



10  
2ej 01168

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA**

# TESIS

EVALUACION ECONOMICA DE LA MAQUINARIA DE  
CONSERVACION DEL MODULO IV "VALLE" DEL  
DISTRITO DE RIEGO 011 "ALTO RIO LERMA", GTO.

QUE PRESENTA:  
**SANTIAGO JAIMES GARCIA**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERIA  
(INVESTIGACION DE OPERACIONES)**

276736

JIUTEPEC, MOR., 1990

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1998



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

***Al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua por el apoyo económico para realizar y culminar mis estudios de maestría.***

***Al Dr. Benjamín de León Mojarro por el apoyo brindado durante su permanencia en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.***

***Al Dr. Luis Rendón Pimentel por permitirme llevar a cabo esta Maestría.***

***Al Dr. Juan Manuel González Camácho por aceptar dirigir este trabajo de tesis.***

***A los M.I. Javier Suárez Rocha y Jorge Salas Plata por su valiosa revisión y sugerencias, además de aceptar fungir como asesores de este trabajo.***

***Al Departamento de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (DEPFI) de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos, por el apoyo institucional.***

***Al personal técnico del Módulo IV "Valle" del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto. en particular a la Ing. Reyna Lazcano por las facilidades brindadas en la disponibilidad de la información utilizada en este trabajo.***

***Al personal tanto académico como administrativo de la DEPFI Campus Morelos.***

***Al Ing. Rafael Espinosa Méndez e Ing José Angel Guillén Gonzáles, por sus valiosas sugerencias y comentarios.***

***A mis compañeros de trabajo por sus sugerencias y apoyo moral.***

***A mis compañeros de esta Maestría, especialmente a los Ing. Jacob Rocha Gámes, Rigoberto Rodríguez Ríos, José Refugio Ortega y Juan Banderas Soria, por su amistad, apoyo y compañerismo.***

***A todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron en el desarrollo de este trabajo.***

## DEDICATORIA

*Por su comprensión y apoyo, con todo  
mi amor para mi compañera y esposa:*

**Irma**

*Por el tiempo que le he robado y juegos  
no realizados durante mis estudios, a mi  
pequeño hijo:*

**Dieguín**

*A mis padres, los grandes consejeros y  
guías de mi vida:*

**Santiago y Blandina**

*Con gran cariño a todos mis  
hermanos y hermanas.*

## INDICE

### RESUMEN

I INTRODUCCION . . . . .	1
II HIPOTESIS . . . . .	3
III OBJETIVO . . . . .	4
IV REVISION DE LITERATURA . . . . .	5
4.1 Los distritos de riego (DR) . . . . .	5
4.1.1 La historia del riego en México . . . . .	5
4.1.2 La organización de los distritos de riego . . . . .	9
4.2 Características del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto . . . . .	11
4.2.1 Problemática de la maquinaria de conservación . . . . .	12
4.2.2 Características del área de estudio . . . . .	14
4.2.3 La organización de los usuarios . . . . .	14
4.2.4 Inventario de maquinaria . . . . .	16
4.2.5 Mantenimiento y reparación de la maquinaria . . . . .	16
4.3 Determinación de la depreciación de la maquinaria de conservación . . . . .	18
4.3.1 Depreciación en línea recta . . . . .	20
4.3.2 Otros métodos . . . . .	20
4.4 La inflación en el análisis económico . . . . .	22
4.4.1 Causas y consecuencias . . . . .	22
4.4.2 Tasas de interés y su aplicación . . . . .	23
4.4.3 Los impuestos e inflación . . . . .	24
V METODOLOGIA PARA LA EVALUACION ECONOMICA . . . . .	25
5.1 Generalidades . . . . .	25
5.2 Acopio de información . . . . .	27

5.2.1 Identificación de costos de operación de la maquinaria . . . . .	27
5.2.2 Determinación de beneficios de la maquinaria de conservación . . . . .	32
5.3 Definición y cálculo de los indicadores económicos . . . . .	39
5.3.1 Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) . . . . .	39
5.3.2 Valor presente neto (VPN) . . . . .	40
5.3.3 Tasa interna de rendimiento (TIR) . . . . .	41
5.3.4 Costo anual uniforme equivalente (CAUE) . . . . .	43
5.3.5 Análisis de la relación beneficio/costo (B/C) . . . . .	44
5.4 Análisis económico de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle" . . . . .	45
5.5 Análisis de reemplazo de maquinaria . . . . .	58
5.5.1 Generalidades . . . . .	58
5.5.2 Factores a considerar en un estudio de reemplazo . . . . .	59
5.5.3 El reemplazo de la maquinaria de conservación del Módulo IV "Valle" . . . . .	60
5.5.4 Análisis de reemplazo mediante el método "Costo anual equivalente" (CAE) . . . . .	60
5.6 Los fondos de efectivo para el mantenimiento de la maquinaria . . . . .	67
<b>VI ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS . . . . .</b>	<b>70</b>
<b>VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .</b>	<b>81</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFIA . . . . .</b>	<b>82</b>
<b>APENDICE . . . . .</b>	<b>84</b>

## INDICE DE CUADROS

1.	Inventario de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle" . . . . .	16
2.	Costos de operación y mantenimiento de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle" . . . . .	29
3.	Información económica y productiva de la maquinaria de conservación . . . . .	31
4.	Beneficios por rentar la maquinaria del módulo IV "Valle" . . . . .	34
5.	Costos por cantidad de obra realizada por la maquinaria del módulo IV "Valle" . . .	36
6.	Beneficios por la disponibilidad de la maquinaria y no rentar ésta a empresas particulares para realizar la conservación . . . . .	38
7.	Evaluación económica de la excavadora hidráulica 490-E (renta 120 hr) . . . . .	51
8.	Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E considerando la conservación mediante administración . . . . .	53
9.	Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E considerando la conservación mediante contrato . . . . .	55
10.	Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E considerando la conservación mediante renta de maquinaria . . . . .	57
11.	Costos de operación y valores de rescate del equipo "defensor" . . . . .	62
12.	Resultados del análisis de reemplazo . . . . .	66
13a.	Evaluación económica del tractor bulldozer Caterpillar D-4 (renta 120 y 240 hr) . .	71
13b.	Evaluación económica del tractor bulldozer Caterpillar D-4 (renta 360 y 480 hr) . .	72
14.	Resumen de la evaluación económica de la maquinaria de conservación bajo diferentes escenarios de renta . . . . .	73
15.	Beneficios por renta de la maquinaria propiedad del módulo IV "Valle" . . . . .	74
16.	Resumen de resultados del análisis de reemplazo de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle" . . . . .	78

## INDICE DE FIGURAS

1. Distribución geográfica de los DR en México . . . . .	8
2. Esquema general de la problemática de la maquinaria de conservación . . . . .	13
3. Croquis de la infraestructura de riego del módulo IV "Valle" . . . . .	15
4. Valor presente neto por renta de maquinaria del módulo IV "Valle" . . . . .	75
5. Relación beneficio/costo por renta de maquinaria del módulo IV "Valle" . . . . .	76
6. Alternativas de conservación (ciclo 94-95). . . . .	77
7. Momento óptimo de reemplazo de la excavadora hidráulica 490-E . . . . .	79

## RESUMEN

Se propone una metodología que permite realizar la evaluación económica de la operación de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle", del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto. e identificar el momento óptimo para realizar su reemplazo. Mediante su aplicación se espera que los responsables de la administración y operación de la maquinaria dispongan de una herramienta que les apoye en la toma de decisiones más acertadas para programar y ejecutar el presupuesto destinado a la conservación de la infraestructura de riego.

La metodología se basa en la aplicación de indicadores económicos y en el análisis de información generada en el módulo IV de las actividades de conservación de los ciclos agrícolas 93-94, 94-95 y 95-96, específicamente de los costos de operación y mantenimiento, y de la información referente a fechas y costos de adquisición, valor residual y vida útil de la maquinaria.

Debido a que los usuarios no cuantifican sus beneficios en términos económicos, sólo los cuantifican en términos de cantidad de obra, en este estudio se propone como beneficio económico la renta de la maquinaria, después de cumplir con sus actividades de conservación en el módulo y la cuantificación económica por la realización de sus actividades. En la primera propuesta se observó que los beneficios económicos obtenidos son importantes y pueden servir de complemento para realizar la reparación, mantenimiento y reemplazo de aquellos equipos que así lo requieran, o bien para iniciar un fondo de efectivo que sirva de soporte económico en situaciones de emergencia. La segunda consideración muestra el beneficio neto que se adquiriría al cuantificar económicamente sus actividades de conservación.

Se ilustra la aplicación del método de reemplazo denominado "Costo anual equivalente" (CAE), que basado en el cálculo y comparación de los costos anuales de operación de la maquinaria, identifica el momento óptimo en que se recomienda realizar el reemplazo. De acuerdo con los datos analizados, cinco de las máquinas del módulo deberían ser reemplazadas de inmediato puesto que sus costos son mayores a aquellos que se ejercerían en la operación de una máquina nueva, y sólo en una máquina se recomienda realizar su reemplazo en el año 9, debido a que su vida útil residual es mayor que las otras máquinas.

## I INTRODUCCION

En los últimos años México ha sido un país de cambios acelerados y radicales, los bloques económicos regionales e internacionales, las estrategias promovidas para sostener y elevar la producción de alimentos para una población en constante aumento, crean factores que demandan procesos de producción, comercialización y consumo más eficientes.

El gobierno federal consideró conveniente que los Distritos de Riego (DR) del país, pilar fundamental de la producción agrícola y alimentaria, se integraran a este proceso, debido a los problemas de deterioro de la infraestructura y las bajas eficiencias de utilización de los recursos hidroagrícolas.

Para lograr lo anterior, se planteó como condición obligada la participación más activa y decidida de los propios usuarios de los DR, dejando atrás la posición pasiva de simplemente pedir el agua y utilizarla, además de pagar una cuota que en la mayoría de los casos era más simbólica que efectiva, puesto que sólo cubría una parte mínima de los gastos que se generaban en la operación del sistema.

De esta manera surge la idea y estrategia de transferir los DR a los usuarios, proceso mediante el cual, de acuerdo y con apego a las leyes vigentes y a los requerimientos de desarrollo del país, se entrega ( **en concesión**) a usuarios organizados en módulos o asociaciones civiles (áreas compactas, dominadas y regadas por obras comunes, independientemente de la tenencia de la tierra, afiliación política, condición socioeconómica y demás), la vigilancia, uso y aprovechamiento de las obras de infraestructura así como la maquinaria y equipo, para que ellos sean quienes se encarguen de su administración, operación y conservación.

Del presupuesto de los DR, en términos generales, el 40% se utiliza para realizar la operación y administración de los DR y el 60% para la conservación de la infraestructura hidroagrícola y equipo. De este último, el 70% se dedica a los gastos de operación de la maquinaria y el 30% para el mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego.

De manera gradual, el presupuesto destinado a las actividades arriba mencionadas está disminuyendo, en el supuesto de que los usuarios sean quienes asuman el costo que representa mantener en condiciones de operación y conservación a la infraestructura y maquinaria. Por tal motivo se ha despertado el interés de buscar alternativas y métodos que les ayuden a incrementar su eficiencia y aprovechamiento. Existen en la actualidad un gran número de documentos metodológicos encaminados a la planeación y ejecución de recursos económicos; sin embargo,

el contenido de estos documentos muestra un panorama muy general cuando las condiciones de cada entidad productiva son muy distintas. Por tal motivo es conveniente proponer procedimientos de análisis económicos que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos.

Instituciones de investigación y desarrollo tecnológico del país, como el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, han fijado su atención en la ejecución de estudios encaminados al logro de una mayor eficiencia de utilización de la maquinaria, mediante: la elaboración de documentos técnicos, instructivos, cursos de capacitación y prácticas de campo, transmitiendo así una mejor cultura a técnicos y usuarios de los distritos de riego.

En este documento se presenta un estudio sobre la evaluación económica de la operación de la maquinaria y equipo de conservación del Módulo IV "Valle", del DR 011, Alto Río Lerma, Gto., se realizó en conjunto con la participación de personal técnico del módulo y se pretende evaluar, bajo diferentes escenarios de inversión la rentabilidad económica obtenida con la operación de la maquinaria de conservación en la infraestructura de riego del módulo, los factores que tienen mayor incidencia para lograr su óptimo funcionamiento, así como los indicadores económicos para decidir la conveniencia y/o factibilidad de realizar inversiones por concepto de su reparación y su mantenimiento, para su puesta en marcha o su reemplazo.

## **II HIPOTESIS**

**El análisis técnico-económico de la operación de la maquinaria de conservación puede conducir a un mejor aprovechamiento de la misma, realizando decisiones de inversión más apropiadas; así como evaluar su posible reemplazo.**

### **III OBJETIVO**

**Desarrollar una metodología que permita realizar la evaluación económica de la operación de la maquinaria de conservación del Módulo IV "Valle" del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto. bajo diferentes escenarios de inversión y analizar su reemplazo.**

## IV REVISION DE LITERATURA

Se citan definiciones generales consideradas de interés para ubicar el contexto del presente trabajo. Entre éstas, las diferentes fases de desarrollo y funcionamiento de los distritos de riego, los métodos para la evaluación de la maquinaria de conservación, tales como: valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio/costo (B/C), así como un esquema general de la situación actual de la maquinaria de conservación del módulo objeto de estudio y de aquellos fenómenos como son la depreciación y la inflación, que de alguna manera intervienen en los resultados de un estudio económico.

