.00	8.28	30.08	229.8	26.6	0.0	98.1	345.5
1.1.2.1.3	PARA DESPLANTE DE LOS JELCOS	M3	15	20.01	1.79	0.00	8.28	30.08	3.1	0.0	0.0	1.1	3.8



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECLAMOS HIDRAULICOS  
 SUBSECRETARIA DE PLANEACION  
 DIRECCION GENERAL DE ESTUJOS  
 SUBDIRECCION DE ESTUJOS

CATALOGOS DE CONCEPTOS, CANTIDADES  
 DE OBRA, PRESUPUESTOS Y COMPLEMENTO EXTERNA

PROYECTO: EL DEJUC. MAT.

ALTERNATIVA: PRESA "EL BALSAGO", MAY. ELEV. 102.00

C U R S O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	I N P U R T E		Z
				EN MILES DE PESOS	EN MILES DE PESOS	
				COMPL.	EXTE.	EXTE.
				TOTAL	TOTAL	TOTAL
1.	PRESA EL BALSAGO					
1-3	TEPACERIAS			138540.8	5-038.1	39.0
1-3-1	DESPLANTE					
1-3-1-1	DESPLANTE, DESBARRIDO, DEBARRIDO Y LIMPIA DEL TERMINO PARA PROPOSTA DE CONSTRUCCION	MA	26	3775.57	1077.32	90.6
1-3-1-2	EXCAVACIONES					
1-3-1-2-1	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO PUEA FIJA, PA RA COMPLANTE DE LAS OBRAS, EXCLUYENDO DE TELLOS DE CONCRETO 100% ACERED LIBRE DE LA KALOMETRICA					
1-3-1-2-1-1	PALA DESPLANTE DE LA CANTERA	M3	2368	17.38	12.24	786.4
1-3-1-2-1-2	PARA EL TAJO DE JES- VIC	M3	11485	35.08	12.24	345.9
1-3-1-2-1-3	PARA DESPLANTE DE LOS DIOLOS	M3	15	82.08	12.24	5

EL BEJICO, HAY.

CUADRO 1 16  
RESUMEN DE LAS INVERSIONES  
EN RIEGO  
EN MIL DE PESOS

CONCEPTO	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	OTROS	SUMA	SUPERVISACION Y ADMINISTRACION	IMPREVISTOS	TOTAL
RIEGOS BASICOS	49237	42330		541567	34357	89358	685082
PIEDA EL BALCANO	26723	2767		16935	16943	27956	214329
PIEDA EL CARNIZO	5637	1214		6852	685	1136	8656
PIEDA CAJONES	7325	1543		8868	887	1463	11718
CAJONES PRINCIPALES	139459	10588		150047	15625	25748	197400
SISTEMA DE DISTRIBUCION	123674	15135		143809	14281	23234	179124
SISTEMA DE BARRAJE	22043	3177		25220	2522	4161	21933
SISTEMA DE DRENAJE TEMPORAL A	140	5		145	14	23	177
SISTEMA DE CAMINOS	31029	1434		32463	3246	9306	41765
SISTEMA DE CAMINOS TEMPORAL A	1602	137		1739	174	287	2210
OTRAS OBRAS COMPLEMENTARIAS	4716			4716	472	778	5966
CASAS PARA CANALERO	770			770	77	127	974
SISTEMA DE COMUNICACION	1430			1430	140	231	1771
ESTRUCTURAS AFORADORAS	1446			1446	145	239	1630
OFICINA PARA EL DISTRITO	1166			1166	114	181	1391
OTROS TRABAJOS AGRICOLAS	33386			33386	3339	9509	42234
DESERVICIO	33386			33386	3339	9509	42234
IV. INGENIERIZACIONES			19159	19159			19159
EN LA ZONA DE LA PRE- SA DE ALMACENAMIENTO EN LA ZONA BENEFICIA- BLE			3764	3764			3764
			15295	15295			15295
V. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION		11956		11956			11956
TOTALES	517339	54286	19159	616841	57906	95645	769797

REQUERIDO 17  
 REQUERIDA DE LAS INVERSIONES  
 TEMPORAL TEMPORAL  
 VALOR DE PESOS

100000000

DESCRIPCION	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	UTILES	SUMA	SUPERVISOR Y ADMINISTRACION	IMPUESTOS	TOTAL
7. OBRAS DE OBRAS	20211	1108		20319	2032	5003	27354
SISTEMA DE DRENADO	5567	77		5644	564	921	7126
SISTEMA DE SANEAMIENTO	21849	1031		22880	2468	4072	31420
11. OBRAS DE PAVIMENTACION	400			400	40	66	506
12. OBRAS PARA EL BIENESTAR	400			400	40	66	506
13. TRABAJOS PASADIZOS	33306			33306	3339	5509	42154
14. OBRAS DE OBRAS	33306			33306	3339	5509	42154
15. OBRAS DE OBRAS			9555	9555			9555
16. OBRAS DE OBRAS			9555	9555			9555
17. OBRAS DE OBRAS		3043		3043			3043
TOTAL	62997	10151	9555	82703	6412	10578	99693

CUADRO ( 18 )  
DISTRIBUCION ANUAL DE LOS RECURSOS FINANCIEROS  
RIEGO  
(EN MILLES DE PESOS)

C O N C E P T O	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	S U M A	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
UNIDAD BASICAS	499237	42330	541567	88647	242506	73611		
PRESA EL BARRIO	306723	2737	169436		84715	84715		
PRESA EL SARRIZO	5637	1214	6851	3426	3425			
PRESA CAJONES	7329	1943	8800	4434	4366			
CANALES PRINCIPALES	139059	16988	156047	31249	62419	62419		
SISTEMA DE DISTRIBUCION	105174	25131	140809	28162	56324	56323		
SISTEMA DE DRENAJE	20048	3172	23220	5044	10088	10088		
SISTEMA DE DRENAJE TEMPORAL A	340		340	340				
SISTEMA DE CAJONES	31029	1434	32463	6493	21101	4859		
SISTEMA DE CAJONES TEMPORAL A	1602	132	1739	1739				
II. OBRAS COMPLEMENTARIAS	4716		4716		2830	1886		
CASES PARA CAJONES	772		772		462	310		
SISTEMA DE COMUNICACION	1400		1400		840	560		
ESTRUCTURAS APROXIMADAS	1440		1440		808	632		
OFICINA PARA EL DISTRITO	1136		1136		660	476		
III. TRABAJOS PRELIMINARES	33386		33386	33386				
DEMANTE	33386		33386	33386				
IV. SUBSIDIOS			19059	19059				
EN LA ZONA DE LA PREPARACION DEL ALMACENAMIENTO EN LA ZONA EXPERIMENTAL			3764	3764				
EN LA ZONA EXPERIMENTAL			15295	15295				
V. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION		11956	11956			11956		
SUPERVISION Y ADMINISTRACION	3735	233	3968	1133	2433	2202		
VI. IMPREVISTOS	8862	696	9558	1886	4479	3193		
T O T A L E S	679215	65022	744237	143309	110346	29006		

CUADRO ( 19 )  
DISTRIBUCION ANUAL DE LOS RECURSOS FINANCIEROS  
TEMPORAL REFINANCIADO  
(EN MILES DE PESOS)

CONCEPTO	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	S U M A	AÑO 1
I. OBRAS BASICAS	29211	1108	30319	30319
SISTEMA DE ENLAJE	5562	77	5639	5639
SISTEMA DE CAMINOS	23649	1031	24680	24680
II. OBRAS COMPLEMENTARIAS	400		400	400
OFICINA PARA EL DISTRITO	400		400	400
III. TRABAJOS PREAGRICOLAS	33386		33386	33386
DESARROLLO	33386		33386	33386
IV. INDEMNIZACIONES			9555	9555
EN LA ZONA BENEFICIA- SUE			9555	9555
V. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION		9043	9043	9043
VI. SUPERVISION Y ADMINISTRACION	6411	110	6411	6411
VII. IMPREVISTOS	10578	182	10578	10578
<b>T O T A L E S</b>	<b>73694</b>	<b>10443</b>	<b>99692</b>	<b>99692</b>

FIG. ( I )  
**SISTEMA AIJJ**  
**ANÁLISIS DE INVERSIONES**

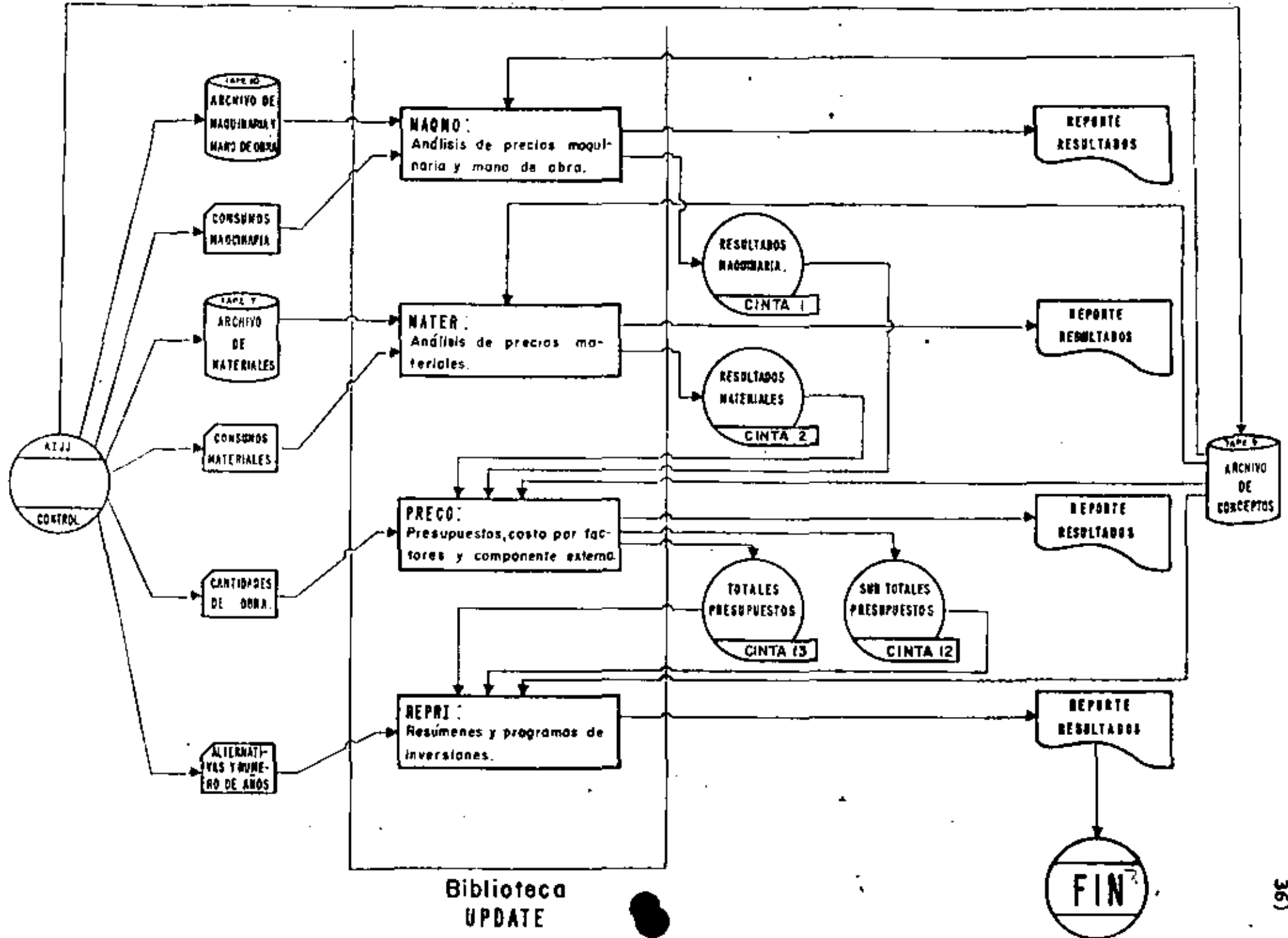
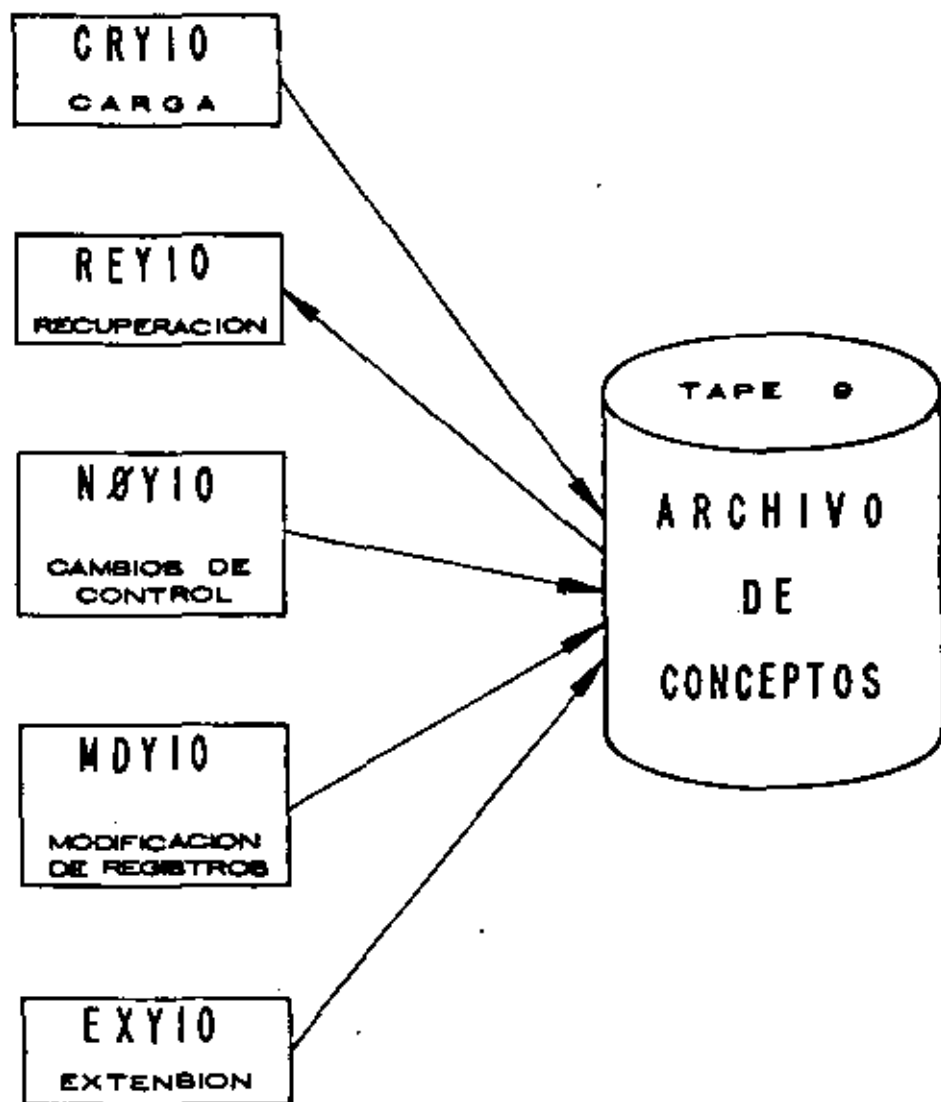