### 4.1 Los distritos de riego (DR)

Los DR se establecen después de que la Comisión Nacional de Irrigación inicia, en 1926, la construcción de la infraestructura hidroagrícola en el país; desde entonces el gobierno se responsabiliza de su administración, mantenimiento y operación<sup>3</sup>.

Al inicio de los años ochenta, la crisis económica y la inflación que atravesó el país hizo difícil destinar a los DR los recursos necesarios para la operación y mantenimiento de su infraestructura, al mismo tiempo que las cuotas que aportaban los agricultores por el servicio de riego para el pago de estos conceptos representaban sólo el 20% de su costo.

Así, la Comisión Nacional del Agua promovió la transferencia de los DR con la finalidad de lograr la autosuficiencia financiera y elevar la producción y productividad. Con la transferencia, los agricultores son los responsables de la administración de las obras y del agua que utilizan, son empresarios organizados en asociaciones civiles de ejidatarios y pequeños propietarios, que deben mejorar las condiciones de operación de la red de canales y drenes de tal manera que les permita lograr un uso óptimo del agua para poder ampliar la superficie de riego y elevar su nivel económico<sup>3</sup>.

#### 4.1.1 La historia del riego en México

Las obras hidráulicas en México datan desde 1521, cuando los primeros españoles llegaron a México ya existían construcciones tanto para el riego como para el abastecimiento de agua a los centros poblacionales. Existe información de que habían 382 poblados localizados a lo ancho de la superficie de 16 estados del México actual, en los cuales se utilizaba el riego, principalmente en el México Central y en la Vertiente del Océano Pacífico.

Se conoce también la utilización de varios tipos de obras y sistemas de irrigación prehispánicos. En las zonas de riego que utilizaban agua de manantiales y ríos, se construyeron presas, canales en tierra y revestidos con mampostería, acequias y acueductos. Las obras, eficaces en cuanto a su concepción y funcionalidad, se construyeron principalmente para controlar avenidas y evitar el desbordamiento de lagos, también se hicieron algunas presas pequeñas para el almacenamiento y otras de derivación; las cuales fueron precursoras de las presas actuales.

Durante la época colonial los españoles también realizaron aportaciones al desarrollo de los sistemas de riego; la necesidad de asegurar e incrementar las cosechas dió lugar a la construcción de diferentes obras. Hacia el final del siglo XIX, en los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Morelos, Coahuila, Yucatán, Puebla y Michoacán, varios hacendados las construyeron con éxito, tal es el caso de las haciendas en Morelos, que cobraron fama de ser las más modernas de México. Notable es el caso de la presa "La boquilla", construida en Chihuahua por una empresa particular entre 1910 y 1916, durante la revolución.

A inicios del siglo XX se presentaron fuertes demandas de productos agrícolas y dado que el fomento a la agricultura estaba en manos de particulares, motivó al gobierno a intervenir en el impulso de importantes obras de riego. Sin embargo, cabe señalar que los particulares tomaron a cargo, en algunos casos, la construcción de nuevos sistemas de riego<sup>3</sup>.

Al término del movimiento armado, la agricultura, principal fuente de alimentos, se encontraba con un fuerte rezago. Las condiciones que prevalecían en el país exigían el incremento de la producción agrícola para mejorar el abastecimiento nacional y resolver graves problemas de tipo económico y social. Así, en 1917 se creó el Departamento de Irrigación con el fin de promover y regular la realización de estudios y proyectos de riego, las concesiones para el aprovechamiento de las aguas nacionales por particulares y la obtención de recursos económicos para el financiamiento de los programas de riego.

En 1921, se crea la Dirección de Irrigación cuyas actividades prioritarias consistieron en el establecimiento de sistemas organizados de riego. Posteriormente, en 1926, se crea la Comisión Nacional de Irrigación, a cuyo cargo estuvo la planeación, el proyecto y la construcción de las obras hidráulicas para riego, con lo cual se busca el incremento de la producción agrícola nacional. Con la promulgación de la Ley sobre Irrigación y con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación, se inició la obra de riego en México dando prioridad a las obras de mayor impacto económico y social, como algunas derivadoras, pequeñas presas de almacenamiento y los canales más importantes. Estas obras dieron origen a los primeros sistemas

de riego, mismos que posteriormente se denominaron distritos de riego, de los cuales, en 1930 inicia su operación.

En 1947 los distritos de riego pasaron a depender de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y la Comisión Nacional de Irrigación se transformó en la Secretaría de Recursos hidráulicos. En el año de 1952 existían 65 distritos de riego en operación y dependían de la Secretaría de Recursos hidráulicos, que se había hecho cargo de los mismos un año después.

De 1964 a 1970 se rehabilitaron diversos DR, además de que se continuó la construcción de obras para incorporar nueva superficie al riego. Durante este mismo período se tomaron medidas para mejorar la operación y la distribución del agua con objeto de evitar pérdidas e incrementar la productividad. De la misma manera se puso énfasis en proporcionar asistencia técnica al agricultor, con la finalidad que éste realizara un mejor uso del agua. En 1972 se promulga la Ley Federal de Aguas, en la que se precisaron los lineamientos jurídicos y técnicos para la operación de los DR y su eficiente aprovechamiento.

Durante la década de los 70's se dio impulso a un plan de tecnificación de riego para aumentar la productividad de las áreas bajo riego. Para el año de 1990 la superficie dominada con infraestructura hidroagrícola de grande irrigación era de aproximadamente 3.952 millones de has. con una superficie regable de 3.296 millones de has, de las cuales se regaron en el año agrícola de 1990, 2.875 millones de has.

Actualmente La Comisión Nacional del Agua es la dependencia encargada de la operación de los distritos, para lo cual se ha dividido al país en seis regiones que comprenden a los 80 distritos de riego (fig. 1). Así mismo, se ha iniciado un proceso de transferencia de los DR hacia los usuarios, de modo que la operación y administración pase a ser responsabilidad de ellos.

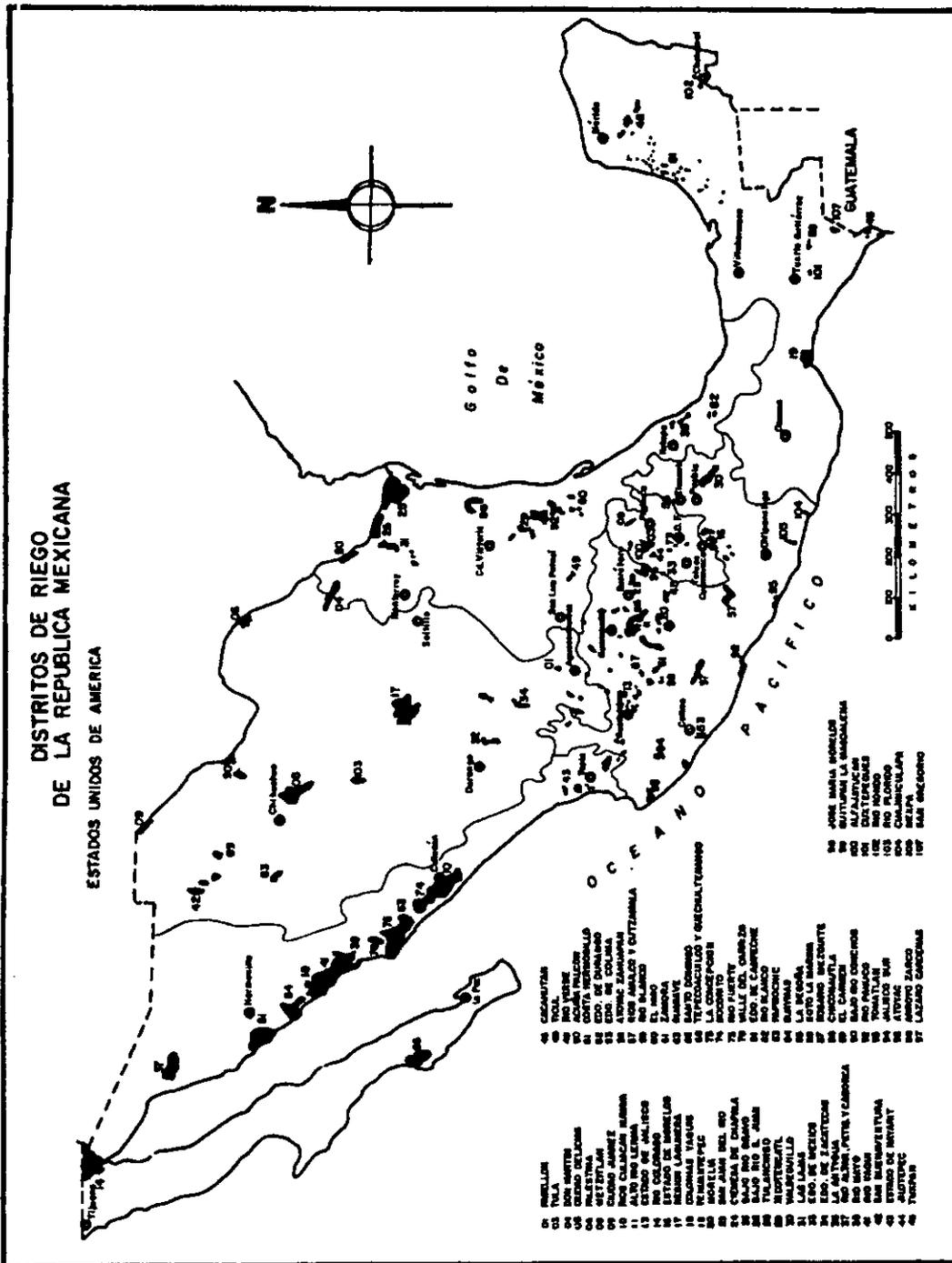


Fig. 1 Distribución geográfica de los DR en México.

#### 4.1.2 La organización de los distritos de riego

Los DR son áreas agrícolas cuyos programas de producción se apoyan básicamente en el servicio de riego que se proporciona a los terrenos de cultivo con las obras de infraestructura. Por sus múltiples relaciones con los diferentes sectores de la economía regional, extienden su influencia a una zona más amplia.

Un DR se integra con las áreas comprendidas dentro de su perímetro, las obras de infraestructura hidráulica, las aguas superficiales y del subsuelo destinadas al riego, los vasos de almacenamiento y demás instalaciones necesarias para su operación y funcionamiento. Para la operación de un distrito, su superficie regable se divide en unidades, las que a su vez, se subdividen en zonas de aforo y éstas en secciones de riego.

La incorporación de los módulos en el esquema de organización de los DR ha dado lugar a los módulos sustituyan a las zonas de aforo. En ellos, el esquema actual es distrito-unidad-módulo-sección de riego. Estas divisiones se establecen de acuerdo con las características de las obras, la extensión de las parcelas, el número de usuarios que utilizan el servicio de riego y las vías de comunicación o de acceso a las obras; de manera que las condiciones de trabajo sean las más adecuadas para la operación de las obras, la conducción y distribución del agua hasta su entrega a los usuarios, el desalojo de las aguas de drenaje y la realización de los trabajos de conservación.

El tamaño de estas áreas de trabajo se dimensiona de manera que el personal responsable de la distribución del agua atienda sus necesidades en una jornada normal de trabajo. Las secciones de riego, que son las unidades de trabajo más pequeñas de este esquema, son atendidas por un canalero y su tamaño varía de 500 a 2,000 hectáreas. Al conjunto de las secciones de riego cuyos integrantes forman una asociación de usuarios, se les denomina "módulo" y su extensión media varía entre 5 mil y 15 mil hectáreas.

Los módulos se integran así para que las asociaciones mantengan el control hidrométrico de la distribución del agua en toda su extensión, desde los puntos de control donde la reciben en bloque de la CNA, hasta los sitios en que la entregan a cada uno de los usuarios, buscando utilizar al máximo los recursos disponibles.

Para lograr estos propósitos, cada DR cuenta con una jefatura de operación y conservación que depende de la Comisión Nacional del Agua y es la responsable de los programas de trabajo del distrito. Existe, además, un comité hidráulico que constituye un

organismo de concertación para la elaboración y control de los programas de trabajo que se realizan anualmente. El comité está integrado por las autoridades del distrito y los representantes de los usuarios. Para atender sus funciones y responsabilidades, los DR cuentan con la jefatura de operación, residencia de conservación, jefatura de riego y drenaje y la jefatura de servicios administrativos.

**Jefatura de operación.** Esta área es la encargada de realizar una serie de trabajos y actividades que de manera genérica se denomina "Operación del distrito". Mediante estos trabajos se pretende lograr un máximo aprovechamiento del agua al ser usada en la superficie de riego, ésto implica su captación, conducción y distribución desde las fuentes de abastecimiento hasta las parcelas de los usuarios para el riego de sus cultivos.

**Residencia de conservación.** Una de las acciones prioritarias de los DR es la conservación de sus obras, cuya finalidad es mantener en condiciones adecuadas de operación y servicio la infraestructura hidroagrícola para proporcionar un servicio de riego oportuno y eficiente.

Para conservar las obras se requiere efectuar anualmente diferentes tipos de trabajo, como: limpia y deshierbe en canales y drenes; extracción de plantas acuáticas; reparación de estructuras en canales y drenes; rastreo, conformación y reposición del revestimiento de caminos; reparación de sistemas electromecánicos en presas, pozos y plantas de bombeo y reparación de edificios y casetas. La realización periódica de estos trabajos evita el deterioro de la infraestructura y la consecuente disminución de la eficiencia en la conducción de canales, ya que de lo contrario se ocasiona una reducción de la producción y productividad.

**Jefatura de riego y drenaje.** Las actividades de la oficina de ingeniería de riego y drenaje se desarrollan con el objeto de alcanzar la sustentabilidad del distrito, mediante el rescate y mejoramiento de la productividad, la preservación de los recursos naturales y el máximo aprovechamiento de las inversiones financieras.

Su función principal es identificar las causas que frenan la productividad del distrito (salinidad, freaticimetría, problemas de drenaje, mal uso del agua, entre otras) para que a partir de esta información las áreas de operación y conservación orienten sus programas de trabajo. Para ello, se concentra y analiza la información específica generada en materia de uso del agua, calidad, cantidad y oportunidad; la eficiencia en el manejo de los volúmenes de agua; y los conceptos de obra de conservación, incluyendo la duración y la época de su realización.

Jefatura de servicios administrativos. Es la responsable de administrar los recursos humanos, materiales y financieros del distrito. En especial, integra, ejecuta y controla el presupuesto a nivel de distrito. Dicho presupuesto lo integran fondos fiscales y fondos propios (ingresos por pago de cuotas por servicio de riego y otros pagos). Además elabora el presupuesto del distrito, vigila su cumplimiento y proporciona a las demás jefaturas los recursos necesarios, tanto materiales como financieros para su operación.

#### 4.2 Características del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto.

El Distrito de Riego 011 "Alto Río Lerma", se encuentra localizado en el estado de Guanajuato. Está constituido por 11 módulos de riego: Acámbaro, Salvatierra, Valle, Jaral, Cortazar, Salamanca, Irapuato, Abasolo, Huinimaro, Corralejo y La Purísima, éstos están constituidos por 111,960.03 has, que benefician a 23,486 usuarios; de los cuales, 16,845 pertenecen al régimen de tenencia tipo ejidal con una superficie de 61,871.35 has y 6,641 al de pequeña propiedad con 50,088.68 hectáreas (cuadro A.1 en apéndice).

Para su abastecimiento de agua, el distrito cuenta de 11 presas, de las cuales 4 son de almacenamiento y 7 son derivadoras. Dispone de una red de conducción y distribución de 457.80 km de canales principales, 88.80 km son revestidos y 369.0 son de tierra, además cuenta con 11,174.50 km de canales laterales, de éstos 133.3 km se encuentran revestidos y 1,041.90 son de tierra (cuadro A.2 en apéndice). La red de drenaje está constituida de 1,065.80 km de los cuales 309.20 son principales y 756 son secundarios (cuadro A.3 en apéndice). La red de caminos está constituida por 1,165.3 km, de los cuales 181 están pavimentados, 279.5 están revestidos y 704.8 son de tierra.

El DR 011 dispone de un total de 56 máquinas para realizar sus actividades de conservación de la infraestructura hidroagrícola. A raíz del proceso de transferencia de los distritos a los usuarios, dicha maquinaria, se distribuyó entre los 11 módulos en que se dividió el distrito (cuadro A.4 en apéndice).

#### 4.2.1 Problemática de la maquinaria de conservación

Antes de iniciarse la transferencia de los distritos de riego, la conservación de las obras estaba a cargo de la Secretaría de Agricultura de Recursos Hidráulicos; sin embargo, la falta de recursos ocasionó rezagos significativos en los trabajos de conservación así como deficiencias en el mantenimiento de la maquinaria utilizada para su ejecución. Parte del problema se debía a que el mayor número de maquinaria con que contaban los distritos para realizar sus actividades de conservación había rebasado su vida útil y se encontraba en malas condiciones de operación por la falta de un adecuado programa de mantenimiento. En 1988, de 1,100 máquinas, entre dragas, tractores, retroexcavadoras y motoconformadoras, 720 estaban en malas condiciones de operación.

Entre las principales causas (fig. 2) que ocasionan que la maquinaria rebase su vida útil de manera prematura y se encuentre en malas condiciones de operación se pueden mencionar la escasa disponibilidad de fondos para cubrir los altos costos que representa su operación y mantenimiento y la falta de administración que de ellos se realiza.

La falta de capacitación, tanto en estudios técnico-económicos, como en la operación misma de la maquinaria, es otra de las causas que en la actualidad han alcanzado gran importancia debido a que de éstas depende el logro de una mejor distribución y aprovechamiento de los recursos disponibles.

Si se subsana la problemática mencionada, no tan sólo se lograría maximizar la inversión por el concepto de adquisición, reparación y mantenimiento de la maquinaria; sino también se lograría una mayor eficiencia de conducción en la infraestructura de riego y la asignación oportuna de volúmenes de agua a los cultivos, incrementos en los rendimientos agrícolas y un mejor nivel de vida de los productores.

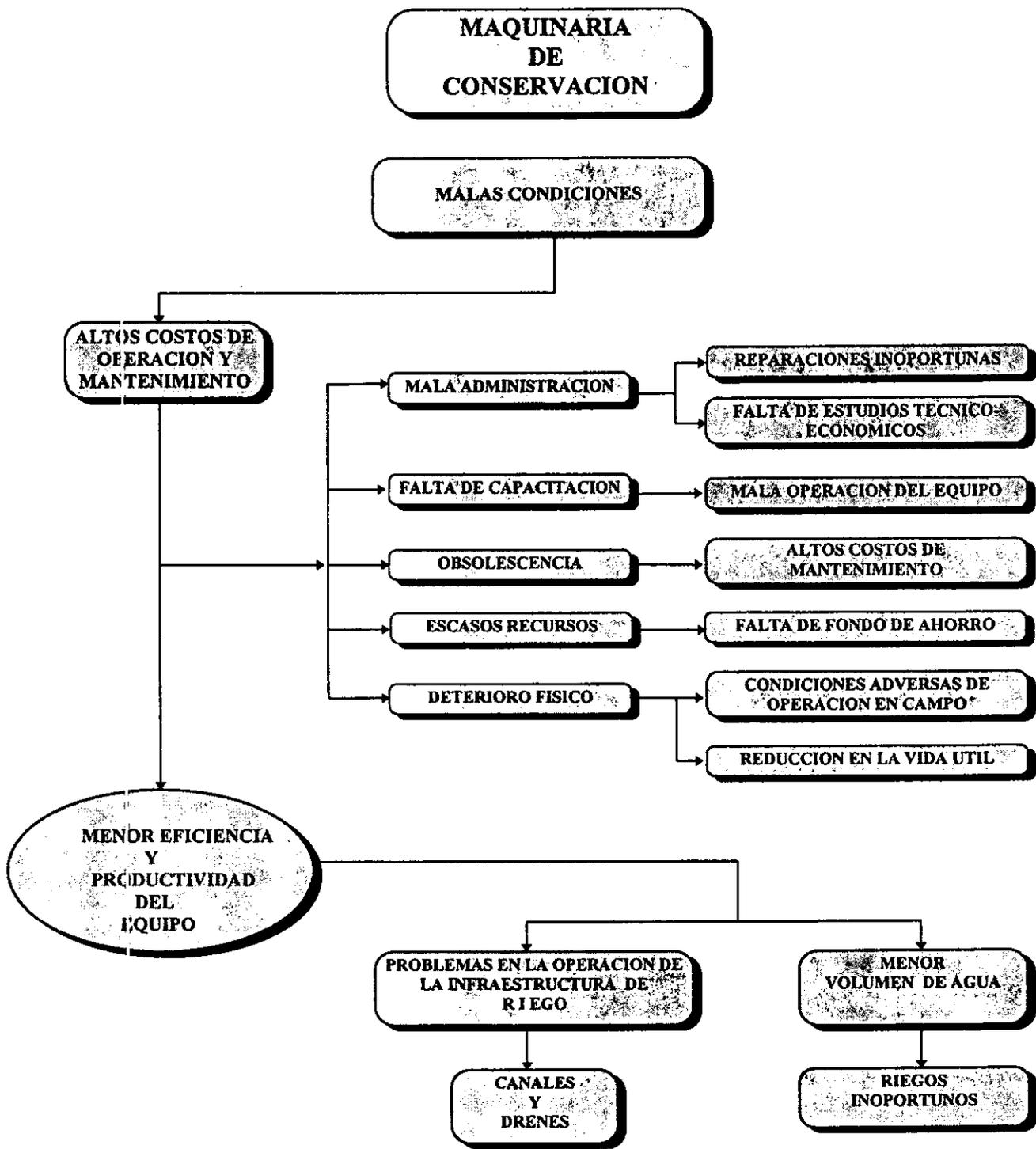


Fig. 2 Esquema general de la problemática de la maquinaria de conservación.

#### 4.2.2 Características del área de estudio

El módulo IV "Valle" se localiza en la parte central del DR, entre Valle de Santiago y Jaral (fig. 3); comprende 13,677.63 ha y 2,309 usuarios, de los cuales 1,037.63 ha y 169 usuarios corresponden a la parte BDRL (Bombeo Directo del Río Lerma), que son áreas que tradicionalmente se han regado por bombes directos, propiedad de los usuarios. Este módulo se riega por el Canal Primer Padrón, que se abastece de la Laguna de Yuriria. lo cual lo hace relativamente independiente del sistema hidráulico de la Presa Solís, excepto cuando por razones de insuficiencia, es necesario complementar su suministro a través del Canal Lateral "Centenario", que deriva del Canal Principal "Brazo izquierdo".

En cuanto a la infraestructura de riego (canales y drenes), el módulo dispone de 54.9 km canal principal (red mayor) de los cuales, 5.1 km son de mampostería y 49.8 de tierra. Así mismo dispone de un total de 70.90 km de canales laterales (red menor) 13.0 km están contruidos de mampostería y 57.9 km de tierra. En cuanto a drenes, el módulo dispone de 85.8 km, 11.5 km corresponden al dren principal y 74.3 km a drenes secundarios, de éstos, 11.8 km requieren rehabilitación. La red de caminos está constituida por 152.98 km, principalmente de tierra y tezontle<sup>23</sup>.

La elección del módulo IV "Valle" para realizar este estudio, se debe a la excelente relación laboral que existe con el personal encargado de la operación y administración de la maquinaria de conservación del distrito; además, por ser un lugar relativamente cercano para efectos de una mayor comunicación y disponibilidad de la información requerida para el desarrollo de este estudio.

#### 4.2.3 La organización de los usuarios

El módulo cuenta con una asociación civil de usuarios, máxima autoridad del módulo y la asamblea general de delegados, así como una mesa directiva formada por los propios usuarios, que se renueva periódicamente, y que atiende las funciones de gestión, organización, administración y desarrollo del módulo; de esa mesa depende todo un equipo técnico y administrativo, desde un gerente administrativo del módulo hasta las brigadas de campo y demás personal cuyo desempeño hace posible el funcionamiento del sistema, bajo la supervisión y vigilancia del DR.



#### 4.2.4 Inventario de maquinaria

La maquinaria de conservación permite preservar las características físicas y de operación de la infraestructura de riego, de aquí se deriva la importancia que representa el conocer la cantidad de equipo con que se dispone, las diferentes actividades que desempeña cada uno de ellos y el estado general en que se encuentran, así como su localización.

El inventario de maquinaria es una relación detallada y descriptiva del número de máquinas con que se dispone; además, mediante su clave de identificación se facilita el control de los trabajos realizados por las máquinas y los servicios de mantenimiento que cada una recibe. El inventario es una herramienta indispensable y un punto de partida para iniciar un estudio como el que en este documento se presenta.

El módulo IV "Valle", dispone de 7 máquinas para realizar la conservación de la infraestructura de sus áreas de riego: 1 draga-oruga, 1 tractor bulldozer, 1 motoconformadora, 3 excavadoras hidráulicas y un equipo ligero. El cuadro 1 presenta algunas de sus características.

Cuadro 1. Inventario de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle".

Tipo de máquina	Marca	Núm. Económico	Estado general	Fecha de adquisición	Propiedad	
					CNA	Usu.
Draga-Oruga	Link Belt LS68	011R00CO3	Regular	Dic. 1970	X	
Tractor Bulldozer	Caterpillar D-4	Prop. del módulo	Regular	Jun. 1994		X
Motoconformadora	John Deere JD-670	011R02N03	Regular	Ago. 1978	X	
Excavadora hidráulica	Poclair LC-80	011R03C07	Regular	Jun. 1976	X	
Excavadora hidráulica	Poclair 160-K	011R03C15	Regular	Jun. 1976	X	
Excavadora hidráulica	John Deere 490-E	Prop. del módulo	Bueno	Jun. 1993		X
Equipo ligero	Herder MBK135S	Concesionario	Bueno	Nov. 1994	X	

Fuente: Módulo IV, "Valle" del DR 011, Gto.

#### 4.2.5 Mantenimiento y reparación de la maquinaria

Una adecuada operación y un mantenimiento preventivo oportuno y eficaz son fundamentales para prolongar la vida útil de la maquinaria, lo que redundará en mayores volúmenes de trabajo y en la minimización de los costos de operación de la misma.

El mantenimiento de la maquinaria tiene como objetivo evitar el desgaste excesivo o prematuro que provoca reparaciones costosas y atrasos en la ejecución de los trabajos por pérdida de tiempo. El mantenimiento influye directamente en el cumplimiento de la vida útil de la máquina y, consecuentemente, en los costos de operación. El costo que representa la operación de cada una de las máquinas es sumamente elevado, por lo cual es indispensable que cada máquina se apegue a su calendario de mantenimiento y operación elaborados por la CNA para cada uno de los distritos.