FIG. ( 2 )

# SUBSISTEMA DE ARCHIVO

## SISTEMA AIJJ



A N E X O A



## ANEXO A

CATALOGOS DE CONCEPTOS  
DE TRABAJO

39

C.C.T.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLIS DE PESOS
1.	PRESA Y DIQUES				
1.1	TERRAJERIAS				
1.1.1	DESMONTE				
1.1.1.1	DESMONTE, DESFERRAZO, DESPEQUE Y LIMPIA DEL TERRENO PARA PROPOSI- TOS DE CONSTRUCCION		114		
1.1.2	EXCAVACIONES				
1.1.2.1	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA FIJA, PA- RA DESPLANTE DE LAS O- BRAS, EXCLUYENDO DEN- TELLOS DE CONCRETO CON ACARREO LIBRE -- DE UN KILOMETRO):				
1.1.2.1.1	PARA DESPLANTE DE LA CORTINA		113		
1.1.2.1.2	PARA EL TAJO DE DES- VIO		113		
1.1.2.1.3	PARA DESPLANTE DE LOS DIQUES		113		
1.1.2.2	EN ROCA FIJA PARA DES- PLANTE DE LAS OBRAS,-- EXCLUYENDO DENTELLO- NES DE CONCRETO CON ACARREO LIBRE DE UN - KILOMETRO):				
1.1.2.2.1	PARA DESPLANTE DE LA CORTINA		113		
1.1.2.2.2	PARA EL TAJO DE DES- VIO		113		
1.1.2.2.3	PARA DESPLANTE DE LOS DIQUES		113		
1.2.2.4	PARA CANALES DE ACCE- SO Y SALIDA DE LOS - TUNELES DE DESVIO		113		

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN DOLARES DE LOS EE. UU.
1.1.2.3	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO EN MATERIAL IMPERMEABLE DE LA PRESA EN TRINCHERAS PARA ALZAR DE TALLONES DE CONCRETO (CON ACARRÉO LIBRE DE UN KILOMETRO)	M3			
1.1.2.3.1	EN MATERIAL DE ACARRÉO PARA ALZAR LA TRINCHERA CON ACARRÉO LIBRE DE UN KILOMETRO	M3			
1.1.2.4	EN EL MATERIAL IMPERMEABLE DE LA PRESA, EN TRINCHERAS PARA ALZAR DE TALLONES DE CONCRETO	M3			
1.1.2.5	EN CUALQUIER CLASE DE MATERIAL PARA EL DESPLANTE DE LAS ATAGUIAS	M3			
1.1.2.6	EN CUALQUIER CLASE DE MATERIAL PARA EL DESPLANTE DE LAS ATAGUIAS (CON ACARRÉO LIBRE DE UN KILOMETRO)	M3			
1.1.2.7	EN CUALQUIER CLASE DE MATERIAL PARA REMOCION DE LAS ATAGUIAS	M3			
1.1.2.8	EN CUALQUIER CLASE DE MATERIAL PARA LA REMOCION DE LAS ATAGUIAS (CON ACARRÉO LIBRE DE UN KILOMETRO)	M3			
1.1.2.9	EN EL ENROCAMIENTO DEL TALUD *AGUAS ABAJO* DE LA PRESA DIRIGIDA PARA FORMAR LAS ZANJAS QUE HAN DE LEJARSE DE CONCRETO	M3			
1.1.3	COLOCACION DE MATERIALES				
1.1.3.1	COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE SEMI COMPACTADO	M3			

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN DÍGITOS DE PESOS
1.1.3.2	COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO	M3			
1.1.3.3	COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO EN FORMA ESPECIAL	M3			
1.1.3.4	COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE:				
1.1.3.4.1	EN LA CORTINA	M3			
1.1.3.4.2	EN LAS ATAGUIAS	M3			
1.1.3.4.3	EN LOS DIQUES	M3			
1.1.3.5	COLOCACION DE ENROCAMIENTO				
1.1.3.5.1	EN LA CORTINA	M3			
1.1.3.5.2	EN LAS ATAGUIAS	M3			
1.1.3.5.3	EN LOS DIQUES	M3			
1.1.3.6	COLOCACION DE MATERIAL DE DESPERDICIO EN EL PARAMENTO AGUAS ABAJA DE LA PRESA	M3			
1.1.4	OSTENSION Y COLOCACION DE MATERIALES				
1.1.4.1	OSTENSION, ACARreo EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE SEMI COMPACTADO, EN SECO Y EN AGUA, EN ATAGUIAS	M3			
1.1.4.2	OSTENSION, ACARreo EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO:				
1.1.4.2.1	EN LA CORTINA	M3			
1.1.4.2.2	EN LAS ATAGUIAS	M3			
1.1.4.2.3	EN LOS DIQUES	M3			

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLES DE PESOS
1.1.4.3	OBTENCION, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO - Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO EN FORMA ESPECIAL	M3	1		
1.1.4.4	OBTENCION, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO - Y COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTAMO:				
1.1.4.4.1	EN ZONAS DE TRANSICION DE LA CORTINA	M3	1		
1.1.4.4.2	EN ZONAS DE TRANSICION DE LOS DIQUES	M3	1		
1.1.4.4.3	EN GRANA, EN LOS RESPALDOS DE LA CORTINA	M3	1		
1.1.4.4.4	EN GRANA, EN LOS RESPALDOS DE LOS DIQUES	M3	1		
1.1.4.5	OBTENCION, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO - Y COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE PROVENIENTE DE BANCOS DE DEPOSITO, PRODUCTO DE EXCAVACIONES PREVIAS:				
1.1.4.5.1	EN LA CORTINA	M3	1		
1.1.4.5.2	EN LAS ATAGUIAS	M3	1		
1.1.4.5.3	EN LOS DIQUES				
1.1.4.6	OBTENCION, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO, - Y COLOCACION DE ENROCAMIENTO, PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTAMO:				
1.1.4.6.1	A VOLTEO, EN CORTINA	M3	1		
1.1.4.6.2	A VOLTEO, EN ATAGUIAS Y EN CANAL DE DESVIO	M3	1		
1.1.4.6.3	A VOLTEO, EN DIQUES	M3	1		

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLES DE PESOS
1.1.4.6.4	REZAGA PROVENIENTE DEL DESPERDICIO EN LA EXPLOTACION DEL BANCO DE ROCA, COLOCADA EN LAS ZONAS CORRESPONDIENTES DE LA CORTINA Y LOS DIQUES		113		
1.1.4.7	OBTENCION, ACARRIO EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE ENRIQUECIMIENTO J REZAGA, PROVENIENTE DEL BANCO DE DEPOSITO, PRODUCTO DE EXCAVACIONES PREVIAS		113		
1.1.4.8	OBTENCION, ACARRIO EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE MATERIAL DE REVESTIMIENTO PARA LA CORONA DE LA CORTINA Y LOS DIQUES		113		
1.2.4.7.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN LA CORONA DE LA PRESA		112		
1.2.4.7	OBTENCION, ACARRIO EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE GRAVA Y ARENA PARA LOS FILTROS DE LA PRESA		113		
1.2.4.9.1	OBTENCION, ACARRIO EN EL PRIMER KILOMETRO Y COLOCACION DE MATERIAL (TOMA) PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESA		113		
1.1.5	SUBCARGA DE TERRACERIAS				
1.2.5.1	DE MATERIAL IMPERMEABILIZANTE, CORRESPONDIENTE A LOS CONCEPTOS DE TRAZADO 1.1.4.1, 1.1.4.2, 1.1.4.3, 1.1.4.4, 1.2.4.1.3, 1.2.4.2 Y 1.2.4.3		11461		

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE en MILLS DE PESOS
1.1.5.2	DE MATERIAL PERALABLE CORRESPONDIENTE A LOS CONCEPTOS DE TRABAJO, 1.1.2.1, 2.3, 2.6, 4, 4, 4.5, 4.8, 4.9, 4, 9.11, 1.2.1.1, 1.1.3, 1.2.1, 1.2.3, 1.3.1, 1.4.1 Y 4.1.2				13-K1
1.1.5.3	DE ROCA Y MESAQUA, CORRESPONDIENTE A LOS CONCEPTOS DE TRABAJO 1.1.2.3, 1.1.4.6, 1.1.4.7, 1.2.1.1.2, 1.2.1.2.2 Y 1.2.1.3.2				13-KM
1.1.5.4	TABLAESTACAS METALICAS				
1.1.5.5	SUPLENTO Y COLOCACION DE TABLAESTACAS METALICAS A C. M. DE PROFUNDIDAD				1
1.1.6	REMOCION DE MATERIALES				
1.1.6.1	DE MATERIAL IMPERMEABLE				13
1.1.6.2	DE ENCOBRIENTO				13
1.1.6.3	DE GRAVA Y ARENA EN LOS FILTROS				13
1.2	ESTRUCTURAS				
1.2.1	EXCAVACIONES				
1.2.1.1	EXCAVACIONES EN EL VERTEDERO:				
1.2.1.1.1	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA FIJA				13
1.2.1.1.2	EN ROCA FIJA				13
1.2.1.1.3	EN CUALQUIER MATERIAL				13
1.2.1.1.4	EN CUALQUIER MATERIAL EN ZANHAS PARA OINTERLOS Y DRENES				13
1.2.1.1.5	PREFACTURA				12

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLES DE PESOS
1.2.1.2	EXCAVACIONES EN LOS TAJOS DE LA OBRA DE TOMA:				
1.2.1.2.1	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA FIJA	M3			
1.2.1.2.2	EN ROCA FIJA	M3			
1.2.1.2.3	EN CUALQUIER MATERIAL	M3			
1.2.1.2.4	EN CUALQUIER MATERIAL EN ZANJAS PARA DENTELLONES Y DRENES	M3			
1.2.1.3	EXCAVACIONES EN EL ACCESO Y SALIDA DEL TUNEL DE DESVIO:				
1.2.1.3.1	EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA FIJA	M3			
1.2.1.3.2	EN ROCA FIJA	M3			
1.2.2	CONCRETOS				
1.2.2.1	CONCRETO EN EL VERTICOPOR				
1.2.2.1.1	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN:				
1.2.2.1.1.1	EN CIMIENTO Y MURDOS DE LA SECCION VERTICOPOR	M3			
1.2.2.1.1.2	EN PUENTE	M3			
1.2.2.1.1.3	EN MURDOS Y REVESTIMIENTO DEL CANAL DE ACCESO	M3			
1.2.2.1.1.4	EN EL CANAL DE DESCARGA Y TANGUE AMORTIGUADOR	M3			
1.2.2.1.1.5	EN CONDUITO DE TRANSICION	M3			
1.2.2.1.2	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO CI-CLOPEO	M3			
1.2.2.1.3	COLOCACION DE FIERRO-DE REFUERZO	KG			

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLES DE PESOS
1.2.2.2	CONCRETO EN JERA DE TOTA				
1.2.2.2.1	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN:				
1.2.2.2.1.1	EN LA ESTRUCTURA DE ENTRADA AL TUNEL (REJILLOS INCLUYENDO REVESTIMIENTO, TRANSICION Y EN CASITA DE OPERACION		13		
1.2.2.2.1.2	EN LA ESTRUCTURA DE DESCARGA DEL TUNEL		13		
1.2.2.2.1.3	EN LOS MUROS Y ESTRUCTURAS, CUANDO NO EXISTE TUNEL		13		
1.2.2.2.2	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO SILOPEO		13		
1.2.2.2.3	COLOCACION DE FIERRO DE REFUERZO		26		
1.2.2.3	CONCRETO EN LA PIEDA				
1.2.2.3.1	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN:				
1.2.2.3.1.1	EN EL DENTELLON PARA APOYO DE PERFORACIONES E INYECCIONES DE LA CIMENTACION		13		
1.2.2.3.1.2	CONCRETO PUSRE EN EL DESPLANTE DE LA CIMENTACION DEL MATERIAL IMPERMEABLE DE LA CORTINA		13		
1.2.2.3.1.3	CONCRETO SIMPLE EN LA CORTINA SECCION GRAVEDAD		13		
1.2.2.3.2	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO SILOPEO		13		
1.2.2.3.3	COLOCACION DE FIERRO DE REFUERZO		26		



CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLONES DE PESOS
1.2.2.3.4	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO	M3			
1.2.2.4	CONCRETO EN LA OBRA DE DESVIO				
1.2.2.4.1	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN:				
1.2.2.4.1.1	EN LA ESTRUCTURA PARA OBTENCION DE LA ENTRADA DEL TUNEL, INCLUYENDO MUPOS Y PUENTE DE ACCESO AL PISO DE OPERACION				
1.2.3.1	COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN LA OBRA DE DESVIO	KG			
1.2.3	MAMPOSTERIAS				
1.2.3.1	MAMPOSTERIAS Y ZAMPEADOS EN EL VERTEDOR				
1.2.3.1.1	MAMPOSTERIAS EN EL VERTEDOR INCLUSIVE ZAMPEADOS CON MORTERO	M3			
1.2.3.1.2	ZAMPEADO SECO EN EL VERTEDOR	M3			
1.2.3.2	MAMPOSTERIAS Y ZAMPEADO EN LA OBRA DE TOMA				
1.2.3.2.1	MAMPOSTERIAS EN LA OBRA DE TOMA INCLUSIVE ZAMPEADO CON MORTERO	M3			
1.2.3.2.2	ZAMPEADO SECO EN LA OBRA DE TOMA	M3			
1.2.3.3	MAMPOSTERIAS Y ZAMPEADOS EN LA PRESA	M3			
1.2.3.3.1	MAMPOSTERIAS EN LA PRESA	M3			
1.2.4	RELLENOS				
1.2.4.1	RELLENO EN EL VERTEDOR				

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLES DE PESOS
1.2.4.1.1	DE CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA SIN COMPACTAR	M3			
1.2.4.1.2	DE CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA, COMPACTADO CON PISON DE MANO	M3			
1.2.4.1.3	DE CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA, COMPACTADO CON PISON NEUMATICO	M3			
1.2.4.1.4	DE ENROCAMIENTO ADOSO DADO	M3			
1.2.4.2	RELLENOS EN LA OBRA DE TONA				
1.2.4.2.1	DE CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA, SIN COMPACTAR	M3			
1.2.4.2.2	DE CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA, COMPACTADO CON PISON DE MANO	M3			
1.2.4.2.3	DE CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA, COMPACTADO CON PISON NEUMATICO	M3			
1.2.5	ACERO ESTRUCTURAL Y COMPUERTAS				
1.2.5.1	EN EL VERTEDOR				
1.2.5.1.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO ESTRUCTURAL	KG			
1.2.5.1.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COMPUERTAS RAJIALES	KG			
1.2.5.1.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COMPUERTAS DESLIZANTES	KG			
1.2.5.1.3	GRUA DE PORTICO EN EL VERTEDOR	GLOBAL			

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PILES DE PESOS
1.2.5.1.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE OBTURADORES PARA CIERRE DE EMERGENCIA	KG			
1.2.5.2	EN LA OTRA DE TOMA				
1.2.5.2.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO ESTRUCTURAL	KG			
1.2.5.2.1.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA DE ACERO DE 122 CM (48 IN) DE DIAMETRO	M			
1.2.5.2.1.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA DE ACERO DE DE DIAMETRO	KG			
1.2.5.2.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COMPUERTAS RAJIALES	KG			
1.2.5.2.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COMPUERTAS DESLIZANTES	KG			
1.2.5.2.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIAS DE PRESION Y SUS ACCESORIOS	KG			
1.2.5.2.5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE COMPORTE DE 122 CM (48 IN) DE DIAMETRO	PZA			
1.2.5.2.5.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE MARIPOSA DE ( ) DE DIAMETRO	PZA			
1.2.5.2.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA HORIZONTAL JONGER DE 122 CM (48 IN) DE DIAMETRO	PZA			
1.2.5.2.6.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULA DE CHORO DIVERGENTE DE ( ) DE DIAMETRO	PZA			

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLES DE PESOS
1.2.6.2.9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE OBTURADORES PARA CIERRE DE EMERGENCIA	KG			
1.2.6.3	EN EL CONDUCTO DE DESVIO				
1.2.6.3.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE OBTURANTES DESLIZANTES	KG			
1.2.6	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS				
1.2.6.1	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M3			
1.2.6.2	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA	M3			
1.2.6.3	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE MADERA	M3			
1.2.6.4	DEMOLICION DE PAVIMENTO	M2			
1.2.7	CONCEPTOS DIVERSOS				
1.2.7.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE JUNTA DE CARTON ASFALTICO DE 2 (DOS) CENTIMETROS DE ESPESOR	M2			
1.2.7.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE JUNTA DE MASIQUE ASFALTICO DE 2 (DOS) CENTIMETROS DE ESPESOR	M2			
1.2.7.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SELLO DE HULE DE 3 BULBOS O DE OBLURGO DE POLIVINILO CORRUGADO	M			
1.2.7.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE JARANALES DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 5.18 CM (2 IN) DE DIAMETRO NOMINAL	KG			

CANT	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTANTE EN LÍNEA DE PESOS
1.2.7.5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESCALONES DE VARILLA COPRUGADA DE 2.91 CM (3/4") DE DIAMETRO	PZA			
1.2.7.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE GUARDACANTONOS TIPO "FLEX" (SEAL) (PARADO O SIMILAR), EN CUYENDO LA FABRICACION Y COLOCACION DE LA BASE DE CONCRETO	M			
1.2.7.7	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 6.35 CM (1/2") DE DIAMETRO NOMINAL PARA LLORADEROS	PZA			
1.2.7.7.1	TUBERIA DE VENTILACION DE FIERRO GALVANIZADA DE 2 IN DE DIAMETRO Y 1/4 IN DE ESPESOR	PZA			
1.2.7.8	RELLENOS DE GRAVA, O GRAVA Y ARENA, QUE SE REQUIEREN PARA "ORILLAS" "LLORADEROS" Y "FILTROS"	M3			
1.2.7.9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRUA PARA MANEJO DE BATERIAS DE EMERGENCIA, EN LA OBRA DE CONTROL DE TUNEL DE CAPACIDAD	LOTE			
1.2.7.9.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS CHECK DE 25 CM (1") DE DIAMETRO	PZA			
1.2.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS DE CONCRETO				
1.2.8.1	TUBO DE 15 CM DE DIAMETRO	M			
1.2.8.1.1	TUBO PERFORADO DE 15 CM DE DIAMETRO	M			

CLASIF.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN DOLARES DE PESOS
1.2.3.2	TUBO DE 33 CM DE DIAMETRO	M			
1.2.3.2.1	TUBO PERFORADO DE 33 CM DE DIAMETRO	M			
1.2.3.3	TUBO DE 46 CM DE DIAMETRO	M			
1.2.3.4	TUBO DE 76 CM DE DIAMETRO	M			
1.2.3.5	TUBO DE 91 CM DE DIAMETRO	M			
1.2.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS DE ASBESTO CEMENTO				
1.2.5.1	TUBO DE 10 CM DE DIAMETRO	PZA			
1.2.5.3	TUBO DE 25 CM DE DIAMETRO	M			
1.3	MAQUINARIA Y EQUIPO				
1.3.1	EQUIPO DE LIMPIO PARA DESAGUE EN GENERAL				
1.3.2	EQUIPO DE EXCAVACION Y REMOCION DE MATERIALES				
1.3.1.3	BOMBA DE 12 MM (4IN) DE DIAMETRO	HE			
1.3.1.4	BOMBA DE 152 MM (6IN) DE DIAMETRO	HE			
1.3.1.5	BOMBA DE 203 MM (8IN) DE DIAMETRO	HE			
1.3.1.6	BOMBA DE 254 MM (10IN) DE DIAMETRO	HE			
1.4	TRATAMIENTO DE CIMENTACION				
1.4.1	PERFORACION PARA INYECCION				

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN CILES DE PESOS
1.4.1.1	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA PARA CON SOLIDACION				
1.4.1.1.1	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA PARA CON SOLIDACION HASTA 3.2 CM (3 1/4 IN) DE DIAMETRO Y HASTA 1.0 M DE PROFUNDIDAD	M			
1.4.1.2	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA PARA PANTALLAS PROFUNDAS				
1.4.1.2.1	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA PARA PANTALLAS PROFUNDAS, HASTA 3.2 CM (3 1/4 IN) DE DIAMETRO Y HASTA 1.0 M DE PROFUNDIDAD	M			
1.4.1.2.2	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA PARA PANTALLAS PROFUNDAS, HASTA 3.2 CM (3 1/4 IN) DE DIAMETRO Y PROFUNDIDADES ENTRE 1.0 Y 2.0 M	M			
1.4.1.2.3	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA PARA PANTALLAS PROFUNDAS, HASTA 3.2 CM (3 1/4 IN) DE DIAMETRO Y PROFUNDIDADES ENTRE 2.0 Y 3.0 M	M			
1.4.1.2.4	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA PARA PANTALLAS PROFUNDAS, HASTA 3.2 CM (3 1/4 IN) DE DIAMETRO Y PROFUNDIDADES A MAS DE 3.0 M	M			
1.4.1.3	PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA DESDE GALERIAS	M			
1.4.1.4	PERFORACION CON MAQUINA ROTATIVA DE DIAMETRO	M			

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILS DE PESOS
1.4.1.4.2	PERFORACION CON MAQUINA ROTARIA DE DIAMANTE DE 5.00 C (2 IN) DE DIAMETRO, ENTRE 20 Y 40	M			
1.4.1.5	REPERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA				
1.4.1.5.1	REPERFORACION DE LECHADA O MORTERO CON MAQUINA NEUMATICA HASTA 4.2 CM (1 7/8 IN) DE DIAMETRO	M			
1.4.2	PERFORACION PARA MUES TRO				
1.4.3	INYECCION EN PERFORACIONES				
1.4.3.1	INYECCION CON LECHADA DE CEMENTO	M.E			
1.4.3.2	INYECCION CON MORTERO	M.E			
1.4.4	CONCEPTOS DIVERSOS				
1.4.4.1	LAVADO A PRESION Y PRUEBAS DE PRESION	M.E			
1.4.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBOS DE CONEXIONES DE INYECCION (PROGRESIONES DESCENDENTES)	PLA			
1.4.4.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBOS DE CONEXIONES Y EMPAQUES DE INYECCION (PROGRESIONES ASCENDENTES)	PLA			
1.4.4.4	SUMINISTRO DE ARENA PARA MEZCLAS DE INYECCION	M3			
1.4.4.5	SUMINISTRO DE ASFALTO PARA INYECCION	TON			
1.4.4.6	DESCARGA DE MATERIALES PARA INYECCION	MZ-KM			



CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN MILLES DE PESOS
1.5	RECTIFICACION Y CONTROL DEL RIO				
1.9	TUNELES Y LUMBRERAS				
1.9.1	EXCAVACION				
1.9.1.1	EXCAVACION DE TUNELES Y LUMBRERAS				
1.9.1.1.1	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EN TUNEL DE LA OBRA DE TONELADA		12		
1.9.1.1.2	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EN TUNEL DE LA OBRA DE DESVIO		13		
1.9.1.1.3	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EN LUMBRERA DE LA OBRA DE TONELADA		15		
1.9.1.1.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE	PZA			
1.9.1.1.5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ADHESIVOS METALICOS	KG			
1.9.2	PERFORACION E INYECTADO EN TUNELES Y LUMBRERAS				
1.9.2.1	PERFORACION				
1.9.2.1.1	PERFORACION PARA INYECTADO CON DIAMETRO DE 76.2 MM, A PROFUNDIDADES ENTRE 1 Y 10 METROS		11		
1.9.2.1.2	PERFORACION PARA INYECTADO CON DIAMETRO DE 76.2 MM A PROFUNDIDADES ENTRE 10 Y 20 METROS		11		
1.9.2.2	INYECTADO				

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN COLES DE PESOS
1.9.3.2.1	INYECCION EN TUNELES Y LUMBRERAS	11.2			
1.9.3.2.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBOS DE CONEXION (COPLER) DE 9.14 CM (2IN) PARA INYECCIONES EN PERFORACIONES DE 76.2 CM (3IN) DE DIAMETRO	224			
1.9.3.2.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE EMPAQUES MECANICOS PARA INYECCION DE TUNELES Y LUMBRERAS	224			
1.9.3.2.4	SUMINISTRO Y ACARRIO DE ARENA PARA LA INYECCION DE TUNELES Y LUMBRERAS	13			
1.9.3	FABRICACION Y COLOCACION DE MATERIALES MANUFACTURADOS				
1.9.3.1	CONCRETO EN TUNELES Y LUMBRERAS				
1.9.3.1.1	EN TUNEL DE LA OBRA DE TOMA	13			
1.9.3.1.2	EN LUMBRERA DE LA OBRA DE TOMA	13			
1.9.3.1.3	EN TUNEL DE LA OBRA DE DESVIO	13			
1.9.3.1.4	COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO EN LOS TUNELES Y LUMBRERAS				
1.9.3.1.4.1	EN EL TUNEL DE LA OBRA DE TOMA	45			
1.9.3.1.4.2	EN LA LUMBRERA DE LA OBRA DE TOMA	46			
1.9.3.1.4.3	EN EL TUNEL DE LA OBRA DE DESVIO	46			
1.17	INTERCOMUNICACION DE VASOS				

57

NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTANTE EN MILLES DE PESOS
1.14.1	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL PARA FORMAR EL CANAL DE INTERCONEXION	M3			
1.1.2	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EN PUENTE	M3			
1.1.3	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO EN:				
1.1.3.1	LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE	M3			
1.1.3.2	LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE	M3			
1.1.5	COLOCACION DE FIERRO DE REFUERZO	KG			
1.7	ACARREO DE MATERIALES				
1.7.1	CARGA, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO Y DESCARGA DE CEMENTO EN SACOS	TON			
1.7.1.1	ACARREO DE CEMENTO EN SACOS EN LOS KILOMETROS SUBSECUENTES AL PRIMERO	TON-KM			
1.7.2	CARGA, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO Y DESCARGA DE FIERRO DE REFUERZO	TON			
1.7.2.1	ACARREO DE FIERRO DE REFUERZO EN LOS KILOMETROS SUBSECUENTES AL PRIMERO	TON-KM			
1.7.3	CARGA, ACARREO EN EL PRIMER KILOMETRO Y DESCARGA DE PUZOLANAS	TON			
1.7.3.1	ACARREO DE PUZOLANAS EN LOS KILOMETROS SUBSECUENTES AL PRIMERO	TON-KM			
1.8	SUMA CONSTRUCCION ADQUISICIONES				

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1.8.2	FIERRO DE REFUERZO	TON			
	SUMA CONSTRUCCION Y ADQUISICIONES				
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION				
	SUMA				
	IMPREVISTOS				
	TOTAL				



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



ANALISIS DE INVERSIONES EN

PROYECTOS HIDROAGRICOLAS

CAPITULO VI

EVALUACION DE PROYECTOS

Ing. Sergio Macías Nava

agosto, 1980



## EVALUACION DE PROYECTOS AGROPECUARIOS

1) Aspectos generales de la evaluación de proyectos

Un proyecto consiste, en términos generales, en un complejo de actividades desarrolladas para utilizar recursos con el fin de obtener beneficios; y la evaluación del proyecto tiene por objeto medir y comparar el costo de los recursos empleados y el valor de los beneficios obtenidos.