El mantenimiento puede clasificarse en:

- De rutina. Todos los días debe revisarse la maquinaria y elaborar los informes necesarios para corregir las fallas que se hayan presentado. Un ejemplo de este tipo de mantenimiento es engrasar la máquina diariamente.
- Predictivo. Se elabora un informe de incidencias con las fallas que se van presentando y con el comportamiento anormal de los sistemas, conjuntos y partes, para corregirlos oportunamente. De esta manera es posible detectar fallas antes de que éstas sucedan y causen problemas mayores.

Para su detección, se busca apoyar en análisis estadístico, conocimiento de la vida útil de las piezas y los conjuntos, inspección física de desgaste de piezas, análisis de laboratorio y diagnóstico de campo. Una manera de mantenimiento predictivo consiste en hacer un muestreo periódico de los lubricantes y la inspección mecánica.

- Preventivo. Se corrigen todos los puntos que aparezcan en el informe de incidencias, considerando las operaciones de ajuste, comprobación, reemplazo de partes o conjuntos, lubricación y limpieza que, como rutina, y a intervalos definidos, son necesarios para asegurar que la maquinaria y el equipo estén en condiciones apropiadas de operación. Además, el mantenimiento preventivo incluye una serie de actividades que buscan evitar el desgaste excesivo o prematuro, mismo que hacen necesarias las reparaciones costosas y originan pérdidas de tiempo.
- Correctivo. Los trabajos que requieran reparaciones considerables y corrección de fallas que no se hayan atendido oportunamente, se deben programar en época de lluvias o de menor actividad de la maquinaria. Dentro de este concepto también se incluyen las reparaciones a fallas que se presentan de manera imprevista, como puede ser la rotura de mangueras, reposición de baleros, etc.

Este mantenimiento se realiza después de ocurrida una falla, ya sea parcial o total. Como se hace fuera de programa, origina cargas de trabajo no controladas y su ejecución debe ser inmediata.

- Reparación menor. Es aquella que se puede realizar a la máquina sin retirarla del frente de trabajo y consiste básicamente en efectuar ajustes rutinarios y cambios de repuestos menores.
- Reparación mayor. Es aquella que se realiza en talleres con personal especializado, por lo que la maquinaria se retira del frente de trabajo.
- Rehabilitación mecánica integral. Se lleva a cabo cuando la máquina, como resultado de su evaluación mecánica, conserva ya sólo el 15% de su vida útil o cuando sus costos de mantenimiento y reparación resultan antieconómicos.

Del total de equipo disponible en el módulo, 5 de ellos son propiedad de la CNA y 2 de la asociación de usuarios; así mismo, 5 presentan un estado general de funcionamiento regular y 2 un funcionamiento bueno.

El nivel de funcionamiento "regular" considera a aquellas máquinas que se encuentran a punto de necesitar una reparación mayor o menor o que ha llegado a un punto en el que la inversión requerida para lograr su funcionamiento es tan grande que, por un lado, el presupuesto disponible no es suficiente para tal efecto, o por otro, el rendimiento que se obtendrá de la máquina, con cierto tiempo de funcionamiento, no justifica la inversión.

#### 4.3 Determinación de la depreciación de la maquinaria de conservación

Depreciación significa bajar el precio refiriéndose a un activo fijo o tangible como lo es la maquinaria. A medida que transcurre el tiempo todos los artículos o bienes de capital utilizados en la producción disminuyen de valor, independientemente que se usen o no, a esto, se le denomina "depreciación". Cuando se habla de depreciación fiscal se hace referencia al hecho de que el gobierno, por medio de la Secretaría de Hacienda, permite a cualquier empresa legalmente constituida recuperar inversiones realizadas en activos fijos y diferidos.

La amortización puede definirse como la valoración monetaria o estimación contable del valor de depreciación de una máquina. Cabe aclarar que al hablar de amortización se hace referencia a la amortización técnica que nada tiene que ver con la amortización financiera sobre créditos en dinero. La amortización es un término al que usualmente se le asocia con aspectos financieros, pero cuando se habla de amortización fiscal, su significado es exactamente el mismo que el de la depreciación. La diferencia estriba en que la amortización sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, tales como gastos preoperativos, gastos de instalación, compra de marcas y patentes, entre otros.

Valor en libros de un activo. Debido a que los gastos de depreciación tienen efectos fiscales importantes deben registrarse en un libro especial todos los cargos que se realicen por este concepto. Por un lado se registra el valor inicial del activo. Como cada cargo es una recuperación de la inversión cada vez que la empresa recupera una parte del activo, éste vale menos para el fisco. El valor del activo para el fisco es llamado valor en libros, y desde luego, disminuye año con año hasta hacerse cero.

La maquinaria pierde su valor por diversas razones, tales como:

- a) Deterioro físico (mecánico). Es la disminución de la capacidad de una máquina para prestar el servicio requerido, y es causada por la acción de elementos como la corrosión o por el daño y destrucción que sufren las piezas a consecuencia del uso a que se someten. El deterioro físico origina que el costo de operación de la maquinaria se incremente de tal forma que resulta más económico su reemplazo por otra unidad.
- b) Obsolescencia. Debido al continuo cambio en la tecnología se pueden generar máquinas que sean notoriamente superiores a las que se posee, y entonces se dice que la máquina original está obsoleta, pues resulta más económico reemplazarla que continuar con su operación.
- c) Insuficiencia o incapacidad. Los incrementos en la demanda del mercado de un bien, dan como resultado que la máquina original sea insuficiente para abastecer los requerimientos de consumo, por lo cual se hace necesario un análisis que permita conocer la factibilidad de realizar su reemplazo por una unidad de mayor capacidad.

En general, la depreciación de la maquinaria de conservación se debe fundamentalmente al poco uso de la misma, por lo que el fin de su vida se produce más por obsolescencia o degradación.

La importancia de la depreciación y la amortización en este estudio obedece principalmente a tres factores:

- a) Que constituye con frecuencia el mayor de los costos del maquinaria, lo cual repercute en las utilidades registradas en el módulo.
- b) A que el cálculo de la depreciación es básico para informes financieros, y para el cálculo del impuesto sobre la renta, en donde representa una deducción permisible.
- c) Al conocer la pérdida del valor de la maquinaria, se estará estimando el valor del capital físico aún no gastado en cada periodo, e incluyendo la inflación en los cálculos se puede obtener una estimación del costo de reposición del equipo al final de su vida útil, lo cual es de gran trascendencia para la planificación del aprovechamiento de los recursos disponibles en el DR.

### 4.3.1 Depreciación en línea recta

Se cuenta con varios métodos para determinar el cargo anual por concepto de depreciación; sin embargo, el más comúnmente utilizado e incluso el único permitido<sup>2</sup>, al menos por las leyes mexicanas, es el de línea recta (LR). Este método consiste en recuperar el valor del activo en una cantidad que es igual a lo largo de cada uno de los años de su vida física, de forma que si se gráfica el tiempo contra el valor en libros, éste aparece como una línea recta. Es el método de depreciación más sencillo y conocido.

El valor de salvamento o de rescate, es aquel que se obtiene en el momento de vender determinado activo, en cualquier momento de su vida útil o al final de ella.

La depreciación por línea recta está dada por la siguiente ecuación:

$$D_{LR} = V_a - V_R / n$$

En donde:

- $D_{LR}$  = Depreciación en cualquier año por línea recta (\$)
- $V_a$  = Valor de adquisición del activo (\$)
- $V_R$  = Valor de recuperación del activo (\$)
- $n$  = Vida útil supuesta del activo (años)

El ejemplo A.1 descrito en el apéndice de este documento, muestra el proceso de cálculo de este método de depreciación.

### 4.3.2 Otros métodos

Entre otros métodos para determinar la depreciación de la maquinaria se puede mencionar los siguientes:

**Depreciación por suma de dígitos de los años.** Es uno de los métodos de depreciación acelerada y tiene ventajas económicas para fines fiscales, en aquellos países donde la ley del impuesto sobre la renta lo permite. Supone que el valor de un activo disminuye a una tasa decreciente, dando como resultado cargos más grandes que los de la depreciación en línea recta, durante los primeros años de la vida útil del activo y cargos menores al final de ésta. Su desarrollo está dado por la siguiente ecuación:

$$D_{SD/A} = V_{UR} / n ( V_a - V_R )$$

En donde:

- $D_{SD/A}$  = Depreciación de cualquier año por suma de dígitos de los años (\$)
- $V_{UR}$  = Vida útil residual

- $\Sigma n$  = Suma de dígitos de los años
- $V_a$  = Valor de adquisición del activo (\$)
- $V_R$  = Valor de recuperación del activo al final del periodo n (\$)
- $n$  = Vida útil supuesta del activo (años)

La suma de dígitos de los años se expresa:

$$\Sigma n = 1 + 2 + 3 + \dots + (n-1) + n$$

La suma en orden inverso es:

$$\Sigma n = n + (n-1) + \dots + 3 + 2 + 1$$

Sumando se obtiene:

$$2 \Sigma n = (n+1) + (n+1) + \dots + (n+1)$$

$$2 \Sigma n = n (n+1)$$

$$\Sigma n = \frac{n (n+1)}{2}$$

El ejemplo 2A del apéndice de este documento muestra el proceso de cálculo de este método de depreciación.

***Depreciación por saldo decreciente.*** Método de amortización acelerada y supone que un activo disminuye su valor a una tasa más rápida en la primera parte de su vida de servicio que en la última. Los cargos por depreciación se calculan aplicando una tasa constante al valor en libros del activo, que puede ser 200%, 175%, 150% de la tasa en línea recta.

***Depreciación por fondo de amortización.*** Este método supone cargas de depreciación iguales en todos los años, pero a diferencia del método de línea recta se conceptualiza a la depreciación como un fondo que ganará interés compuesto, de tal manera que al final de la vida de la máquina los ahorros realizados junto con los intereses acumularán una suma de dinero igual al valor de adquisición del equipo menos el valor de recuperación.

***Depreciación por recuperación acelerada del costo.*** Este método de depreciación supone que el valor de recuperación es cero para todos los activos y los cargos anuales por depreciación se calculan con base al valor de adquisición del equipo multiplicado por un porcentaje basado en las siguientes consideraciones:

1. Para bienes personales la depreciación se basa en saldo doble decreciente con cambio a depreciación por suma de los dígitos de los años.
2. Para bienes personales la depreciación se basa en saldo doble decreciente al 175% con cambio a depreciación en línea recta.

#### 4.4. La inflación en el análisis económico

Este capítulo no tiene como propósito analizar con detalle el fenómeno de la inflación, sólo proporciona un esquema general.

##### 4.4.1 Causas y consecuencias

La inflación se refiere al aumento generalizado y sostenido del nivel de precios originado por una mayor disponibilidad de dinero en circulación que el volumen real de bienes y servicios<sup>16</sup>. La inflación es un síntoma de otros problemas presentes de la economía, y se le puede observar como un desequilibrio entre el dinero circulante y la circulación de mercancías. La inflación es un fenómeno que se da en forma continua y sostenida y en ocasiones resulta difícil detenerla, debido a que la gente se siente insegura por la pérdida de su poder adquisitivo, y puede tomar medidas que empeoren la situación, tales como la realización de compras excesivas que producen escasez. Las causas internas y externas de la inflación son las siguientes:

##### Internas

- Emisión excesiva de moneda.
- Oferta insuficiente.
- Excesivo afán de lucro de capitalistas e industriales.
- La especulación y acaparamiento de mercancías.
- Gastos del sector público.
- Altas tasas de interés bancario.
- Actividades especulativas.
- Devaluación.

##### Externas

- Importaciones.
- Afluencia excesiva de capitales externos que no contribuyen al incremento en la producción.
- Las exportaciones que se realizan sin haber satisfecho el mercado interno.
- Especulación y acaparamiento de productos a nivel mundial.

Las sucesivas devaluaciones en México desde 1976 a la fecha, aunadas al pago de la deuda externa han agravado este fenómeno, produciendo los siguientes efectos:

- Pérdida del poder adquisitivo. Los precios de los productos normalmente se elevan a una tasa mayor que el incremento de los salarios.
- Inversión productiva ineficiente. Se invierte en aquellos bienes en donde el riesgo es mínimo, tales como terrenos, compra de dólares, y se abandona las actividades productivas.
- Elevación en las utilidades en las grandes empresas, como consecuencia de los exagerados aumentos en los precios.
- Reducción de ahorros. Debido a que la tasa de interés bancaria es menor a la tasa de inflación.

Las políticas antinflacionarias que ha seguido el gobierno con el fin de frenar la inflación son:

- Control temporal de precios y salarios.
- Mejoramiento de la competitividad industrial
- Impulso al crecimiento de la producción
- Inversión extranjera productiva

La inflación se mide a través de índices de precios, que es una lista o relación que muestra la evolución de los precios con referencia a una fecha. Se considera que existe estabilidad cuando este índice no rebasa el 5% anual de crecimiento. Actualmente los flujos de efectivo se construyen a precios constantes, es decir a pesos del momento de la evaluación. Puede considerarse, en términos prácticos que cuando se está analizando la rentabilidad global del proyecto se llegará a los mismos resultados de VPN y TIR considerando o no el efecto de la inflación<sup>20</sup>.

#### 4.4.2 Tasas de interés y su aplicación

La tasa de interés es el precio del dinero y se comporta de la misma forma como lo hacen otros artículos con el proceso inflacionario, es decir, al incrementarse la inflación se incrementa la tasa de interés, por esta razón es conveniente aislar el efecto de la inflación sobre la tasa de interés y observar en cuánto se han incrementado o disminuido tales tasas en términos reales.

La tasa de interés real se obtiene excluyendo el efecto de la inflación en la tasa de interés nominal:

$$\frac{(1+i)}{(1+B)} = 1 + rr$$

Donde:

**i** := Tasa de interés nominal

**B** := Tasa de inflación

**rr** := Tasa de interés real

Pueden existir dos situaciones:

- Tasa de interés real negativa. En ésta, la tasa de inflación es mayor a la tasa de interés, y se dice que existe un transferencia de capital. Se interpreta diciendo que: por cada peso que se presta, el banco pierde cierta cantidad.
- Tasa de interés real positiva. Sucede cuando la tasa de inflación es menor a la tasa de interés y entonces se dice que existe un costo financiero, que es el costo que se paga por pedir dinero prestado. En este caso la tasa de interés recupera el poder adquisitivo del dinero y además es el costo financiero.

Cuando se habla de inversiones de capital y la tasa de interés nominal representa a la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR), entonces los beneficios deben incrementarse proporcionalmente con la tasa de inflación de tal modo que la TMAR no disminuya. En épocas inflacionarias, se recomienda elegir una TMAR equivalente que recupere la pérdida del poder adquisitivo y considere cierto porcentaje de utilidad.

#### 4.4.3 Los impuestos e inflación

Ningún análisis realista puede ignorar los efectos de los impuestos y la inflación en la tasa interna de rendimiento (TIR), valor presente neto (VPN) o en flujo de caja anual. Los impuestos son un costo más para la empresa que tiende a disminuir su ingreso neto y en consecuencia la tasa interna de rendimiento (TIR). Así mismo, si los beneficios futuros de una inversión no se incrementan de acuerdo al índice inflacionario, disminuye la TIR.

La consideración de impuestos en un estudio económico es un factor muy decisivo en la selección de proyectos de inversión, pues evita la aceptación de proyectos cuyos rendimientos después son mediocres. Sin embargo, debido a que la Ley del impuesto sobre la renta excluye a los DR del pago de impuestos en la ejecución de obras de infraestructura hidroagrícola, este concepto no se incluye en el análisis económico que nos ocupa. Por otra parte, el considerar el efecto de los impuestos en estudios económicos, implica determinar la forma en que los activos bajo consideración van a ser depreciados.

## V METODOLOGIA PARA LA EVALUACION ECONOMICA

En el ámbito de cualquier inversionista, el esquema que generalmente se plantea para invertir es: dado que se invierte cierta cantidad y que las ganancias probables en los años futuros ascienden a determinada cifra, ¿es conveniente hacer la inversión?. Lo anterior se puede plantear desde otro punto de vista, el inversionista siempre espera recibir o cobrar cierta tasa de rendimiento en toda inversión, por lo tanto, debe contar con técnicas de análisis que le permitan cuantificar si, con determinada inversión y ganancias probables, garantizará realmente la tasa que él ha fijado como mínima para hacer la inversión.

En este capítulo se realiza el cálculo de los principales indicadores de evaluación económica, para que, en base a sus resultados, se tomen las decisiones de inversión en forma acertada. Estos métodos se refieren principalmente al valor presente neto (VPN), tasa interna de rendimiento (TIR) y la relación beneficio-costos (B/C).

### 5.1 Generalidades

Como en todo proyecto, uno de los aspectos básicos que constituye su éxito, es la disponibilidad y el análisis de la información relativa al problema abordado; por lo tanto, la recopilación de datos es la primera etapa en el desarrollo del trabajo planteado en este documento. La recopilación de datos se realizó mediante visitas al módulo de riego objeto de estudio, previo a éstas, se diseñaron y elaboraron los formatos de captura, en los cuales se especifica la información de interés relacionada al problema estudiado.

Entre la información arriba mencionada, sobresale por su importancia en el análisis económico: el costo y la fecha de adquisición de la maquinaria, su depreciación a través del tiempo, la vida útil de ésta, los rendimientos por hora efectiva de trabajo, sus capacidades de trabajo, las necesidades de conservación anual en canales, drenes y caminos del módulo de riego, los precios unitarios por cada concepto de trabajo, los programas de trabajo y disponibilidad de los equipos. También es muy importante la información relacionada a gastos por concepto de mantenimiento y reparación, en donde el primero considera la inversión ejercida en el reemplazo de partes, consumo de combustibles, lubricación y limpieza general de las máquinas (grasas, aceites, gasolina, diesel, filtros) que como rutina y a intervalos definidos son necesarios para asegurar que éstas estén en condiciones de operación; y el segundo, se refiere a aquellos gastos realizados para llevar a cabo la reparación de una parte o todo un conjunto de partes de la máquina, su ejecución requiere de periodos largos en un taller mecánico especializado.

También es necesario conocer los beneficios por el uso de la maquinaria, entre los cuales podría considerarse: el ahorro económico generado de realizar las actividades con su propio equipo y no pagar por la renta de éstas a empresas particulares; ahorros de efectivo cuantificados durante el reemplazo o sustitución de la maquinaria al no continuar

realizando inversiones que no reporten la rentabilidad esperada y la renta de los equipos durante el tiempo libre de éstas, así como la venta de aquellas en que así sea procedente.

Disponible la información mencionada, se procede a realizar la evaluación económica de los equipos del módulo en estudio. En esta evaluación figuran principalmente los siguientes aspectos:

- Evaluar económicamente el equipo, tomando en cuenta la vida residual de cada una de las máquinas del módulo; es decir, se hace una comparación entre cuánto dinero se invertirá en este tiempo en ellas por concepto de operación, conservación y mantenimiento, contra los beneficios generados por la realización de las actividades con la maquinaria del módulo, además de los obtenidos por efecto de la renta de éstos a usuarios particulares.
- Determinar el momento oportuno para realizar el reemplazo de la maquinaria. Para esto, se analizan tanto los costos del equipo actual (defensor) como los correspondientes a maquinaria propuesta (retador) que prometa una mejor eficiencia y rentabilidad económica.
- Servir como punto de partida para que los administradores de la maquinaria del módulo den inicio a la generación de una caja de ahorro que les permita contar con recursos económicos inmediatos, y de esta manera, efectuar sus actividades de reparación y mantenimiento en el momento en que éstas se requieran.

Posteriormente, con la información referente a los costos y beneficios del proyecto, se procede a realizar los flujos de efectivo, y con los resultados generados en éstos, se realiza el cálculo de los indicadores económicos que permitirán al final de su análisis tomar decisiones acerca de la conveniencia de seguir realizando inversiones para la reparación y el mantenimiento de las máquinas y analizar, en términos económicos, los rendimientos esperados en cada uno de los años del periodo residual de cada equipo. Por otro lado, tomando en cuenta dos tipos de máquina (retador y defensor) y mediante un análisis de costos anuales en cada una de ellas, se determina el momento adecuado para llevar a cabo el reemplazo de la máquina actualmente disponible.

El análisis incluye cinco alternativas: la primera evalúa qué pasa si no se incluyen beneficios (como actualmente se trabaja en el módulo), el resto de las alternativas, incluyen los beneficios obtenidos si se renta la maquinaria un 25, 50, 75 y al 100% después de haber cubierto sus necesidades de conservación. En cada una de las alternativas se realiza el cálculo de los indicadores antes mencionados. Además, se realiza un análisis de los beneficios económicos al no realizar las actividades de conservación mediante contrato ni mediante la renta de maquinaria.

## 5.2 Acopio de información

Gran parte de la información utilizada en este estudio se dispuso mediante visitas al módulo IV, y se refiere principalmente a la generada durante la ejecución de sus actividades de conservación de la infraestructura de riego. El módulo dispone de datos del ciclo agrícola 1993-1994, 1994-1995 y 1995-1996.

La información complementaria se dispuso mediante la revisión de documentos, folletos, libros y revistas enfocados a la venta, renta y operación de la maquinaria de conservación. Por otro lado, la experiencia de personal técnico en este tema fue de gran ayuda para complementar y reafirmar gran parte de los datos disponibles.

### 5.2.1 Identificación de costos de operación de la maquinaria

La utilización de la maquinaria de conservación implica, en primer lugar poseerla y posteriormente mantenerla, para lo que es necesario adquirirla y luego otorgarle todos los servicios necesarios para lograr en ella un estado de funcionamiento aceptable. Uno de los aspectos observados en los distritos de riego es que, en muchos casos, los equipos, por su función específica, tienen un grado de utilización u horas efectivas al año (h.e/año) muy baja, razón por la cual, los costos de posesión llegan a representar un porcentaje importante de los costos totales de operación. Ello acarrea un elevado costo promedio total que hace muchas veces que la maquinaria no sea rentable en una explotación, haciendo desaconsejable su adquisición.

Una salida a este problema es alquilar las máquinas a contratistas o empresarios de trabajos agrícolas o bien, fomentar cooperativas de maquinaria, de tal manera que el uso común de la misma permita una gran rentabilidad para ambas partes al aumentar de manera considerable el volumen de producción y disminuir considerablemente la incidencia de los costos de posesión.

Cuando se trata el tema del manejo de costos en maquinaria, se establecen dos subgrupos que componen el costo total de su operación: Costos fijos y costos variables, los cuales se constituyen de los siguientes capítulos:

**Costos fijos o de posesión:** Intereses del capital de inversión, impuestos, seguros, casas, terrenos, mobiliario de oficina, automóviles, camionetas, maquinaria, entre otros.

**Costos variables:** Lubricantes, combustibles, mantenimiento eléctrico, refacciones, renta de maquinaria, mano de obra de operación, nómina del jefe de mantenimiento, nómina del jefe de conservación, nómina del encargado de la administración, luz, agua, teléfono, entre otros conceptos.

La información considerada en este capítulo fue tomada directamente de la bitácora de trabajo de cada una de las máquinas de conservación del módulo. Para cada máquina se identificó la información generada desde el momento en que la Comisión Nacional del Agua les hizo entrega del equipo, es decir, desde abril de 1993. Cada ciclo agrícola inicia el día 15 de octubre y finaliza el 15 de septiembre y la duración de los ciclos de operación del equipo varían de acuerdo a las necesidades de conservación del módulo.

De esta manera, la información verídica incluida en este estudio económico es la correspondiente a los periodos del 1 de abril de 1993 al 30 de abril de 1996, es decir, los ciclos 93-93, 93-94, 94-95 y 95-96, para el resto de los años incluidos en el horizonte de planeación de cada equipo, la información fue estimada bajo un incremento de un 10% acumulable para cada año, este porcentaje no corresponde a la inflación, más bien corresponde a los costos esperados por motivo del aumento en las necesidades de reparación y mantenimiento del equipo, ya que éste no gastará (con la misma frecuencia) debido a su desgaste, dentro de 3 ó 4 años la misma cantidad de aceite, filtros o combustibles que actualmente utiliza para su operación.

En las bitácoras, los operadores de la maquinaria registran los sucesos ocurridos durante las horas de operación en campo, tal como: horas trabajadas, horas en reparación, horas ociosas, localización actual del equipo en operación, así como el consumo de combustible y lubricantes. El cuadro 2 presenta un resumen general de la evolución del presupuesto ejercido en la reparación y mantenimiento de la maquinaria de conservación del módulo IV.

Cuadro 2. Costos anuales de operación y mantenimiento de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle".

Tipo de máquina	Núm. de inventario	Diesel (\$)	Grasa (\$)	Aceite (\$)	Reparación (\$)	Costo Total (\$)
Daga-Oruga Link Belt LS-68	011R00C03					
1993-1993					37,666	37,666
1993-1994		12,807	1,281	2,902	79,231	96,219
1994-1995		19,089	1,152	2,548	92,838	115,627
1995-1996		10,146	536	1,206	17,500	29,388
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4	Prop. del Módulo					
1993-1993						
1993-1994		3,733	117	1,172	27,727	32,749
1994-1995		12,903	504	2,067	45,008	60,482
1995-1996		7,215	244	1,154	4,000	12,614
Mc toconformadora John Deere JD-670	011R02N03					
1993-1993					57,441	57,441
1993-1994		12,563	321	6,917	110,714	130,514
1994-1995		26,267	606	4,953	98,734	130,560
1995-1996		16,099	309	2,704	13,700	32,812
Excav. Hidráulica Poclain LC-80	011R03C07					
1993-1993					52,606	52,606
1993-1994		20,185	750	7,319	55,508	83,763
1994-1995		25,882	733	5,980	83,361	115,956
1995-1996		18,928	470	7,800	36,200	63,398
Excav. Hidráulica Poclain 160-CK	011R03C15					
1993-1993					28,142	28,142
1993-1994		23,548	714	2,799	43,522	73,757
1994-1995		0	0	0	0	0
1995-1996		0	0	0	0	0
Excav. Hidráulica John Deere 490-E	Prop. del Módulo					
1993-1993						
1993-1994		26,723	507	13,703	112,631	150,389
1994-1995		34,524	825	3,328	65,616	104,290
1995-1996		19,768	414	7,800	9,900	31,776
Equipo ligero Hercer	Concesionada					
1993-1993						
1993-1994						
1994-1995		9,204	303	351	44,253	54,112
1995-1996		10,892	320	3,151	5,200	19,563

Fuente: Módulo IV del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto.