La medición de esos costos y beneficios debe hacerse desde el punto de vista de quien ejecuta el proyecto, y en función de los objetivos que persiga. Así, si el ejecutor de un proyecto determinado es un particular que busca con el proyecto incrementar sus propias utilidades, es obvio que la medición de costos y beneficios la hará en función de tal objetivo. Por el contrario, si el ejecutor del proyecto es el sector público, la evaluación debe realizarse en función de los objetivos que el sector pretende.

Estas consideraciones conducen a los dos tipos de análisis que se pueden hacer de un proyecto: los económicos o sociales, y los financieros.

Ahora bien, el sector público al realizar proyectos puede

tener varios objetivos, como pueden ser incrementar el ingreso nacional, distribuir más equitativamente el ingreso, hacer a la nación más independiente del exterior, etc.; lo que sugiere que al evaluar proyectos públicos debiera hacerse una valoración del costo de los recursos empleados y de los beneficios obtenidos por el proyecto, para cada uno de esos objetivos.

Tradicionalmente, se han identificado a los proyectos agropecuarios como generadores de ingreso, y éste ha sido el objetivo con respecto al cual se evalúan. En la exposición que sigue, sólo se tratará este aspecto de los proyectos agropecuarios, reconociendo las limitaciones de enfoque en relación con otros objetivos.

En una segunda parte, también se tratarán los aspectos financieros de los proyectos agropecuarios, encaminados a determinar los requerimientos de tal índole y a constatar que los beneficiarios de los proyectos tengan los incentivos de ingresos suficientes, para no entorpecer el esquema de desarrollo que en ellos se prevea.



## 2) Evaluación económica

### -IDENTIFICACION DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS DE UN PROYECTO AGROPECUARIO.

Con los proyectos de riego se busca generalmente incrementar el ingreso nacional a través de incrementos en la producción de bienes agropecuarios, -logrados a partir de obras de infraestructura y servicios de apoyo a los usuarios del sistema. De esta suerte, para identificar y relacionar en el tiempo los beneficios y costos en que se incurre con un proyecto es preciso, entre otras cosas, disponer de los programas de inversión en obra, prever el uso que se le dará al sistema, atender a las acciones de los servicios de extensionismo, estimar al duración de los períodos de maduración de las actividades agropecuarias, etc.

A continuación se identificarán las principales componentes que, en un caso general, integran las corrientes de beneficios y costos de un proyecto de riego, en el entendido de que, por el carácter propio de los mismos, tales se consideran en períodos anuales.

Los beneficios imputables a un proyecto de tipo agropecuario, en un determinado año, los definiremos mediante la siguiente expresión:

$$B_i = VA_i^C - VA_i^S - CA_i^C + CA_i^S$$

donde:

$B_i$  es el beneficio del proyecto en el año  $i$

$VA_i^C$  es el valor agregado de la producción generada con el proyecto en el año  $i$

$VA_i^S$  es el valor agregado de la producción que se generaría en la zona en el año  $i$ , de no efectuarse el proyecto

$CA_i^C$  es el costo asociado al proyecto en el año  $i$

$CA_i^S$  es el costo asociado en que se incurriría en el año  $i$ , de no llevarse a cabo el proyecto

Naturalmente, la valoración de cada término incluido en la expresión anterior trae implícita una serie de consideraciones sobre las cuales es preciso hacer algunos comentarios.

La cuantificación del valor agregado de la producción generada con el proyecto requiere necesariamente prever el desarrollo de las actividades que se llevarán a cabo durante el horizonte de análisis —que normalmente se extiende a unos treinta y cinco años—. Es decir:

- i) Presumir que superficies van a ser dedicadas a cada cultivo en cada año. A este respecto, deben tomarse en cuenta, entre otros, los posibles mercados de cada producto, las disponibilidades y demandas de agua,

las épocas de siembra y cosecha y los factores climáticos de la zona. Asimismo, debe considerarse que, normalmente, al inicio de operación de un nuevo sistema, éste no es utilizado en su totalidad, sino que se requiere de un cierto lapso para "madurar" las actividades que ahí se desarrollen.

- ii) Prever los rendimientos que se van a obtener de cada cultivo. Nuevamente, en virtud de que los beneficiarios del sistema tendrán que adaptarse a prácticas de cultivos distintas, los rendimientos que se obtengan al inicio del período de operación serán, por lo general, inferiores a aquéllos que potencialmente puedan tenerse.
- iii) Investigar los precios de cada producto. Sobre este punto, cabe indicar que debe cuidarse la plena concordancia entre los diferentes precios que se manejen. Esto es, si la inversión en obras ha sido valorada a precios de un determinado año, los precios de los productos y los costos de producción deben ser recopilados para ese mismo año. Asimismo, no necesariamente los precios en el mercado reflejarán el valor del bien para los objetivos del proyecto. Este

aspecto se tratará más adelante.

- iv) Estimar los costos de producción de cada cultivo. - Se necesitarán conocer las prácticas recomendadas; - las semillas, fertilizantes y plaguicidas por utilizar; la maquinaria conveniente para cada actividad; los requerimientos de mano de obra; los impuestos, - seguros y cuotas por pagar; etc. Sin embargo, al - igual que para los productos, será preciso determinar el valor de cada pago en función de los objetivos que se persiguen con el proyecto.

Una vez definidos los elementos anteriores, podrá calcularse el valor agregado generado con el proyecto aplicando:

$$VA_i^c = ( r_{ji} P_j - CP_j ) X_{ji}$$

donde:

$r_{ji}$  es el rendimiento del cultivo  $j$  en el año  $i$

$P_j$  es el precio del producto  $j$

$CP_j$  es el costo de producción del cultivo  $j$ , valorado según se indica

$X_{ji}$  es la superficie dedicada al cultivo  $j$  en el año  $i$

$n$  es el número de cultivos incluidos en el patrón de actividades

El cálculo del valor agregado que se tendría de no llevarse a cabo el proyecto es similar al recién descrito, sólo que en este caso debe preverse el desarrollo de las actividades en tales condiciones. Un buen juicio sobre este aspecto se logra al revisar las estadísticas de producción de la zona del proyecto.

Por último, los costos asociados que se tendrían con y sin la realización del proyecto incluyen normalmente:

- i) Los gastos de adquisición y reposición de maquinaria agrícola.
- ii) Las erogaciones necesarias para instalaciones y equipos pecuarios, como cercos, básculas, baños garrapaticidas, etc.
- iii) Los gastos para adquisición de pies de cría, establecimiento de huertas de frutales —si éstos no han sido ya incluidos en los costos de producción respectivos—, etc.

Por lo que hace a los flujos de costos, éstos en un proyecto de riego se encuentran normalmente integrados por los miembros de la siguiente expresión:

$$C_i = I_i^C + CO_i^C + CE_i^C - CO_i^S - CE_i^S$$

donde:

$C_i$  es el costo total imputable al proyecto en el año  $i$

$I_i$  representa las inversiones en obras implícitas en el proyecto en el año  $i$ . Por lo general, estos gastos se presentan en los primeros años del flujo de costos e incluyen, entre otros, los de obras de captación, conducción y distribución de agua, sistemas de drenaje y protección contra inundaciones, redes de caminos y obras complementarias, trabajos preagrícolas, como nivelación de tierras y desmontes, etc.

$CO_i^C$  y  $CO_i^S$  significan, respectivamente, las erogaciones sistemáticas requeridas para la conservación y operación de los sistemas que se tengan, con o sin la realización del proyecto. En este concepto se pueden agrupar los gastos de administración e ingeniería de riego y drenaje, así como, en el caso de existir equipos de bombeo, el pago de la energía eléctrica utilizada, o bien el gasto de combustibles necesarios.

$CE_i^C$  y  $CE_i^S$  son los cargos por la prestación de servicios de asistencia técnica a los usuarios del sistema, en el caso de que se realice el proyecto o en caso contrario, respectivamente.

## -VALORACION DE BENEFICIOS Y COSTOS

Ya se ha mencionado que los precios de mercado de los bienes pueden no reflejar el valor de los mismos para los objetivos de un proyecto dado.

Según la teoría económica, en un mercado llamado perfecto el precio de un bien coincide con su producto marginal, y con el costo de retirarlo de la economía. En tal caso —el de un mercado perfecto—, los precios de mercado de los bienes reflejarían las contribuciones de los mismos al objetivo de incrementar el ingreso.

Sin embargo, el mercado de muchos productos dista mucho de ser un mercado perfecto. Existen, por ejemplo, precios de garantía fijos, aranceles, limitaciones a las importaciones y exportaciones, impuestos, salarios mínimos, etc., que de una manera u otra distorsionan los precios.

Entonces, la pregunta que debe responderse al fijar un precio adecuado a un determinado bien —que en los sucesivos lo llamaremos precio de cuenta— es: ¿Qué gana o pierde el ingreso nacional al producirlo o consumirlo?

El ejemplo más ilustrativo al respecto lo constituyen los impuestos. Si dentro de los costos de producción está inclui-

do algún impuesto, éste no debe contabilizarse con tal, pues el agricultor que lo paga sólo transfiere ese dinero a algún otro sector de la economía. En caso idéntico, pero en sentido contrario, se encuentran los subsidios.

En forma pragmática, puede decirse que es conveniente determinar el precio de cuenta de un bien o de un factor de producción si existen razones suficientes para suponer que el precio del mismo se afecta directamente por la presencia de elementos diferentes a la oferta y la demanda. Como ejemplos se pueden citar, en el caso de proyectos agropecuarios, los precios de garantía; los subsidios a los insumos tales como semillas; el salario mínimo oficial para la mano de obra y los precios tope al consumidor.

En general, para determinar los precios de cuenta de los bienes podemos clasificar a éstos en dos tipos: los que son sujetos de comercio internacional y los que no lo son.

Para los primeros, es razonable suponer que un incremento en la producción —o un aumento en el consumo— provocaría un igual aumento —o decremento— en las exportaciones, o bien un igual disminución —o incremento— en las importaciones. De tal suerte, para el país la ganancia o pérdida de la producción o insumo de un bien está reflejada por el precio al cual compra



o vende el bien en el mercado exterior, habida cuenta de los gastos en que se incurre para llevarlo a su destino.

A manera de ejemplo, supóngase el caso de una tonelada de trigo que es adicionada a la producción debido a un proyecto en el Estado de Sinaloa. La estadística de comercio externo de México de este producto señala grandes y crecientes importaciones, principalmente desde puertos del Golfo en los Estados Unidos y a través de Veracruz. Además, la mayor parte tanto de las importaciones como de la producción de trigo en Sinaloa tiene como destino final la Ciudad de México. De tal suerte, el precio de cuenta del trigo estaría dado por la cotización CIF Veracruz más los gastos necesarios para transportar el producto desde dicho puerto hasta la ciudad de México menos el costo de transporte entre la zona del proyecto y la propia Ciudad de México.

El segundo tipo de bienes, los que no tienen comercio exterior, lo constituyen, por ejemplo, la mano de obra, la electricidad —al menos en gran parte del país—, el transporte, etc. En general, a este tipo de bienes se les puede dividir en dos: los que al consumirlos implica privarlos del resto de la economía, y aquellos en que el consumir una unidad induce la fabricación de otra unidad. Así, por ejemplo, dentro de es

la Nayarit, y comprende unas 13 000 ha. El clima ahí es subhúmedo lluvioso, negatérnico y con gran deficiencia de agua en invierno. La temperatura media anual es de 26°C, y la precipitación de 1 500 mm., concentrada ésta última en los meses de junio a octubre.

Por la zona escurre el río El Bejuco y su principal afluente, el arroyo Cajones. El volumen anual que conducen asciende, en promedio, a 162 millones de m<sup>3</sup>.

La superficie es explotada por 714 agricultores, correspondiéndoles, en promedio 18.9 ha a cada cual. En el Cuadro I se detalla la información correspondiente.

Ellos tienen en promedio un ingreso de \$27 000/familia —a precios de 1978— según puede verse en el Cuadro II. Tales ingresos se estimaron con base en los datos sobre la producción actual en la zona, mismos que se consignan en el Cuadro III. Por otra parte, una investigación, sobre los costos de producción que ahí se tienen condujo a los resultados del Cuadro IV.

Después de diversos análisis, se plantearon, al nivel de factibilidad, dos esquemas alternos de obras de infraestructura con las que se propiciaría el mayor aprovechamiento de los

## CUADRO I

## PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

## TENENCIA DE LA TIERRA

— 1978 —

REGIMEN	SUPERFICIE		AGRICULTORES		AREA MEDIA POR AGRICULTOR (ha)
	(ha)	(%)	(No.)	(%)	
<u>Ejidal</u>	<u>11 941</u>	<u>88.2</u>	<u>667</u>	<u>93.4</u>	<u>17.9</u>
Rosamorada	1 023	7.5	21	2.9	48.7
Mintas	768	5.7	23	3.2	33.4
Pilas	1 597	11.8	72	10.1	22.2
Ruiz	3 415	25.2	375	52.5	9.1
Santa Fe	1 295	9.6	37	5.2	35.0
Cofradía de Coyutlán	1 416	10.5	103	14.4	13.7
Arrayanes	886	6.5	14	2.0	63.3
San Juan Bautista	1 541	11.4	22	3.1	70.0
<u>Comunal</u>	<u>1 568</u>	<u>11.8</u>	<u>47</u>	<u>6.6</u>	<u>33.8</u>
San Diego del Naranjo	767	5.7	23	3.2	33.3
Paramitas	821	6.1	24	3.4	34.2
<b>T O T A L E S</b>	<b>13 529</b>	<b>100.0</b>	<b>714</b>	<b>100.0</b>	<b>18.9</b>

FUENTE: Subdirección de Estudios, S.A.R.H.