Otro tipo de información, de gran importancia para la determinación de los resultados generados en el análisis económico, es la correspondiente a la fecha y costo de adquisición de la maquinaria, su costo actual, el costo de realización (cantidad a la que actualmente el módulo vendería sus máquinas), periodo de vida útil y vida residual (cuadro 3).

También es importante considerar que, sólo dos máquinas son propiedad del módulo, una la compraron con propios recursos (tractor bulldozer Caterpillar D-4) y otra, (excavadora hidráulica John Deere 490-E) les fue regalada por haber sido éste el que presentaba una mejor organización para realizar la operación, conservación y administración de su zona de riego. El resto del equipo fue concesionado al módulo durante el proceso de transferencia de DR a los usuarios, y su fecha de adquisición data desde hasta 20 años atrás. Es importante conocer esta información porque en el caso de la maquinaria que es propiedad del módulo, su costo de adquisición es incluido en la evaluación, sólo en el caso del tractor bulldozer, ya que la excavadora fue un regalo y no les representó ningún costo, en el resto de las máquinas también fue excluida una inversión inicial, pues el equipo fue comprado mucho tiempo atrás por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH).

La vida residual de la maquinaria es un valor estimado, en primer lugar por la agencia de maquinaria, y en segundo lugar, por el personal técnico del módulo, con base en el estado físico del equipo, del cual, el módulo es muy cuidadoso, ya que le proporciona el mantenimiento y la reparación requerida con oportunidad. En su mayoría, las máquinas del módulo rebasan su vida útil.

Cuadro 3. Información económica y productiva de la maquinaria de conservación.

Tipo de máquina	Núm. de inventario	Fecha de adquisición	Estado General	Costo del equipo (\$)		Vida (Años)	Residual
				Adquis.	Actual Realiz.		
Draga-Oruga Link Belt LS-68	011R00C03	Dic.1970	Regular	526	700.000	400.000	20
Tractos Bulldozer * Caterpillar D-4	Prop.del Módulo	Jun.1994	Regular	76,237	180.000	140.000	16
Motoconformadora John Deere JD-670	011R02N03	Ago.1978	Regular	1.163	900.000	600.000	15
Excav. Hidráulica Poclain LC-80	011R03C07	Jun.1976	Regular	1.200	750.000	200.000	20
Excav. Hidráulica Poclain 160-CK	011R03C15	Jun.1976	Regular	1.400	900.000	250.000	20
Excav. Hidráulica John Deere 490-E	Prop. del Módulo	Jun.1993	Bueno	500,000	858.750	700.000	20
Equipo Ligero Herder MBK135S	Concesionada	Nov.1994	Bueno	140,000	220.000	180.000	20

Fuente: Módulo IV del DR 011 "Alto Río Lerrma", Gto.

\* Esa máquina se compró de uso,

### 5.2.2 Determinación de beneficios de la maquinaria de conservación

Con la operación de la maquinaria de conservación se identifica principalmente a dos tipos de beneficios: indirectos y directos.

#### Beneficios indirectos.

Este beneficio se presenta de manera física, actualmente no se ha cuantificado económicamente, por lo cual se le resta importancia. Es muy importante hacer del conocimiento de los usuarios la importancia que representa en términos reales este beneficio, ya que podría ser uno de los factores mediante el cual sea posible justificar un aumento en las cuotas de riego, debido principalmente a que la conservación influye directamente en la producción.

Han sido grandes los intentos que en la actualidad se han realizado para aumentar las cuotas por servicio de riego, sin embargo, aún conociendo los constantes y excesivos aumentos en los precios de refacciones, combustibles, lubricantes, mano de obra en reparaciones, etc., los usuarios no tan fácilmente están dispuestos a pagar una cantidad adicional por el servicio mencionado, su argumento, entre otros, es que si las cuotas actuales no son suficientes para cubrir los costos que involucra la conservación es a causa de la mala administración que de los recursos económicos se está realizando.

Por lo anterior, es necesario traducir y demostrar en términos económicos este tipo de beneficios, así como también presentar, de manera tangible, las consecuencias negativas que representará no conservar de manera óptima la maquinaria utilizada en la conservación de la infraestructura de riego del módulo.

Como beneficios indirectos podemos mencionar los siguientes:

- El ahorro de agua. Una de las pérdidas de agua más frecuentes durante su conducción, se debe a la transpiración por las plantas; por tanto, la pérdida de agua por este concepto en canales altamente infestados con maleza acuática es muy grande.
- Aumento en la eficiencia de operación. Un canal libre de maleza acuática y terrestre, así como de azolve, facilita las actividades de operación y conservación tanto de canales, drenes y caminos.
- Aumenta la eficiencia de conducción.
- Se evita el deterioro e inversión prematura en la maquinaria e infraestructura de riego por concepto de reparación y mantenimiento.
- Aumento en la disponibilidad de los volúmenes requeridos.

- Aumenta la economía regional y la utilidad de los productores al lograr un óptimo desarrollo de sus cultivos y ahorro de energía para bombeo de agua.

### Beneficios directos

Actualmente los usuarios no cuantifican en términos económicos los beneficios obtenidos del uso de su maquinaria en la conservación de su infraestructura de riego, sólo es cuantificada en términos de programación y avances de obra, a esto se debe que normalmente no se disponga del total de este tipo de información.

Los beneficios directos propuestos en este estudio se basan principalmente en dos aspectos: el primero se refiere al beneficio que se obtendría por el concepto de renta del equipo (después de haber cubierto satisfactoriamente la conservación propia) a usuarios particulares del módulo. El segundo beneficio se refiere a los costos que no se realizan por concepto del contrato de otras alternativas de conservación, debido a que la conservación se realiza con su propia maquinaria. Las alternativas de conservación son tres: administración, contrato y renta de equipo. La primera es realizada con equipo del módulo, la segunda, mediante el contrato de la conservación por actividad, y la tercera mediante la renta de maquinaria a empresas particulares dedicadas a ello.

El primer beneficio (renta), debido a que no es posible conocer el total de usuarios que realmente rentarían el equipo, se propone realizar este análisis bajo cuatro escenarios. De esta manera, con base en la información proporcionada por personal técnico del módulo, que indica que a partir del ciclo agrícola 95-96 en adelante, sólo se requerirán de siete meses de actividad para cubrir sus necesidades de operación, el equipo quedaría disponible (libre) cinco meses. Sin embargo, considerando que de estos cinco meses dos no se trabajarán debido al periodo de lluvias, sólo se podría considerar tres meses, los cuales representan, si se trabajan ocho horas diarias, 480 horas efectivas. Entonces, los escenarios son los siguientes: el primero incluirá el 25% del tiempo considerado, es decir 120 horas, el segundo escenario considera el 50% que corresponde a 240 horas, el tercero, 360 horas, es decir, el 75% y el cuarto escenario un total de 480 horas efectivas de trabajo que corresponde al 100%.

Una empresa particular, para determinar el costo al cual rentará sus equipos hace una estimación de: costos de transporte del equipo, transporte del operador (al lugar de trabajo) y de la reparación y mantenimiento de la máquina, de tal manera que los costos que se cobraría el módulo por rentar su maquinaria involucraría solamente los costos de combustible, grasas y lubricantes. Además, el módulo, con el fin de garantizar una buena operación de la máquina, aseguraría que la actividad por realizar fuera la correspondiente al equipo solicitado siendo el mismo operador del módulo quien operaría la máquina. En caso de que el equipo rentado requiriera una reparación mayor, sería responsabilidad del módulo llevarla a cabo, ya que es un riesgo normal en este tipo de actividades.

Hasta la fecha esta acción no se ha llevado a cabo debido, por un lado, a que los directivos del módulo han sido muy cuidadosos en no operar la maquinaria en superficies no registradas en el padrón de usuarios y por otro, a que la CNA les impide realizar tal acción, por lo menos en la maquinaria por ella transferida. Sin embargo, es necesario dar soporte técnico a este beneficio, de tal manera que por sí mismo demuestre su importancia a quienes tienen el poder de decisión dentro de la institución mencionada y del módulo, y de esta manera se convenzan de su importancia y autoricen su puesta en marcha.

En este estudio se estima que si el equipo se rentara con un 20% menos que el costo actual de renta efectuado por empresas a ello dedicadas, se obtendrían los beneficios presentados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Beneficios por rentar la maquinaria del módulo IV "Valle".

Tipo de máquina	Número de inventario	Beneficio Económico							
		No. de horas	Ingreso (\$)	No. de horas	Ingreso (\$)	No. de horas	Ingreso (\$)	No. de horas	Ingreso (\$)
Druga-Oruga Link Belt LS68	011R00CO3	120	15,936	240	31,872	360	47,808	480	63,744
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4	Prop. del Módulo	120	12,096	240	24,192	360	36,288	480	48,384
Motocofmadora John Deere JD-670	011R02N03	120	10,348	240	20,696	360	31,044	480	41,392
Excav. Hidráulica. Poclain LC-80	011R03C07	120	13,248	240	26,496	360	39,744	480	52,992
Excav. Hidráulica Poclain 160-CK	011R03C15	120	28,224	240	56,448	360	84,672	480	112,896
Excav. Hidráulica John Deere 490-E	Prop. del módulo	120	14,112	240	28,224	360	42,336	480	56,448
Equipo Ligero Herder MBK135S	Concesionada	120	12,576	240	25,152	360	37,728	480	50,304

Fuente: Revista informativa "Informáquina", México D.F. 1996.

La información considerada en el segundo aspecto (beneficio) muestra los costos no pagados por los conceptos antes mencionados y servirá como un indicador que señale la conveniencia de realizar sus actividades mediante una u otra alternativa de conservación. Normalmente una actividad se realiza mediante contrato o mediante la renta de maquinaria cuando no se cuenta con suficiente equipo, o cuando éste no se encuentra en óptimas condiciones físicas para llevarla a cabo.

La primer alternativa (administración) analizada en este trabajo considera como costos los ejercidos en el ciclo 1995-1996 y como beneficios el costo real que representa en el mercado la actividad realizada.

En la segunda alternativa, a través del cuadro 5 se muestra el costo que representaría dar las actividades a contrato. Estos costos también son traducidos como beneficios ya que el módulo realiza su propia conservación y no requiere de esta alternativa. Los costos que en este cuadro se muestran representan el costo de la cantidad total de la actividad por ciclo de operación. La información utilizada en este análisis también corresponde a la del ciclo de operación 1995-1996.

Cuadro 5. Costos por cantidad de obra realizada por la maquinaria del módulo IV.

Tipo de máquina	ACTIVIDAD					
	Desazolve (m <sup>3</sup> )	Desmante (ha)	E.p.a (ha)	Reniv. de caminos (m)	Reforz. de bordos (m <sup>3</sup> )	Costo total (\$)
<b>Draga-Oruga</b>						
Lirk Belt LS-68	44,034	3.72	27.43	18,450	0	278,157
1994-1995	25,463	4.95	19.06	10,785	0	109,740
1995-1996						
<b>Tractor Bulldozer</b>						
Caterpillar D-4	0	0	0	742,500	68,600	88,079
1994-1995	0	0	0	248,700	0	37,531
1995-1996						
<b>Motoconformadora</b>						
John Deere JD-670	0	0	0	0	0	130,592
1994-1995	0	0	0	0	0	43,810
1995-1996						
<b>Excav. Hidráulica</b>						
Poclair LC-80	121,135	2.91	0.17	0	0	414,236
1994-1995	37,570	0.36	0.18	0	0	128,242
1995-1996						
<b>Excav. Hidráulica</b>	FUERA DE OPERACION					
Poclair 160-CK1994-						
<b>Excav. Hidráulica</b>						
John Deere 490-E	66,044	0.68	8.97	0	0	228,247
1994-1995	28,420	0.08	9.12	0	0	111,016
1995-1996						
<b>Equipo ligero</b>						
Hercer						
1994-1995	240	18.60	1.51	0	0	9,526
1995-1996	0	10.58	2.73	0	0	6,264

E.p.a := Extracción de planta acuática.

Fuente: Módulo IV del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto.

El cuadro 6 muestra la inversión anual por renta de equipo (tercer alternativa) que tendría que realizar el módulo en caso de no disponer de alguno de ellos o que estuviesen fuera de operación por deficiencia física. Esta inversión es el beneficio del módulo por disponer de su propia maquinaria. Los costos son aquellos que cobraría una empresa particular por mes por máquina (a precios de mayo de 1996) dedicada a la renta de equipos. En esta información se presenta la cantidad monetaria a pagar por renta de equipo

bajo cuatro escenarios, el primero, en caso de que el módulo sólo realizara el 75% de su operación con equipo propio y requiriera rentar equipo 280 horas para complementarla esta actividad (25% de los 7 meses de operación), el segundo, si realizara el 50% y rentara 560 hrs (50%), el tercero, si realizara el 25% y rentara 840 hrs (75%) y el cuarto si para realizar su actividad requiriera la renta del equipo al 100%, es decir las 1,120 horas del ciclo agrícola.

En este estudio, un factor de gran importancia es el costo horario de la máquina. Este dato se obtiene a partir del costo mensual de renta cobrado por una empresa particular por sus máquinas. De esta manera se conoce el total de horas por mes y el costo por cada hora de trabajo. Este costo es multiplicado por el número de horas trabajadas durante un ciclo de operación, que para este análisis se trató del ciclo 95-96 trabajando 786 horas efectivas (7 meses de actividad) así es obtenido el costo total de renta a pagar por un ciclo de actividad. El costo horario utilizado para el desarrollo de este estudio fueron los siguientes:

Draga-Oruga Link Belt LS68	\$ 165.6 por h.e
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4	\$ 125.6 por h.e
Mctoconformadora John Deere JD-670	\$ 112.5 por h.e
Excav. Hidráulica Poclain LC-80	\$ 137.5 por h.e
Excav. Hidráulica Poclain 160-CK	\$ 293.7 por h.e
Excav. Hidráulica John Deere 490-E	\$ 146.8 por h.e
Equipo Ligero HERDER MBK135S	\$ 131.0 por h.e

**Cuadro 6. Beneficios por disponibilidad de la maquinaria y no rentar ésta a empresas particulares para realizar la conservación.**

Tipo de máquina	Beneficio económico por la disponibilidad de maquinaria en el módulo							
	No. de horas	Costo (\$)	No. de horas	Costo (\$)	No. de horas	Costo (\$)	No. de horas	Costo (\$)
Draga-Oruga Link Belt LS68	280	46,480	560	92,960	840	160,773	1,120	185,920
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4	280	35,280	560	70,560	840	105,840	1,120	141,120
Motocombinadora John Deere JD-670	280	31,640	560	63,327	840	94,920	1,120	126,560
Excav. Hidráulica. Pozlain LC-80	280	38,640	560	77,280	840	115,920	1,120	154,560
Excav. Hidráulica Pozlain 160-CK	280	41,160	560	82,320	840	123,480	1,120	164,640
Excav. Hidráulica John Deere 490-E	280	82,320	560	164,640	840	246,960	1,120	329,280
Equipo Ligero HERDER MBK135S	280	36,680	560	73,360	840	110,040	1,120	146,720

Fuente: Revista informativa "Informáquina", México D.F. 1996.

### 5.3 Definición y cálculo de los indicadores económicos

Este capítulo presenta una descripción general de los indicadores económicos, también llamados métodos de evaluación económica, empleados en este estudio. Los resultados obtenidos con estos métodos serán la base con la cual los administradores de la maquinaria deberán tomar las decisiones más acertadas sobre la conveniencia de realizar inversiones de capital por el uso y manejo de la maquinaria de conservación en la superficie de riego del módulo en estudio.

#### 5.3.1 Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR).

Todo inversionista, ya sea persona física, empresa, gobierno, o cualquier otro, tiene en mente, antes de invertir, beneficiarse por el desembolso que va a hacer, por lo cual deber tener una tasa de referencia sobre la cual basarse para hacer sus inversiones. Tasa de referencia es la base de comparación y de cálculo en las evaluaciones económicas. Si no se obtiene cuando menos esta tasa, la inversión propuesta se rechaza.

Al realizar una inversión, se espera que ésta crezca en términos reales. Como en todos los países hay inflación, aunque su valor sea pequeño, crecer en términos reales significa ganar un rendimiento superior a la inflación, ya que si se gana un rendimiento igual a ésta, el dinero no crece, sólo mantiene su poder adquisitivo. Es esta la razón por la cual no debe tomarse como referencia la tasa de rendimiento que ofrecen los bancos, pues es bien sabido que la tasa bancaria de rendimiento es siempre menor a la inflación. Si los bancos ofrecieran una tasa igual o mayor a la inflación implicaría que, o no ganan nada o que transfieren sus ganancias al ahorrador, haciéndolo rico y descapitalizando al propio banco, lo cual nunca va a suceder.

Cuando se hacen cálculos de pasar, en forma equivalente, el dinero del presente al futuro, se utiliza una tasa "i" de interés o de crecimiento del dinero; pero cuando se requiere pasar cantidades futuras al presente, como en el caso del cálculo del VPN, se usa la TMAR, también llamada tasa de descuento, o costo de capital. Esta tasa descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente y a los flujos traídos al tiempo cero se les llama flujos descontados. La influencia de la TMAR en el cálculo del VPN es determinante. Tanto los FEN de los años futuros, así como la tasa de descuento, se calculan con base en las expectativas de la inflación que, se cree, sucederá en ese año.

Es importante señalar que una TMAR mal seleccionada podría proporcionar resultados erróneos. Si se aplica una tasa muy alta, el VPN podría resultar negativo o muy negativo, lo que significa que si le pedimos más rendimiento al proyecto, y éste no tiene para dar más, simplemente hay que rechazarlo. Por el contrario, si la tasa de descuento se disminuye, el VPN resultará muy alto, lo cual es de esperarse puesto que el inversionista bajó sus exigencias de rendimiento y el proyecto, en términos de los que el inversionista desea ganar, se volvió más atractivo. Sin embargo, es conveniente utilizar la tasa de

descuento más apegada a la realidad. La TMAR establecida para este análisis del 12% es la considerada actualmente por la Comisión Nacional del Agua para la evaluación de proyectos de inversión hidroagrícola.

### 5.3.2 Valor presente neto (VPN)

La aplicación más importante de este indicador es en la valuación de propiedades, acciones, bonos; aunque también se utilizan en otro tipo de inversión, como es el caso de la evaluación económica para la decisión de inversiones en proyectos cuyo objetivo es el logro de un mejor aprovechamiento de los recursos materiales y económicos disponibles en los distritos de riego del país.

Para determinar este indicador, es necesario hacer uso de la TMAR, cuyo valor es proporcionado por el evaluador o analista, basándose en los índices de inflación prevalecientes en el momento de realizar este tipo de estudios. Esta tasa es determinante en la generación de resultados de los indicadores económicos, principalmente en el cálculo del VPN, por tal motivo es necesario hacer referencia a ella de manera puntualizada.

#### *Generalidades y desarrollo*

El VPN es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Se da el nombre de VPN simplemente porque a la suma de los flujos descontados se le resta la inversión inicial (lo que es igual a restarle a todas las ganancias futuras), llevando a su valor equivalente en un sólo instante en el tiempo, que es el presente. Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero.

Es claro que quien invierte espera que las ganancias superen, o al menos igualen, a la inversión inicial, por lo que el resultado que se genera en el VPN (positivo) significa una ganancia extra, después de haber recuperado la inversión inicial a una tasa igual a la TMAR. Por tanto, si el VPN es positivo, significa que hay una ganancia más allá de haber recuperado el dinero invertido después de ganar la TMAR y debe aceptarse la inversión. Si el VPN es negativo, significa que las ganancias no son suficientes para recuperar el dinero invertido. Si este es el resultado, deberá rechazarse la inversión. Si el resultado del VPN es igual a cero, significará que sólo se ha recuperado la TMAR y, por tanto, se acepta la inversión.

Con un  $VPN=0$  no se aumenta el patrimonio de la empresa durante el horizonte de planeación estudiado, si el costo de capital o TMAR es igual al promedio de la inflación en ese periodo. Aunque el  $VPN=0$ , habría un aumento en el patrimonio de la empresa si

el TMAR aplicado fuese muy superior a la tasa inflacionaria promedio de ese periodo. La influencia de la TMAR en el cálculo del VPN es determinante. Tanto los flujos netos de efectivo (FNE) o ganancias de los años futuros, así como la TMAR, se calculan con base en las expectativas de inflación, que, se cree, sucederán en esos años.

El VPN se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VPN = -P + \frac{FEN^1}{(1+i)^1} + \frac{FEN^2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEN^n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- P = Inversión inicial
- FEN = Flujo de efectivo neto del año estudiado.
- i = Tasa de descuento o TMAR

Como conclusiones acerca del uso del VPN como método de evaluación económica, se pueden mencionar las siguientes:

- Sus resultados se interpretan fácilmente en términos monetarios.
- Supone una reinversión total de todas las ganancias anuales, lo cual no sucede en la mayoría de las empresas.
- Su valor depende exclusivamente de la tasa de descuento "i" utilizada. Como esta tasa es la TMAR, la determina el evaluador.
- Los criterios de evaluación son: Si VPN es mayor o igual a cero, se acepta la inversión; si el VPN es menor a cero, se rechaza.

Para comprender mejor el cálculo de este indicador económico, en el apéndice de este documento se presenta el ejemplo A.3.

### 5.3.3 Tasa interna de rendimiento (TIR)

Aunque en este estudio se observó que en la evaluación realizada a la maquinaria de conservación del módulo no es necesario calcular el valor de la TIR, debido a que el flujo de efectivo neto resultante en cada máquina presenta datos negativos, sin embargo, debido a la importancia de la TIR, es necesario proporcionar un panorama general acerca de su cálculo e interpretación en un análisis económico.

Este indicador comúnmente va relacionado con el VPN, ya que para obtener la TIR, es necesario encontrar una tasa de descuento que iguale los costos (inversión inicial, de operación y/o de mantenimiento) de un proyecto con los beneficios de éste. Esta tasa

representa el rendimiento (económico) esperado (en términos porcentuales) de la inversión realizada.

### *Generalidades y desarrollo*

La tasa interna de rendimiento se puede definir como la tasa de descuento que reduce a cero el VPN de la suma de una serie de ingresos y egresos.; o bien, matemáticamente, es la tasa de interés que causa en el flujo de fondos de un proyecto, que los ingresos en valores equivalentes en tiempo sean iguales a los egresos también en términos equivalentes en el tiempo<sup>25</sup>. Por lo tanto, para una propuesta de inversión, la TIR es la tasa de interés que satisface la siguiente ecuación:

$$VPN = 0 = -P + \frac{FEN^1}{(1+i)^1} + \frac{FEN^2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEN^n}{(1+i)^n}$$

Donde:

-P = Inversión inicial

FEN = Flujo de efectivo neto del año estudiado.

i = TIR (es la incógnita)

o bien:

$$P = \frac{FEN^1}{(1+i)^1} + \frac{FEN^2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEN^n}{(1+i)^n}$$

En la actualidad, la mayoría de los programas computacionales de hojas de cálculo (lotus, excel, Quatro Pro, etc.) incluyen secuencias de comandos que facilitan completamente el cálculo de la TIR (y también del VPN). Sin embargo, para fines didácticos, en el apéndice de este documento se presenta el ejemplo A.4 Este ejemplo se calcula utilizando la secuencia manual, lo cual implica la búsqueda de la solución por el método de tanteos.

Con el criterio de aceptación que emplea el método de la TIR; si esta tasa es igual o mayor que la TMAR, acéptese la inversión; es decir, si el rendimiento es mayor que la tasa mínima fijada como aceptable, la inversión es económicamente rentable. Si la TIR es menor a la TMAR la inversión se rechaza. Dado que en el ejemplo de cálculo del VPN la tasa de descuento (TMAR) obtenida es del 12 %, se considera que el proyecto ofrece una rentabilidad satisfactoria.

Un punto crítico, que con frecuencia causa confusión, es por que debe aceptarse una inversión cuando su VPN=0, si indica que, a priori, no existe ninguna ganancia o crecimiento real en la riqueza del accionista. Respondiendo a lo anterior, cuando el VPN =0, la TIR iguala a la TMAR, lo que significa que la inversión se recupera sin

ganancia adicional, exactamente a una tasa que el inversionista fija previamente como la mínima aceptable. Esto quiere decir que, si al menos ganara esa tasa (TMAR), se aceptará invertir, y eso es exactamente lo que se gana cuando el VPN se hace cero, por tanto, los criterios de aceptación de una inversión cuando el  $VPN=0$  y  $TIR=TMAR$  son correctos.

En la actualidad, el método del VPN y la TIR siguen siendo la base sobre la cual se deciden las inversiones. Se han hecho intentos por desarrollar otros métodos, pero todos se derivan de éstos dos.

#### 5.3.4 Costo anual uniforme equivalente (CAUE)

Este indicador puede utilizarse bajo dos escenarios, el primero, para el caso de la evaluación económica de proyectos de inversión cuyo desarrollo se basa en el conocimiento de la cantidad anual que se pagaría, de manera uniforme, de acuerdo a los costos y beneficios generados del proyecto. El segundo, en donde el CAUE se calcula, basándose en los costos que representa el mantenimiento y reparación de la maquinaria, para identificar el reemplazo de equipo.

##### *Generalidades y desarrollo*

El CAUE significa que todos los ingresos y desembolsos (irregulares o uniformes) deben convertirse en una cantidad anual uniforme (es decir, una cantidad uniforme al final del periodo de planeación) que será considerada la misma para cada año.

Su principal ventaja es que no requiere que la comparación se lleve a cabo sobre el mínimo común múltiplo de años, cuando la alternativa tiene diferentes vidas útiles. Es decir, el CAUE de una alternativa debe calcularse para un ciclo de vida solamente. Por qué?. Por que como su nombre lo indica, es un costo anual equivalente para toda la vida del proyecto. Si el proyecto continuara durante más de un ciclo, el costo anual para el próximo año y subsiguientes, será exactamente igual que para el primero <sup>1</sup>.

El CAUE es utilizado cuando se presentan situaciones en las cuales es necesario tomar una decisión de tipo económico sin que se involucren ingresos, es decir, en tales situaciones sólo existen costos y es únicamente con esta base sobre la que hay que tomar la decisión. Las siguientes son las situaciones más comunes para la aplicación del CAUE:

- a). Elegir entre varias máquinas alternativas que forman parte de un proceso productivo intermedio, es decir no elaboran un producto final y por tanto no producen ingresos por sí mismas.