CUADRO II  
 PROYECTO EL BEJUCO, NAY.  
 INGRESOS DE LOS BENEFICIARIOS  
 — 1978 —

TIPO DE BENEFICIARIO	NUMERO DE BENEFICIARIOS	INGRESO MEDIO (\$/año)	INGRESO GLOBAL (miles de \$/año)	SUPERFICIE POR AGRICULTOR (ha)
<u>Productividad muy baja</u>				
Comunidad San Diego del Naranjo	23	14 322	329	33
<u>Productividad baja</u>				
Ejido Santa Fe	37	30 485	1 128	35
Ejidos Minitas y Paramitas'	47	34 680	1 630	34
Ejido Rosamorada	21	49 980	1 049	49
Ejidos Arroyanes y San Juan Bautista	36	34 729	1 250	67
<u>Productividad media</u>				
Ejido Ruiz	375	13 122	4 921	9
<u>Productividad alta</u>				
Ejido Cofradía de Coyutlán	103	42 658	4 394	14
Ejido Pilas	72	64 687	4 657	22
<b>T O T A L E S</b>	<b>714</b>	<b>27 112</b>	<b>19 358</b>	<b>19</b>

FUENTE: Estimaciones realizadas en la Subdirección de Evaluación, S.A.R.H.

PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

SUPERFICIES, RENDIMIENTOS, PRECIOS Y VALOR DE LA PRODUCCION EN EL AREA BRUTA BENEFICIABLE

— 1978 —

MODALIDAD Y CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	RENDIMIENTO (ton/ha)	PRODUCCION (ton)	PRECIO* (\$/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (miles de \$)
<u>Temporal</u>	<u>2 801</u>				<u>15 706.3</u>
Cártamo	31	1.7	52.7	4 600	242.4
Frijol	1 470	1.1	1 617.0	6 500	10 510.5
Frijol intercalado	224	1.0	224.0	6 500	1 456.0
Maíz invierno	38	1.0	38.0	2 900	110.2
Maíz intercalado	224**	0.5	112.0	2 900	324.8
Maíz verano	1 014	1.0	1 014.0	2 900	2 940.6
Sorgo	24	2.5	60.0	2 030	121.8
<u>Riego</u>	<u>1 483</u>				<u>31 665.0</u>
Chile	84	12.0	1 008.0	4 000	4 032.0
Frijol	874	1.8	1 573.2	6 500	10 225.8
Mango	42	12.0	504.0	3 500	1 764.0
Melón	166	16.0	2 656.0	1 200	3 187.2
Sandía	27	20.0	540.0	1 800	972.0
Tabaco	290	1.8	522.0	22 000	11 484.0
<u>Uso pecuario</u>	<u>5 115</u>				<u>2 276.2</u>
Pastos naturales	5 115			445***	2 276.2
<u>Terrenos improductivos</u>	<u>4 130</u>				
<b>TOTAL</b>	<b>13 529</b>				<b>49 647.5</b>

\* Medio rural de 1978.

\*\* No suma en los totales.

\*\*\* Valor de la producción por ha, en pesos.

- iv) Canal principal, cuyo inicio sería en la derivadora "El Carrizo".
- v) Sistema de distribución, con canales también revestidos de concreto.
- vi) Sistema de drenaje.
- vii) Red de caminos internos.
- viii) Obras complementarias, necesarias para operar adecuadamente el Distrito. Consistirían en casas para canaleros y preseros, línea telefónica, estructuras afectoras y oficinas para dicho Distrito.
- ix) Realización de trabajos preagrícolas, correspondientes al desmonte de 2 867 ha, que actualmente se hallan cubiertas con selva baja.

Las obras destinadas a beneficiar a la superficie complementaria que se explotaría bajo temporal tecnificado serían las siguientes:

- i) En materia de drenaje, teniendo en cuenta que las corrientes naturales que avanan esa zona tienen la capacidad adecuada para el desalojo de los excedentes de lluvia, sólo se requeriría desmontar y limpiar

sus cauces.

- ii) Las necesidades de vialidad se satisfarían construyendo una red de caminos, que habría de conectar con el sistema vial de la zona de riego.
- iii) Por lo que toca a los trabajos preagrícolas, sería indispensable desmontar 1 098 ha.

La totalidad de las obras que habrían de ejecutarse, según esta alternativa, afectaría una superficie de 1 266 ha, además de ciertas fracciones de algunos poblados.

Adicionalmente, se adquiriría la maquinaria y equipo requerido para la conservación de las obras.

El presupuesto inherente a esta variante, que asciende a 764.3 millones de pesos, cotizado según los precios vigentes hacia mediados de 1978, viene desglosado en el Cuadro V.

La segunda versión del proyecto —alternativa V— propone el aprovechamiento de una superficie neta de 12 988 ha a base de temporal tecnificado, mediante la ejecución de los siguientes renglones de obra:

- i) Sistema de drenaje, principal y secundario.

CUADRO V

PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

ALTERNATIVA II-C

PRESUPUESTO A PRECIOS DE 1978

( En miles de pesos )

C O N C E P T O	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	OTROS	SUMA	ING. Y ADMON.	IMPREVISTOS	TOTAL
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>499 237</u>	<u>42 330</u>		<u>541 567</u>	<u>54 157</u>	<u>89 358</u>	<u>685 082</u>
Presa " El Balsamo "	166 723	2 707		169 430	16 943	27 956	214 329
Presa " El Carrizo "	5 637	1 214		6 851	685	1 130	8 666
Presa " Cajones "	7 325	1 543		8 868	887	1 463	11 218
Canales principales	139 059	16 988		156 047	15 605	25 748	197 400
Sistema de distribución	125 674	15 135		140 809	14 081	23 234	178 124
Sistema de drenaje riego	22 048	3 172		25 220	2 522	4 161	31 903
Sistema de drenaje temporal adicional	140			140	14	23	177
Sistema de caminos riego	31 029	1 434		32 463	3 246	5 356	41 065
Sistema de caminos temporal adicional	1 602	137		1 739	174	287	2 200
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>4 716</u>			<u>4 716</u>	<u>472</u>	<u>778</u>	<u>5 966</u>
Casas para canalero	770			770	77	127	974
Línea telefónica	1 400			1 400	140	231	1 771
Estructuras alforadoras	1 446			1 446	145	239	1 830
Oficinas para el Distrito	1 100			1 100	110	181	1 391
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>33 386</u>			<u>33 386</u>	<u>3 339</u>	<u>5 509</u>	<u>42 234</u>
Desmonte	19 191			19 191	1 919	3 167	24 277
Eliminación de pastizales	14 195			14 195	1 420	2 342	17 957
<u>INDEMNIZACIONES</u>			<u>19 059</u>	<u>19 059</u>			<u>19 059</u>
En la zona de la presa de almacenamiento			3 764	3 764			3 764
En la zona de riego			15 295	15 295			15 295
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>		<u>11 956</u>		<u>11 956</u>			<u>11 956</u>
<b>S U M A S</b>	<b>537 339</b>	<b>54 286</b>	<b>19 059</b>	<b>610 684</b>	<b>57 968</b>	<b>95 645</b>	<b>764 297</b>

22



- ii) Red de caminos —principales y secundarios— que tendrían idénticas características que las contempladas en la alternativa II-C.
- iii) Obras complementarias; se requeriría de la construcción de un local destinado al mantenimiento del equipo de conservación de las obras.
- iv) Trabajos preagrícolas, que no varían en extensión y características de los proyectados para la alternativa II-C.

Por su parte, en el renglón de indemnizaciones, se cubriría lo correspondiente a 365 ha que serían afectadas con la realización de las obras.

Asimismo, se adquiriría la maquinaria y equipo para conservación de las obras.

El monto presupuestado para esta alternativa asciende a 99.7 millones de pesos —a los mismos precios— y se consigna en el Cuadro VI.

En el caso de la alternativa II-C, se ha proyectado la ejecución de las obras en un período de 3 años —Vease Cuadro VII—, y la de la alternativa V tendría lugar en un año.

CUADRO VI  
PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

ALTERNATIVA V

PRESUPUESTO A PRECIOS DE 1978

( En miles de pesos )

C O N C E P T O	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	OTROS	S U M A	ING. Y ADMON.	IMPREVISTOS	T O T A
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>29 211</u>	<u>1 108</u>		<u>30 319</u>	<u>3 032</u>	<u>5 003</u>	<u>38 35</u>
Sistema de drenaje	5 562	77		5 639	564	931	7 13
Sistema de caminos	23 649	1 031		24 680	2 468	4 072	31 22
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>400</u>			<u>400</u>	<u>40</u>	<u>66</u>	<u>50</u>
Oficinas para el Distrito	400			400	40	66	50
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>33 386</u>			<u>33 386</u>	<u>3 339</u>	<u>5 509</u>	<u>42 23</u>
Desmante	19 191			19 191	1 919	3 167	24 27
Eliminación de pastizales	14 195			14 195	1 420	2 342	17 95
<u>INDEMNIZACIONES</u>			<u>9 555</u>	<u>9 555</u>			<u>9 55</u>
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>		<u>9 043</u>		<u>9 043</u>			<u>9 04</u>
<b>S U M A S</b>	<b>62 997</b>	<b>10 151</b>	<b>9 555</b>	<b>82 703</b>	<b>6 411</b>	<b>10 578</b>	<b>99 69</b>

## PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

## ALTERNATIVA II-C

## PROGRAMA DE INVERSIONES A PRECIOS DE 1978

( En miles de pesos )

C O N C E P T O	A Ñ O 1	A Ñ O 2	A Ñ O 3	TOTAL
<u>SUMAS</u>	<u>163 310</u>	<u>310 488</u>	<u>290 499</u>	<u>764 297</u>
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>102 017</u>	<u>306 908</u>	<u>276 157</u>	<u>685 082</u>
Presa " El Bálamo "		107 165	107 164	214 329
Presa " El Carrizo "	4 333	4 333		8 666
Presa " Cajones "	5 609	5 609		11 218
Canales principales	28 785	89 726	78 889	197 400
Sistema de distribución	24 937	81 938	71 249	178 124
Sistema de drenaje riego	6 956	12 115	12 832	31 903
Sistema de drenaje temporal adicional	177			177
Sistema de caminos riego	29 020	6 022	6 023	41 065
Sistema de caminos temporal adicional	2 200			2 200
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>		<u>3 580</u>	<u>2 386</u>	<u>5 966</u>
Casas para cenalero		584	390	974
Línea telefónica		1 063	708	1 771
Estructuras aforadoras		1 098	732	1 830
Oficinas para el Distrito		835	556	1 391
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>42 334</u>			<u>42 334</u>
Desmonte	24 277			24 277
Eliminación de pastizales	17 817			17 817
<u>INDEMNIZACIONES</u>	<u>19 059</u>			<u>19 059</u>
En la zona de la presa de almacenamiento	3 764			3 764
En la zona de riego	15 295			15 295
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>			<u>11 956</u>	<u>11 956</u>

Con objeto de medir las contribuciones al ingreso que ca da una de las dos alternativas estudiadas pudiera aportar, se efectuaron sendos análisis beneficio-costos. Al efecto, se consideraron precios del año de 1978.

En el Cuadro VIII se ha representado el curso que las actividades agropecuarias previsiblemente seguirían de no efectuarse acción alguna en la zona beneficiable.

Por otro lado, en los Cuadros IX y X se han resumido los datos que definen la evolución de la producción agropecuaria - si las alternativas V y II-C se llevaran a cabo, respectivamente.

Las superficies potenciales que ahí figuran corresponden a las propias de los patrones de cultivo elaborados vía programación lineal y en las que se han tomado en cuenta las restricciones propias de la zona beneficiable y de mercado correspondientes. Se supone que se tendrían después del período de maduración del proyecto. Las áreas que de cada cultivo se ha estimado se sembrarían al primer año de operación de cada sistema aparecen también en esos Cuadros, cabiendo indicar que, al respecto, se han considerado tres diferentes hipótesis, calificadas como optimista, media y pesimista. La primera hipótesis estipula que el incremento en áreas sembradas de cada cultivo

CUADRO VIII

PROYECTO EL REJUCO, NAY.

CULTIVOS, SUPERFICIES, RENDIMIENTOS, PRECIOS, VALORES Y COSTOS DE PRODUCCION.

PREVISTOS EN AUSENCIA DE ACCIONES EN EL AREA BRUTA BENEFICIABLE

CULTIVOS	SUPERFICIE (ha)	RENDIMIENTO (ton/ha)		PRECIO (\$/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (miles de \$)		COSTO DE PRODUCCION* (\$/ha)	
		ACTUAL	POTENCIAL		ACTUAL	POTENCIAL	TOTAL (miles \$)	
<b>TEMPORAL</b>	<b>2 801</b>				<b>15 205.1</b>	<b>17 256.0</b>		
Cacahote	31	1.7	1.7	4 600	242.4	242.4	2 062	63.9
Frijol	1 470	1.1	1.1	6 500	10 510.5	10 510.5	2 893	4 252.7
Frijol intercalado	224	1.0	1.0	6 500	1 456.0	1 456.0	3 303**	740.3**
Maíz invierno	38	1.0	1.5	2 900	110.2	165.3	1 300	49.4
Maíz intercalado	224***	0.5	0.5	2 900	324.8	324.8	-	-
Maíz verano	1 014	1.0	1.5	2 900	2 940.6	4 410.9	1 300	1 318.2
Sorpo	24	2.5	3.0	2 030	121.8	146.1	3 162	75.8
<b>REGO</b>	<b>1 483</b>				<b>31 655.0</b>	<b>34 250.2</b>		
Chile	64	12.0	15.0	4 000	4 032.0	5 040.0	12 314	1 034.4
Frijol	874	1.8	2.0	6 500	10 225.8	11 362.0	5 614	4 906.6
Mango	42	12.0	15.0	7 500	1 764.0	2 250.0	2 454	103.0
Melón	166	16.0	16.0	1 200	3 187.2	3 187.2	8 857	1 470.2
Sandía	27	20.0	20.0	1 800	972.0	972.0	8 054	217.4
Tabaco	290	1.8	1.8	12 000	11 484.0	11 484.0	14 466	4 135.1
<b>PASTOS</b>	<b>3 112</b>				<b>2 276.2</b>	<b>2 276.2</b>		
Pastos	3 112			445***	2 276.2	2 276.2	78	359.0
<b>TERRENOS INTRODUCTIVOS</b>	<b>4 130</b>							
<b>TOTAL</b>	<b>13 529</b>				<b>49 547.5</b>	<b>53 762.4</b>		<b>18 816.0</b>

\* No incluye mano de obra, impuestos ni depreciación de maquinaria agrícola; en el caso del tabaco se incluye el costo total de las plantas por sembrar, no sólo el 20% del mismo, en el que Tabamex las vende a los productores.

\*\* Se refiere al costo de la asociación frijol-guísame

\*\*\* No suma en el total

\*\*\*\* Valor de la producción por hectáreas, en pesos.

FUENTE: Estimaciones realizadas en la Subdirección de Evaluación, S.A.H.H.

27

PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

CULTIVOS, SUPERFICIES Y RENDIMIENTOS PREVISTOS CON LA  
REALIZACION DE LA ALTERNATIVA V

MODALIDAD Y CULTIVO	SUPERFICIES INICIALES; SEGUN LA POSICION: (ha)			SUPERFICIE POTENCIAL (ha)	RENDIMIENTOS (ton / ha)	
	OPTIMISTA	MEDIA	PESIMISTA		INICIAL	POTENCIAL
<u>Temporal</u>	<u>7 753</u>	<u>6 800</u>	<u>5 846</u>	<u>10 613</u>		
Arroz	244	209	174	348	2.0	2.3
Cacahuata	30	26	22	43	1.4	1.6
Maiz	3 435	3 094	2 754	4 456	2.2	2.7
Piña	84	72	60	120	8.0	12.0
Plátano	88	76	63	126	10.0	16.0
Sorgo	504	436	367	709	2.8	3.2
Soya	3 119	2 674	2 228	4 456	1.4	1.8
Tomate	249	213	178	355	9.0	11.0
<u>Humedad</u>	<u>1 725</u>	<u>1 725</u>	<u>1 725</u>	<u>1 725</u>		
Cártamo	31	31	31	31	1.7	1.7
Frijol	1 694	1 694	1 694	1 694	1.1	1.5
<u>Riego</u>	<u>1 483</u>	<u>1 483</u>	<u>1 483</u>	<u>1 483</u>		
Chile	84	84	84	84	13.0	15.0
Frijol	874	874	874	874	1.8	2.0
Mango	42	42	42	42	19.0	19.0
Melón	166	43	43	43	16.0	16.0
Sandía	27	27	27	27	20.0	22.0
Tabaco	290	290	290	290	1.8	1.8
<u>Terrenos de uso pecuario</u>	<u>1 535</u>	<u>2 046</u>	<u>2 558</u>	<u>0</u>	<u>445*</u>	<u>445*</u>
<b>T O T A L E S</b>	<b>12 496</b>	<b>12 054</b>	<b>11 612</b>	<b>13 821</b>		

\* Valor de producción, en \$/ha.

## CUADRO X

## PROYECTO EL ELIJO. NAY.

CULTIVOS, SUPERFICIES Y RENDIMIENTOS PREVISTOS CON LA REALIZACION DE LA  
ALTERNATIVA II-C

MODALIDAD Y CULTIVO	SUPERFICIES INICIALES, SEGUN LA POSICION: (ha)			SUPERFICIE POTENCIAL (ha)	RENDIMIENTOS (ton/ha)	
	OPTIMISTA	MEDIA	PESIMISTA		INICIAL	POTENCIAL
<b>Riego</b>	<b>11 643</b>	<b>10 424</b>	<b>8 209</b>	<b>15 302</b>		
Aguacate	72	62	52	103	-	20.0
Cacahuata	27	23	20	39	1.5	2.0
Chile verde	67	67	67	67	13.0	15.0
Frijol	1 608	1 608	1 608	1 608	1.9	2.0
Frijol*	110	110	110	110	1.9	2.0
Garbanzo	17	14	12	24	1.7	2.0
Limón	71	61	51	102	-	20.0
Mango establecido	42	42	42	42	16.0	19.0
Mango por establecer	67	58	48	96	-	14.0
Maíz	2 021	2 700	2 380	3 983	3.5	4.5
"  ción	188	185	182	198	16.0	16.0
"  payo	17	14	12	24	22.0**	35.0**
"  plino	15	13	11	22	11.0	15.0
"  ña	75	64	54	107	15.0**	19.0**
"  tano	79	68	57	113	21.0**	28.0**
"  ndía	61	56	51	75	20.0	22.0
Sorgo	2 604	2 236	1 867	3 710	4.0	5.5
Soya	2 787	2 389	1 991	3 982	1.7	2.2
Tabaco	493	464	435	580	1.8	1.8
Tomate	222	190	159	317	12.0	18.0
<b>Temporal</b>	<b>1 886</b>	<b>1 656</b>	<b>1 428</b>	<b>2 378</b>		
Arroz	81	70	58	116	2.0	2.3
Cacahuata	7	6	5	10	1.4	1.6
Maíz	842	761	681	1 085	2.2	2.7
"  ña	10	17	15	29	8.0	12.0
"  tano	22	19	16	31	10.0	16.0
Sorgo	94	80	67	134	2.8	3.2
Soya	760	651	543	1 085	1.4	1.8
Tomate	60	52	43	86	9.0	11.0
<b>Terranos de uso pecuario</b>	<b>1 535</b>	<b>2 046</b>	<b>2 558</b>	<b>0</b>	<b>445*</b>	<b>445*</b>
<b>TOTALES</b>	<b>15 064</b>	<b>14 126</b>	<b>13 195</b>	<b>17 878</b>		

- \* Regado por aspersión
- \*\* Anual equivalente, calculado con una tasa del 12% anual
- \* Valor de producción, en \$/ha.

sería, en ese primer año, del 70% de los propios aumentos esperados en el largo plazo. En las otras dos hipótesis se han fijado tales relativos en 60 y 50%. Por otra parte, se ha previsto que las superficies dedicadas actualmente al agostadero vayan destinándose a uso agrícola paulatinamente.

A partir de la situación inicial descrita, se supuso que el crecimiento en superficies cosechadas sería gradual, lográndose tener el 95% de los incrementos en períodos de 6, 9 ó 12 años, según se trate de la hipótesis optimista, media o pesimista.

Por lo que hace a los rendimientos de los cultivos, como se observa en los susodichos arreglos, se han establecido tanto los que se espera obtener al inicio de operación del proyecto como los previsiblemente alcanzables en el largo plazo. En general, los primeros concuerdan con los observados en zonas aledañas a la del proyecto.

Los potenciales, tratándose de riego, fueron definidos con base en los reportados en otros Distritos de Riego con condiciones climáticas similares y avanzados en la producción del cultivo en cuestión. Los de temporal se calcularon multiplicando los propios de riego por un factor que considerase las deficiencias de la precipitación pluvial con respecto al uso



consuntivo de la planta; y los de humedad se fijaron tomando en cuenta tanto las estadísticas de producción locales como las experiencias del Campo Experimental de Santiago. Se ha estimado que en un período de 9 años se lograría incrementar los referidos rendimientos iniciales hasta alcanzar el 95% de los aumentos esperados.

Cabe señalar que se prevé que las obras de la alternativa II-C destinadas a atender con riego la superficie beneficiable, estarían disponibles hasta después de tres años de iniciadas, pero que durante el primer año de este período se realizarían las obras que permitiesen la explotación en condiciones de temporal tecnificado. Así pues, se ha considerado que durante los dos últimos años de construcción de las obras de la alternativa mencionada, las superficies y rendimientos de los cultivos serían similares a los que se tendrían con la opción V.

La valoración de los beneficios imputables al Proyecto El Bejuco, Nay., se llevó a cabo contemplando precios de cuenta de los productos agrícolas incluidos en los planes de producción. Los del arroz, maíz, frijol, sorgo y soya\* se dedujeron a partir de sus cotizaciones en 1978 en los mercados internacionales con los que el país comúnmente negocia. Los precios

---

\* Que tienen un precio de garantía fijado por la Conasupo.

de cuenta de los demás productos se identificaron con los propios rurales, ya que se consideró que éstos reflejan correctamente el valor del bien. En el Cuadro XI se relacionan los precios así estimados.

Por lo que hace a los costos de producción, en el mismo arreglo se anotaron los usados en la evaluación del proyecto de referencia. Ellos son los reportados por los estudios correspondientes sólo que se han descontado los cargos por mano de obra, impuestos y depreciación de maquinaria. Los primeros no figuran ya que se ha estimado que la población económicamente activa en el sector agropecuario de la zona beneficiable y sus cercanías sería suficiente para realizar las actividades propias, tanto de las explotaciones propuestas, como de las que se llevan a cabo en las inmediaciones. Los impuestos han sido excluidos por conceptuarlos como meras transferencias, y la depreciación de maquinaria se ha descontado en virtud de que, como se verá más adelante, se han incluido las adquisiciones y reposiciones de la misma. Por otra parte, en cuanto al tabaco, se ha sumado el subsidio que reciben los agricultores al adquirir las plantas procedentes del almácigo, ya que, según la información recabada en la empresa Tabamex, ésta se las vende a un 20% del costo para producirlas.

## CUADRO XI

## PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

## PRECIOS Y COSTOS DE PRODUCCION

## CONSIDERADOS EN LAS EVALUACIONES ECONOMICAS

CULTIVO	PRECIOS (\$/ton)		AÑO*	COSTOS DE PRODUCCION** (\$/ha)		
	RURAL	DE CUENTA		TEMPORAL	RIEGO POR GRAVEDAD	RIEGO POR ASPERSION
Aguacate	6 500	6 500	1		7 987	
			2		1 895	
			3		1 895	
			4		2 679	
			5		2 838	
			6		2 841	
			7		2 842	
			8		2 845	
			9		2 846	
			10 en adelante		2 851	
Arroz	3 200	2 738		4 267		
Cacahuete	8 000	8 000		5 504	5 934	
Cátsamo	4 600	4 600		2 742		
Chile verde	4 000	4 000			6 312	9 670
Frijol	6 500	8 300		3 339	4 401	6 097
Garbanzo	11 300	11 300			4 011	
Límón	3 000	3 000	1		6 353	
			2		1 834	
			3		2 184	
			4		2 188	
			5		2 190	
			6		2 192	
			7		2 195	
			8 en adelante		2 199	
Mango establecido	3 500	3 500			2 696	
Mango	3 500	3 500	1		7 260	
			2		2 348	
			3		2 348	
			4		2 686	
			5		2 691	
			6		2 692	
			7		2 693	
			8		2 695	
			9		2 696	
			10 en adelante		2 696	
Mafz	2 900	2 720		3 633	3 983	
Melón	1 200	1 200			6 161	8 773
Papayo	2 000	2 000			6 653 <sup>+</sup>	
Pepino	1 200	1 200			5 094	
Piña	2 000	2 000		12 402 <sup>+</sup>	14 663 <sup>+</sup>	
Plátano	1 400	1 400		5 832 <sup>+</sup>	8 622 <sup>+</sup>	
Sandía	1 800	1 800			5 193	7 783
Sorgo	2 030	2 360		3 803	4 322	
Soya	5 500	5 900		2 965	4 729	
Tabaco	22 000	22 000			10 832	13 298
Tomate	1 200	1 200		4 516	6 248	

\* A partir de iniciada la explotación

\*\* No incluyen mano de obra, depreciación de maquinaria e impuestos

+ Anuales equivalentes, calculados con una tasa del 12% anual

De no realizarse ninguna de las dos opciones planteadas - para la zona se ha considerado que a ella fluirían inversiones en extensionismo agrícola, tal y como ha venido sucediendo hasta ahora. Con base en la información proporcionada por el Distrito de Temporal que ahí opera, y la recabada de la empresa - Tabamex, se estimó que las erogaciones por este concepto ascenden a unos 945 mil pesos/año.

Si se llevare a cabo la alternativa V, los flujos de costos consistirían en:

- a) Las inversiones en obras, las que, según se dijo se realizarían en un año. Para los efectos de esta evaluación se ha descontado de ellas el valor de las indemnizaciones en la zona beneficiable, por considerarlas meras transferencias\*.
- b) Los cargos para la conservación y operación de las obras, los que se han fijado en 2.47 millones de pesos/año.
- c) Los montos destinados al servicio de asistencia técnica a los usuarios, tanto en las áreas dedicadas a la producción de tabaco, como para el resto. Los primeros se han estimado en 0.36 millones de pesos/-

---

\* En efecto, en ausencia del proyecto, las provisiones de producción se refirieron al área bruta beneficiable.

año, mientras que los segundos coinciden con el esquema elaborado ex-profeso.

- d) Los incrementos en maquinaria agrícola requerida, con respecto a la necesaria de no realizarse acción alguna.

En cambio, si la opción II-C fuera elegida, las inversiones en obras abarcarían, según se dijo, un período de tres años. Al igual que para la otra alternativa, para efectos de evaluación no se han añadido las indemnizaciones en la zona beneficiable. Por su parte, los cargos anuales para la conservación y operación de las obras se estima ascenderían a 5.72 millones de pesos, y los de extensión en las áreas con tabaco a 0.72 millones de pesos. En el resto del área se ha considerado el mismo esquema mencionado. Naturalmente, también fueron incluidos los incrementos en requerimientos de maquinaria.

En los Cuadros XII y XIII figuran, respectivamente para las alternativas V y II-C, los flujos de costos descritos.

Cabe señalar aquí que, en ambas opciones, se ha conceptualizado como beneficio del proyecto el valor del hato ganadero existente en la zona, ya que, al modificarse el uso del terreno, tal activo podrá ser vendido. El valor de dicho hato se esti-

## CUADRO XII

## PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

## FLUJOS DE COSTOS PREVISTOS CON LA REALIZACION DE LA ALTERNATIVA V

( miles de \$ )

AÑO	INVERSION	CONSERVACION	OPERACION	EXTENSIONISMO	ASOCIADOS
1980	90 137			5 639	
1981		1 039	1 429	4 063	51 582
1982		1 039	1 429	4 063	
1983		1 039	1 429	4 063	
1984		1 039	1 429	4 063	
1985		1 039	1 429	5 639	
1986		1 039	1 429	4 063	
1987		1 039	1 429	4 063	26 073
1988		1 039	1 429	4 063	-17
1989		1 039	1 429	4 063	24 367
1990		1 039	1 429	5 639	
1991		1 039	1 429	4 063	608
1992		1 039	1 429	4 063	
1993		1 039	1 429	4 063	26 234
1994		1 039	1 429	4 063	-22
1995		1 039	1 429	5 639	-17
1996		1 039	1 429	4 063	413
1997		1 039	1 429	4 063	24 367
1998		1 039	1 429	4 063	
1999		1 039	1 429	4 063	26 073
2000		1 039	1 429	5 639	
2001		1 039	1 429	4 063	608
2002		1 039	1 429	4 063	-17
2003		1 039	1 429	4 063	
2004		1 039	1 429	4 063	
2005		1 039	1 429	5 639	50 601
2006		1 039	1 429	4 063	
2007		1 039	1 429	4 063	-22
2008		1 039	1 429	4 063	
2009		1 039	1 429	4 063	-17
2010		1 039	1 429	5 639	

\* Referentes a incrementos en adquisiciones de maquinaria agrícola.

## CUADRO XIII

## PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

## FLUJOS DE COSTOS PREVISTOS CON LA REALIZACION DE LA ALTERNATIVA II-C

(miles de \$)

AÑO	INVERSION	CONSERVACION	OPERACION	EXTENSIONISMO	ASOCIADOS*
1980	148 016			6 001	
1981	310 487			4 437	
1982	290 499			4 437	
1983		2 777	2 938	4 437	69 960
1984		2 777	2 938	4 437	
1985		2 777	2 938	6 001	
1986		2 777	2 938	4 437	
1987		2 777	2 938	4 437	
1988		2 777	2 938	4 437	
1989		2 777	2 938	4 437	23 152
1990		2 777	2 938	6 001	90
1991		2 777	2 938	4 437	44 989
1992		2 777	2 938	4 437	
1993		2 777	2 938	4 437	910
1994		2 777	2 938	4 437	
1995		2 777	2 938	6 001	23 314
1996		2 777	2 938	4 437	-22
1997		2 777	2 938	4 437	90
1998		2 777	2 938	4 437	679
1999		2 777	2 938	4 437	44 989
2000		2 777	2 938	6 001	
2001		2 777	2 938	4 437	23 152
2002		2 777	2 938	4 437	
2003		2 777	2 938	4 437	910
2004		2 777	2 938	4 437	90
2005		2 777	2 938	6 001	
2006		2 777	2 938	4 437	
2007		2 777	2 938	4 437	68 303
2008		2 777	2 938	4 437	
2009		2 777	2 938	4 437	-22
2010		2 777	2 938	6 001	
2011		2 777	2 938	4 437	90
2012		2 777	2 938	4 437	

\* Referentes a incrementos en adquisiciones de maquinaria agrícola.

ma en 6.8 millones de pesos.

De acuerdo con las hipótesis de desarrollo y los flujos de costos antedichos se calcularon los indicadores económicos correspondientes a cada supuesto, para ambas alternativas de inversión\*. Ellos aparecen en el Cuadro XIV, cabiendo precisar que la tasa anual de descuento se consideró del 10% en las hipótesis optimistas, del 12% en las medias y del 14% en las pesimistas.

En ese arreglo se aprecia a todas luces que, desde el punto de vista económico, resulta más atractiva la alternativa V, con la cual, reiterando, se habilitaría para temporal tecnificado una superficie de casi 13 000 ha, utilizando también, por supuesto, los sistemas de riego ahí ya existentes. La tasa interna de retorno que con esta opción se tendría alcanza valores de entre 22 y 28%, dependiendo de la hipótesis asumida.

Cabe señalar que la realización de la alternativa indicada no excluye la posibilidad de que, en posteriores etapas —tal vez cuando ahí se haya desarrollado una agricultura de temporal intensiva que permita esperar beneficios marginales superiores por la introducción del riego—, resulte conveniente el mayor aprovechamiento de los escurrimientos de la zona.

---

\* En el Anexo se incluye el detalle de la integración de los flujos de beneficios y costos para la hipótesis media de análisis.



CUADRO XIV

PROYECTO EL BEJUÇO, NAY.

RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES ECONOMICAS

ALTERNATIVA	HIPOTESIS	B/C	P.R.	V.P.B.N.	T.I.R.
V	OPTIMISTA	2.70	7	254	27.6
	MEDIA	2.23	8	174	25.5
	PESIMISTA	1.80	9	108	23.3
II-C	OPTIMISTA	1.25	19	187	12.4
	MEDIA	0.99	-	-9	11.9
	PESIMISTA	0.77	-	-158	11.2

NOTAS:

B/C, relación beneficio-costos;

P.R., período de recuperación, en años;

V.P.B.N., valor presente de beneficios netos, en millones de pesos; y

T.I.R., tasa interna de retorno, en %.

### 3) Análisis Financiero

El análisis financiero de un proyecto agropecuario emprendido por el sector público tiene por objeto, por un lado, prever los requerimientos que de tal índole se requerirán, y, por otro lado, cotejar que las empresas agropecuarias que en la zona se formen tengan los incentivos suficientes para prosperar.

Mejor que cualquier exposición teórica, una mejor ilustración sobre estos aspectos se logra mediante un caso de aplicación. Seguiremos utilizando como caso al proyecto El Bejuco, Nay., en su opción denominada alternativa V, pues esta resultó con mejores convenientes económicos.

Como se mencionó, en adición a las obras descritas, el proyecto El Bejuco incluye el desarrollo de un programa intensivo de asistencia técnica. El Cuadro XV consigna el monto total de las inversiones previstas de ejecutarse la alternativa V, valuadas a precios de 1979, adicionando las erogaciones - - atribuibles a asistencia técnica durante el año de construcción de las obras; como puede observarse, el presupuesto global asciende a 119.5 millones de pesos, los que, incluyendo el escalamiento de costos que resultara, se consideró serían aportados por el gobierno federal.

## PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

## ALTERNATIVA V

## PRESUPUESTO A PRECIOS DE 1979

( En miles de pesos )

41

C O N C E P T O	CONSTRUCCION	ADQUISICIONES	OTROS	SUMA	ING. Y ADMON.	IMPREVISTOS	TOTAL
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>34 441</u>	<u>1 353</u>		<u>35 794</u>	<u>3 579</u>	<u>5 906</u>	<u>45 279</u>
Sistema de drenaje	6 719	91		6 810	681	1 124	8 615
Sistema de caminos	27 722	1 262		28 984	2 898	4 782	36 664
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>474</u>			<u>474</u>	<u>47</u>	<u>78</u>	<u>599</u>
Oficinas para el Distrito	474			474	47	78	599
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>35 727</u>			<u>35 727</u>	<u>3 573</u>	<u>5 895</u>	<u>45 195</u>
Desmante	20 540			20 540	2 054	3 389	25 983
Eliminación de pastizales	15 187			15 187	1 519	2 506	19 212
<u>INDEMNIZACIONES</u>			<u>11 055</u>	<u>11 055</u>			<u>11 055</u>
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>		<u>11 305</u>		<u>11 305</u>			<u>11 305</u>
<u>EXTENSIONISMO AGRICOLA</u>			<u>6 037</u>	<u>6 037</u>			<u>6 037</u>
<b>S U M A S</b>	<b>70 642</b>	<b>12 658</b>	<b>17 092</b>	<b>100 392</b>	<b>7 199</b>	<b>11 879</b>	<b>119 470</b>

Por otra parte, si se deseara obtener crédito externo para este proyecto —lo que se estima sería realizable sólo — agrupándolo con otros—, el monto asignable al mismo podría ascender a 2.3 millones de dólares\*. Esta cifra ha sido calculada a partir de estimaciones de la componente externa de la inversión adicionando el 50% de los gastos en asistencia técnica, y como el proyecto podría construirse durante 1980, el respectivo escalamiento de costos estimado en un 10%.

Por otra parte, la intervención de la banca local en el financiamiento de las actividades de producción se considera indispensable para el buen desarrollo de las mismas. Las estimaciones realizadas sobre la magnitud de tales financiamientos\*\* —en las cuales se han considerado las condiciones de crédito del Cuadro XVI— indicaron que el pasivo máximo se presentaría hacia el primer año del período de operación, y que ascendería a 111 millones de pesos, valorados a precios de 1978. Once años después, el saldo bancario ya sería positivo.

Con el fin de estimar las perspectivas financieras que los agricultores beneficiarios tendrían con la realización del proyecto en cuestión, se definieron las características de las explotaciones que ahí pudieran instaurarse.

---

\* A una tasa de cambio de \$22.50/dólar.

\*\* Incluidas en el Anexo.

CUADRO XVI

PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

LÍNEAS DE CRÉDITO, TASAS DE INTERÉS Y PERIODOS DE GRACIA Y AMORTIZACIÓN

C R E D I T O	TASA DE INTERES	P E R I O D O S D E : (años)	
		GRACIA	AMORTIZACION
De avío	7%/ciclo	-	-
Refaccionario para maquinaria agrícola	14%/año	2	6

Así, con base en las previsiones de desarrollo formuladas para el área del proyecto, y las condiciones de los ejidos beneficiables, se identificaron seis diferentes explotaciones tipo cuyas características principales figuran en el Cuadro XVII. Según puede verse, todas ellas se conceptuaron —de acuerdo— con algunas recomendaciones existentes sobre la materia— con una superficie física de 500 ha, en las cuales se consideró es tarían agrupados diversos números de ejidatarios.

Las cuentas financieras correspondientes al proyecto El Bejuco se llevaron a cabo tanto al nivel del complejo en su totalidad como para cada una de las explotaciones tipo descritas en el inciso anterior. Todas se efectuaron tomando en cuenta precios de 1978.

Las primeras aparecen en el Cuadro XVIII. Sobre los diversos rubros que en ellas intervinieron, cabe precisar que:

- En los denominados aportes de capital se han incluido, por una parte, los destinados a financiar el costo de las obras de infraestructura; y por la otra, el financiamiento total de los gastos de extensionismo durante los dos primeros años de operación del complejo, y el correspondiente a las áreas de tabaco —por parte de la empresa Tabamex— en los siguientes años. Se ha juz

PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

CARACTERISTICAS DE LAS EXPLOTACIONES TIPO PREVISTAS EN LA ETAPA DE DEARROLLO DEL PROYECTO

C O N C E P T O	E X P L O T A C I O N T I P O											
	1		2		3		4		5		6	
1) <u>Explotación característica de los beneficiarios agrupados - en los ejidos</u>	RUZ Y COFRADIA DE COYUTLAN		P I L A S		MINITAS, ROSA MORADA Y PARAMITAS		SANTA PE		ARRAYANES Y SAN JUAN BAUTISTA		SAN DIEGO DEL NARANJO	
2) <u>Superficie de la unidad (ha)</u>	500		500		500		500		500		500	
3) <u>No. de agricultores agrupados en cada unidad</u>	50		25		13		15		8		15	
4) <u>No. de unidades previstas</u>	5		3		5		3		5		1	
5) <u>Superficie de cada cultivo (ha)</u>	INICIAL POTENCIAL		INICIAL POTENCIAL		INICIAL POTENCIAL		INICIAL POTENCIAL		INICIAL POTENCIAL		INICIAL POTENCIAL	
a) <u>En zonas regadas por aspersión</u>	135	189	135	189	55	67						
Chile verde	6	6	6	6	2	2						
Frijol	58	58	58	58	21	21						
Mango	3	3	3	3	1	1						
Melón	11	11	11	11	4	4						
Sandía	2	2	2	2	-	-						
Tabaco	19	19	19	19	7	7						
Maíz, temporal	29	45	29	45	10	16						
Soya, temporal	27	45	27	45	10	16						
b) <u>En zonas de temporal</u>	251	380	251	380	383	440	321	475	371	475	285	475
Arroz	7	12	7	12	8	14	8	14	8	14	11	18
Cacahuete	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Cártamo	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	-	-
Frijol	42	42	42	42	31	31	133	133	133	133	-	-
Maíz	91	139	91	139	108	169	115	137	115	137	116	195
Púa	2	4	2	4	3	5	3	5	3	5	4	6
Plátano	2	4	2	4	3	5	3	5	3	5	4	6
Sorgo	15	25	15	25	19	31	16	26	16	26	22	36
Soya	83	139	83	139	101	168	82	137	82	137	116	194
Tomate	7	12	7	12	8	14	8	14	8	14	11	18
c) <u>Terranos de uso pecuario</u>	33	-	33	-	50	-	32	-	32	-	200	-
d) <u>Total</u>	305	369	305	369	388	507	339	475	398	475	485	475

45





- gado conveniente que tales gastos iniciales de extensión sean financiados con recursos externos a los del proyecto —del gobierno federal—, en virtud de la prevista escasa capacidad financiera de los beneficiarios en esa etapa.
- El valor de las ventas ha sido estimado de acuerdo con las hipótesis medias de desarrollo descritas en el Capítulo anterior, y en ellas han sido incluidas las propias ventas del hato ganadero ahí existente.
  - Por lo que se refiere a los aportes de mano de obra, sólo se han contabilizado los que provendrían del trabajo en sus parcelas de los ejidatarios beneficiarios, en los términos en que se describirá más adelante.
  - Los incrementos en gastos de consumo familiar de los beneficiarios se han considerado en un 80% de los propios incrementos en el ingreso.
  - Las cuotas de compensación, destinadas a amortizar parcialmente el costo de las obras, se ha considerado se pagarían a partir del cuarto año del período de operación, dada la susodicha reducida capacidad de pago. En tales términos, con ellas se cubrirían el 30% de la in-

versión en obras y los intereses respectivos —calculados en una tasa del 12%/año—, en un lapso de 25 años.

Los saldos obtenidos al efectuar la contabilidad de fuentes y usos, según puede apreciarse en el referido arreglo, además de ser positivos desde el principio, denotan ingresos por familia beneficiaria superiores al ingreso medio que actualmente percibe. Así, al primer año de operación, ascenderían a unos \$52 000/año; y hacia el décimo año montarían a \$66 000/año.

Las cuentas de fuentes y usos correspondientes a las explotaciones tipo se incluyen en el anexo. Estas estuvieron encaminadas a determinar las perspectivas de índole financiera que los usuarios podrían tener.

Para tales efectos, se han considerado como fuentes de fondos: a) las ventas de los productos agropecuarios, calculados para cada explotación de acuerdo con los datos previamente consignados en el Cuadro XVII; b) los créditos de avío y los refinanciamientos destinables a la compra de maquinaria agrícola\*; y c) los aportes de mano de obra que previsiblemente harían los propios beneficiarios. Aquí, sólo se han contabilizado aquellos trabajos que los usuarios desarrollarían en sus propias

---

\* Cabe señalar que en estas cuentas se ha considerado que, al inicio, los beneficiarios no dispondrían de maquinaria agrícola alguna, por lo que tendrían que adquirir toda la necesaria. En esta virtud, el promedio de adquisiciones estimado en estas cuentas difiere del propio del complejo productivo.

parcelas, estimando también que los agricultores con más de 50 ha de dotación no intervendrían en tales labores.

Los usos de los fondos se integraron por las compras de maquinaria agrícola, los costos de producción, los pagos de los créditos —conforme a las condiciones anotadas en el Cuadro XVI—, las contribuciones para el servicio de asistencia técnica —a partir del tercer año— y para la conservación y operación de las obras, y los gastos de consumo familiar. Asimismo, a partir del cuarto año, se dedujeron de los saldos disponibles las cuotas de compensación.

Los ingresos por familia beneficiaria obtenibles durante los cinco primeros años, una vez deducidas las obligaciones anotadas, figuran, según los cálculos efectuados, en el Cuadro XIX.

Los ingresos referidos son, para todas las explotaciones, con excepción de la No. 6 —que representa sólo a 20 campesinos y unas 700 ha—, similares o superiores a los que actualmente obtienen los beneficiarios. Además, con la misma excepción, todos son superiores al equivalente que se tendría con el salario mínimo de la zona en el año de 1978. De esta suerte, puede concluirse que, en lo general, los agricultores respectivos serían solventes sujetos de crédito y tendrían los in

CUADRO XIX

PROYECTO EL BEJUCO, NAY.

INGRESOS DE LOS BENEFICIARIOS DURANTE LOS CINCO

PRIMEROS AÑOS DE OPERACION DEL PROYECTO

(miles de \$/familia beneficiaria)

EXPLOTACION TIPO No.	A		Ñ	O	
	1	2	3	4	5
1	42	36	40	43	47
2	74	62	69	80	90
3	50	28	41	50	66
4	35	28	37	43	56
5	48	34	50	61	84
6	39	1	10	16	30

50

centivos económicos suficientes para atender sus parcelas.

Se han mencionado diversas cuotas que tendrían que pagar los beneficiarios del sistema por construir. Conviene aquí enunciarlas explícitamente. Ellas son:

- i) Las destinadas a sufragar los gastos para la conservación y operación de las obras. Se estima ascenderían a unos \$190/ha-año.
- ii) Las que pagarían los servicios de extensionismo. Se juzga conveniente que, con objeto de propiciar su demanda y asegurar el buen desempeño financiero inicial de las explotaciones, estas cuotas se empiecen a cobrar hasta el tercer año de operación del sistema. Serían de \$316/ha-año.
- iii) Las de compensación, destinadas a amortizar parcialmente las inversiones. Considerando que ellas cubrirían el 30% del costo de las obras, y suponiendo un plazo para su pago de 25 años e intereses del 12% anual sobre el capital no amortizado, ascenderían a \$293/ha-año. Se sugiere se inicie el cobro de tales cuotas hasta el cuarto año de operación, ya que ello permitiría una adecuada solvencia de los beneficiarios.

Se estima que, en los términos referidos, las cuotas podrían ser cubiertas por los campesinos usuarios, a la vez que ellos sostendrían ingresos decorosos superiores a los que actualmente perciben, según se pudo ver en los análisis descritos anteriormente.

Así pues, tanto los estudios de evaluación económica, como los análisis financieros, permiten concluir en todos los órdenes la factibilidad de la iniciativa, bajo la variante denominada alternativa V.

DEPARTMENT OF COMMERCE

DEPARTMENT OF COMMERCE

INFORMATION BUREAU OF COMMERCE, WASHINGTON, D.C.

SECRET - CONFIDENTIAL

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE, WASHINGTON, D.C. ALTERNATIVE 1 AND PATROL 1, NEW YORK

FORM NO. 16/17/79

FORM NO. 1

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE, WASHINGTON, D.C. ALTERNATIVE 1 AND PATROL 1, NEW YORK

PERIOD	1945-1949	1950-1954	1955-1959	1960-1964	1965-1969	1970-1974	1975-1979	1980-1984	1985-1989
PERIOD 1945-1949	46.	46. 1,325	12.75	15.00	15.50	4000.	12512.		1
PERIOD 1950-1954	474.	474. 1,900	1.23	2.16	.122	8300.	1614.		0
PERIOD 1955-1959	43.	43. 0,400	12.07	15.00	.150	3470.	2456.		1
PERIOD 1960-1964	165.	165. 2,600	16.07	16.07	1,330	1220.	3157.		1
PERIOD 1965-1969	27.	27. 2,000	25.00	25.00	1,360	1000.	2334.		1
PERIOD 1970-1974	200.	200. 1,100	1.23	1.00	2,100	22100.	144850.		3
PERIOD 1975-1979	71.	71. 1,000	1.70	1.70	1,100	6001.	2562.		0
PERIOD 1980-1984	1470.	1470. 1,000	1.41	1.11	1,100	8300.	2833.		0
PERIOD 1985-1989	220.	220. 1,100	1.22	1.10	1,100	8300.	3215.		1
1980-1984			1.00	1.00	1,100	2720.	1715.		0

53

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO DE LOS ESTADOS UNIDOS

DIRECCION GENERAL DE PLANTACION

DIRECCION DE EVALUACION

INFORMACION SOBRE GRUPOS AGROPECUARIOS AGROPECUARIOS

ESTADO: PUNTO, MEX.

GRUPO: UNO DE REPRESENTACION SIN EL PROYECTO - EL MUNICIPIO, ALTERNATIVA V. FECHA: 15/11/1970

FECHA: 16/11/70

HOP: 10, 2

ACTIVIDAD	SUPUESTOS	POTENCIAL	ACTUAL	POTENCIAL	AREA	COSTO	RENTA	RENTA
1.0000 1981-2012	35	35	1.000					
MIZ V T	1.000	1.000	1.000	1.50	1.01	2700	13.0	6
0.0000 1981-2012	25	25	0.50					
0.0000 1981-2012	25	25	0.50	0.50	0.40	2100	3100	0
0.0000 1981-2012	25	25	0.50	1.00	0.60	400	100	0
TOTAL	85	85	2.00					
0.0000 1981-2012	85	85	2.00					

54



DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

DEPARTAMENTO DE EVALUACION

RESUMEN DE DATOS SOBRE PRODUCCION

SISTEMA DE REGISTRO

CUANTO QUE SE PRESENTA SIN EL PRODUCTO

REGON: 1427779

NO. 41, 3

VALOR VALOR VALOR VALOR

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
57700	66470	87180	87670	59180	54490	58740	58980	70130	63340	59470	57690	50840	53750	57090	53650
14470	13470	14470	13470	13470	14470	14470	14470	14470	14470	14470	14470	14470	14470	14470	14470
17220	39170	38660	39170	39560	33390	31370	45550	40750	40530	47930	41170	41170	41170	41170	41170

52

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y FORTALECIMIENTO HIDRAULICO

DIRECCION GENERAL DE PLANTACION

DIRECCION DE EVALUACION

REQUERIMIENTO DE DATOS SOBRE PRODUCCION

FECHA: 11 DE JUNIO DE 1979

CUADRO QUE SE PRESENTA EN EL ANEXO  
 1. DE JUNIO, MAY. ALTERNATIVO V

FROM: 10/27/79 TO: 11/11/79

VALOR DE LA PRODUCCION EN MIL DOLARES

ANOS	VALOR DE LA PRODUCCION EN MIL DOLARES	VALOR DE LA PRODUCCION EN MIL DOLARES	VALOR DE LA PRODUCCION EN MIL DOLARES
1978	59387	18179	61528
1977	59229	18474	61441
1976	59365	18479	61554
1975	59000	18479	61487
1974	59096	18479	61507
1973	59000	18479	61522
1972	59000	18479	61534
1971	60022	18479	61544
1970	60000	18479	61550
1969	60000	18479	61559
1968	60000	18479	61554
1967	60000	18479	61550
1966	60000	18479	61550
1965	60000	18479	61550
1964	60000	18479	61550
1963	60000	18479	61550
1962	60000	18479	61550
1961	60000	18479	61550
1960	60000	18479	61550

50

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

DIRECCION DE EVALUACION

ESTRUCTURA DE COSTOS

SISTEMA EL DEJUCO, MAY.

CUADRO QUE SE PRESENTARIA SIN EL PROYECTO.  
EL DEJUCO, MAY. ALTERNATIVA 17-01

PAIS: MEXICO

FECHA: 09/07/79

HOJA NO. 5

AÑO	INVERSION	REPARACION	CONSERVACION	OPERACION	EXTENSION	TOTAL
1980	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1981	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1982	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1983	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1984	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1985	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1986	0.	0.	0.	0.	265.	345.
1987	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1988	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1989	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1990	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1991	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1992	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1993	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1994	0.	0.	0.	0.	945.	345.
1995	0.	0.	0.	0.	945.	345.

33

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

DIRECCION DE EVALUACION

ESTRUCTURA DE COSTOS

SISTEMA.- EL BUJAO, N.Y.

CUADRO DE PRESENTACION SIN EL PROYECTO.-

EL BUJAO, N.Y. ALTERNATIVA II-C.

FECHA: 09/07/73

HOJA NO. 7

ANO.	INVERSION	REHABILITACION	CONSTRUCCION	OPERACION	EXTENSION	TOTAL
1996	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1997	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1998	0.	0.	0.	0.	945.	945.
1999	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2000	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2001	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2002	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2003	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2004	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2005	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2006	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2007	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2008	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2009	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2010	0.	0.	0.	0.	945.	945.
2011	0.	0.	0.	0.	945.	945.

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

DIRECCION DE EVALUACION

ESTRUCTURA DE COSTOS

SISTEMA.- EL DEJUDO, NIV.

TIPO DE QUE SE PRESENTARIA EN EL PROYECTO.-

EL DEJUDO, NIV. ALTERNATIVA 2-2. P. 20001. H. 54. 121

FECHA: 19/07/79

HOJA NO. 5

ANO.	INVERSION	REHABILITACION	CONSERVACION	OPERA	EXTENSION	TOTAL
2012	C.	C.	C.	B.	945.	945.

75

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION

DIRECCION DE EVALUACION

INFORMACION BASICA SOBRE ACTIVIDADES AGRIPECUARIAS

SISTEMA.- EL BUJCO, MAY.

CUADRO QUE SE PRESENTARIA CON EL PROYECTO.- EL BUJCO, MAY. ALTERNATIVA II-C. ... PATRON 2,40V2021

FORMA 1 (9/07/79)

HOJA NO. 9

ACTIVIDAD SUPERFICIES RENDIMIENTOS IMPORTE PERIODO  
 Y  
 P.E.A. D.D.O. CULTIVADA POTENCIAL YASA ACUAL POTENCIAL YASA PERIODO PERIODO PRODUCTO

AGUACATE 1			2.00	2.00	2.000	6500.	1300.	1
PERIODO 1983-2012	82.	103.	227					
AGUACATE 2			0.00	7.00	0.000	6500.	1300.	2
AGUACATE 3			0.00	6.00	0.000	6500.	1300.	3
AGUACATE 4			2.30	2.30	0.000	6500.	1300.	4
AGUACATE 5			1.00	1.30	0.000	6500.	1300.	5
AGUACATE 6			7.00	7.30	0.000	6500.	1300.	6
AGUACATE 7			9.00	9.00	0.000	6500.	1300.	7
AGUACATE 8			12.50	12.00	0.000	6500.	1300.	8
AGUACATE 9			14.00	14.00	0.000	6500.	1300.	9
AGUACATE 10			16.00	21.00	0.000	6500.	1300.	10
AGUACATE			1.50	2.00	0.111	6500.	1300.	6.
PERIODO 1983-2012	23.	39.	222					
OTRO USOS			13.00	19.00	0.050	6500.	1300.	0
PERIODO 1983-2012	67.	87.	3.000					
FRUJOL			1.00	2.00	0.017	6500.	1300.	0

Year	Month	Day	Amount	Balance	Number
1917	8	20	8320.	5795.	1
1918	12	30	12570.	4011.	2
1918	1	00	3000.	5351.	3
1918	7	00	3201.	1830.	4
1918	2	00	3200.	218.	5
1918	8	00	3000.	2126.	6
1918	7	00	3000.	2130.	7
1918	7	00	3300.	2132.	8
1918	5	00	3000.	2195.	9
1918	2	00	3000.	2100.	10
1918	1	00	3500.	2536.	11
1918	1	00	3500.	7285.	12

AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

COMISION GENERAL DE PLANEACION

DIRECCION DE EVALUACION

ESTUDIOS SOBRE ASIGNACIONES AGROPESQUERAS

DE JUZGAM. ALTERNATIVA II-C.

PROYECTO 2, NOV/75

NO. 11

INDICADORES DE IMPORTE PERIÓDICO  
 PERIÓDICO 1986 PERIÓDICO 20570 PERIÓDICO 10

0.00	1.000	3500.	2346.	2
0.00	1.000	3500.	2346.	7
0.00	1.000	3500.	2346.	4
0.00	1.000	3500.	2346.	5
2.000	1500.	2332.		1
0.00	1500.	2332.		7
	3500.	2346.		6
	3500.	2346.		3