- b). Decidir entre dos o más alternativas, en donde, por supuesto, los únicos datos existentes son los costos.

En el reemplazo de maquinaria, existen dos situaciones claramente definidas, que a su vez, obligan a definir un método específico de evaluación económica. La primera situación surge cuando la maquinaria a sustituir sólo es parte de un proceso productivo y no produce ingreso por sí misma. Es decir, contribuye a la elaboración de un producto y es muy difícil cuantificar con precisión con cuanto contribuye el trabajo de esa máquina, al costo real del producto. En este caso, como la máquina bajo estudio no produce un ingreso directo porque junto con otras máquinas realizan una actividad, la evaluación económica más recomendable es una comparación de costos por el método del CAUE, también llamado por unos autores Costo anual equivalente (CAE). En la aplicación de este método se acostumbra representar los ingresos con signo positivo y los costos con signo negativo. Sin embargo, en este tipo de problemas, donde lo predominante son los costos, es más conveniente asignarles un signo positivo, pues de lo contrario, los resultados podrían causar confusión.

### 5.3.5 Análisis de la relación beneficio/costo (B/C)

En ocasiones esta relación es considerada como método suplementario, ya que se utiliza en conjunto con el análisis de valor presente, valor futuro o costo anual. Esto es, no obstante, una técnica analítica que debe ser entendida porque muchos proyectos gubernamentales son analizados mediante su uso.

#### *Generalidades y desarrollo*

El método para seleccionar alternativas más comúnmente utilizado por las agencias federales para analizar la conveniencia de proyectos de obras públicas es la relación B/C. Como su nombre lo sugiere, este método se basa en la relación de los beneficios a los costos asociados con un proyecto particular. Un proyecto se considera atractivo cuando los beneficios derivado de su implementación exceden a los costos asociados.

Es otro método de evaluación que toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. Se utiliza para evaluar inversiones de gobierno o de interés social. Tanto los beneficios como los costos no se califican como se hace en un proyecto de inversión privada, sino que se toman en cuenta criterios sociales.

Para su determinación, es necesario identificar el valor presente de los costos y el valor presente de los beneficios, la suma total de éstos proporciona el valor presente total de los periodos considerados en el análisis, y la relación entre estos totales, es decir, el total del valor presente de beneficios entre el total del valor presente de costos dará como resultado lo que comúnmente es llamado "Relación beneficio/costo".

La interpretación de la relación beneficio-costo es la siguiente: supongamos que 2.3 es el resultado, entonces significa que por cada unidad invertida se está obteniendo un beneficio de 1.3 unidades sobre la inversión total. Es decir, para que un proyecto de inversión sea aceptado, la relación esperada debe ser mayor a la unidad. Si, por ejemplo, el resultado obtenido fuera de 0.34, el proyecto deberá ser rechazado, ya que por cada peso invertido, se estarían perdiendo 66 centavos. Es decir, un proyecto de inversión será rechazado si la relación beneficio-costo es menor que la unidad.

Sin embargo, en proyectos como el abordado en este estudio, en donde difícilmente se cuantifican beneficios económicos y sólo se suponen, se dan resultados menores a la unidad. Dado que el módulo, de cualquier manera realizará una inversión anual en la reparación y mantenimiento, para él resulta una ganancia, ya que este resultado representa el porcentaje con que estaría autofinanciando esta actividad.

#### 5.4 Análisis económico de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle"

Anteriormente se ha mencionado la importancia que representa la disponibilidad y veracidad de los datos referentes a costos y beneficios obtenidos como resultado de la operación del equipo en la conservación de la infraestructura hidroagrícola. También se ha mencionado la importancia de cada uno de los indicadores económicos que en este análisis se desarrollan, así como la interpretación de sus resultados. Debido a que los usuarios no cuantifican en términos económicos los beneficios obtenidos con esta actividad, sólo cuantifican en términos cuantitativos de programación y avances de obra, no se dispone del total de este tipo de información. Por lo anterior, se proponen como beneficio los siguientes aspectos:

- a) La utilidad obtenida por el concepto de renta del equipo (después de cubrir satisfactoriamente su conservación) a usuarios particulares del módulo.
- b) El ahorro que se obtendría al cuantificar en términos económicos el costo real de las actividades realizadas con la maquinaria del módulo, es decir mediante la alternativa llamada "por administración".

##### *Análisis económico considerando la renta de la maquinaria del módulo.*

En este primer beneficio, debido a que no es posible conocer el total de usuarios que realmente rentarían el equipo, se propone realizar este análisis bajo cuatro escenarios. De esta manera, con base en la información proporcionada por personal técnico del módulo, que indica que a partir del ciclo agrídola 95-96 en adelante, sólo se requerirán de siete meses de actividad para cubrir sus necesidades de operación, el equipo quedaría disponible (libre) cinco meses. Sin embargo, considerando que de estos cinco meses dos no trabajarán debido al periodo de lluvias, sólo se podría considerar tres meses, los cuales

representan, si se trabajan ocho horas diarias, 480 horas efectivas. Entonces, los escenarios son los siguientes: el primero incluirá el 25% del tiempo antes indicado, es decir 120 horas, el segundo escenario considera el 50% que corresponde a 240 horas, el tercero, 360 horas o el 74% y el cuarto escenario un total de 480 horas efectivas de trabajo que corresponde al 100%.

Aplicando este beneficio se evalúan 10 meses, siete de actividad normal y tres meses propuestos para renta. Para efectos del análisis estos ingresos se incrementan en un 10% de manera uniforme e incremental, además, para el cálculo del VPN se considera una tasa de descuento del 12% (tasa de descuento aplicada por la Comisión Nacional del Agua para la ejecución de proyectos de infraestructura hidroagrícola).

El segundo beneficio considera el costo que realmente representa el trabajo realizado con la maquinaria del módulo (desazolve, desmonte y deshierbe); es decir, representa el beneficio que a la fecha no se ha cuantificado. Los resultados generados en este análisis muestran la importancia que representa la conservación y buena operación y mantenimiento de sus máquinas, para alcanzar, por lo menos, su vida útil. Normalmente una actividad es dada a contrato cuando no se cuenta con suficiente equipo, o cuando éste no se encuentra en óptimas condiciones físicas para llevarlo a cabo. En este beneficio se evalúa el tiempo que ha sido operada la maquinaria por el módulo, mediante sus costos y beneficios. A partir de este beneficio se realiza el análisis económico comparando las diferentes alternativas de conservación (administración, contrato y renta) e identificar mediante sus resultados la mejor alternativa para el módulo.

***El procedimiento del análisis, considerando la propuesta de rentar la maquinaria, es el siguiente:***

Para explicar el procedimiento con mayor claridad será necesario referirse al cuadro 7, en el que se evalúa la excavadora hidráulica John Deere 490-E. En este cuadro se analiza la información correspondiente a cada una de sus columnas.

**Columna 1.** Proporciona el tipo y nombre de máquina evaluada.

**Columna 2.** Indica el periodo de evaluación. Este periodo inicia a partir del año en que les es transferida la máquina (1993), hasta el último año de operación, es decir 3 años, ya que no se incluye el año cero (1993). A estos años se suma el periodo de vida residual que para el caso de la excavadora hidráulica John Deere 490-E es de 17 años, generando un periodo de evaluación de 20 años.

**Columna 3.** Indica los costos de operación y mantenimiento de la máquina evaluada. Normalmente en cualquier evaluación económica de este tipo de proyectos el año cero se destina al costo de adquisición del equipo o inversión inicial, pero, dado que esta máquina les fue regalada, el módulo no realizó ningún

desembolso, por tal motivo aparece cero. Del año 1 al 3 representan los costos (reales) de operación y mantenimiento. El año 4 presenta la cantidad estimada mediante la división del costo mayor (ciclo 1994-1995) entre el número de meses de operación normal (11) y se obtiene el costo mensual de operación y mantenimiento, posteriormente este resultado es multiplicado por 10, que serían los meses de actividad (7 meses de operación normal más 3 correspondientes a la propuesta de renta), y el resultado es multiplicado por un 10% (incremento anual). Para los cuatro escenarios los costos serán los mismos.

Si se utilizaran los datos correspondientes al ciclo 1995-1996 se caería en el error de realizar la evaluaciones bajo un esquema muy optimista, por lo cual, los resultados obtenidos estarían muy distantes de la realidad.

- Columna 4.** Incluye los beneficios propuestos por renta de la máquina al 25%, 50%, 75% y 100% (120, 240, 360 y 480 horas, respectivamente). Esta columna considera que los beneficios se obtendrían a partir del año próximo (1977) y muestra las cantidades correspondientes a cada año. Estas cantidades, al igual que las correspondientes a los costos, se aumentan en un 10% de manera incremental.
- Columna 5.** Muestra los resultados correspondientes al flujo de efectivo neto (FEN) para cada uno de los años involucrados en el periodo de evaluación. La cantidad expresada en cada fila (año) se obtiene de restar los beneficios generados de la renta de la máquina a los costos de operación y mantenimiento. Debido a que los costos son mayores que los beneficios, los resultados son negativos.
- Columna 6.** Muestra los resultados correspondientes al VPN para cada uno de los años involucrados en el periodo de evaluación. El VPN expresado en cada fila (año) se obtiene llevando a valor presente cada una de las cantidades generadas en el FEN. Aplicando la siguiente ecuación se obtiene algunos de estos valores.

$$VPN_{anual} = \frac{FEN}{(1+i)^n}$$

Donde:

- $VPN_{anual}$  = Valor presente neto del año evaluado.  
 $FEN$  = Flujo de efectivo neto del año evaluado.  
 $i$  = Tasa de descuento (TMAR).  
 $n$  = Año evaluado.

Aplicando la ecuación:

$$VPN_{anual} = \frac{-73,757}{(1.12)^1} = -65,854$$

$$VPN_{anual} = \frac{-104,290}{(1.12)^2} = -83,139$$

$$VPN_{anual} = \frac{-31,776}{(1.12)^3} = -22,618$$

$$VPN_{anual} = \frac{-76,066}{(1.12)^4} = -48,341$$

·  
·  
·

Así se continua hasta el año 20

Al final de esta columna se hace la suma total de los VPN anuales y se obtiene el VPN total del análisis (\$ - 885,870) de esta máquina. El VPN representa, en este caso, la cantidad monetaria que se continuaría pagando por concepto del mantenimiento y operación al término de los 20 años. Su diferencia monetaria, con respecto al Valor presente de costos, representa el beneficio neto obtenido.

Al final de esta columna se presenta el costo anual uniforme equivalente (CAUE) que representa la cantidad anual que de manera uniforme estarían pagando los usuarios por concepto de la operación y mantenimiento de la máquina con relación a los costos expresados en la columna 3. Se calcula de la siguiente manera:

En cualquier libro de ingeniería económica se presenta una serie de tablas que permiten calcular el factor de anualidad, necesario para el cálculo del CAUE. Este costo está representado por la siguiente ecuación:

$$CAUE = (A/P, i, n) (VPN)$$

Donde:

(A/P, i, n) = Factor para calcular el pago uniforme dado un presente.

i = Tasa de descuento.

n = Periodo de planeación.

De esta manera, para el escenario correspondiente a **120 horas** de renta:

$$CAUE = (A/P, 12\%, 20)$$

$$CAUE = (0.133879)(-885,870) = \$ 118,599$$

Para 240 horas de renta:

$$\text{CAUE} = (0.133879)(-620,847) = \$ 83,118$$

Para 360 horas de renta:

$$\text{CAUE} = (0.133879)(-355,824) = \$ 47,637$$

Para 480 horas de renta:

$$\text{CAUE} = (0.133879)(-90,801) = \$ 12,156$$

Cuando no se dispone de las tablas para el cálculo del factor de anualidad, éste puede ser calculado mediante la siguiente ecuación:

$$A = P \left[ \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Por tanto:

$$\frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{.12 (1.12)^{20}}{(1.12)^{20} - 1} = \frac{1.157555}{8.646293} = 0.133879$$

Si se observa, el resultado generado con esta ecuación, es similar al resultado obtenido mediante la aplicación de las tablas antes mencionadas.

**Columna 7.** Muestra los resultados correspondientes al valor presente de costos (VPC) para cada uno de los años involucrados en el periodo de evaluación. El VPC expresado en cada fila (año) se obtiene llevando a valor presente cada una de los costos de operación y mantenimiento de la máquina. Para conocer este valor se aplica la ecuación utilizada en el cálculo del VPN. Al final de esta columna se realiza la suma total del VPC cuyo resultado será utilizado para posteriormente calcular la relación beneficio/costo.

**Columna 8.** Muestra los resultados correspondientes al valor presente de beneficios (VPB) para cada uno de los años involucrados en el periodo de evaluación. El VPB expresado en cada fila (año) se obtiene llevando a valor presente cada una de las cantidades correspondiente a los beneficios. Para conocer este valor se aplica la ecuación utilizada en el cálculo del VPN. Al final de esta columna se realiza la suma total del VPB correspondiente a cada año y este resultado será utilizado en el cálculo de la relación Beneficio/Costo.

Al final del cuadro (última fila) se muestra los resultados correspondientes a la relación beneficio/costo (B/C) para cada uno de los escenarios económicos. La relación B/C es la diferencia que resulta de dividir el VPB entre el VPC. Esta relación representa la ganancia económica obtenida y expresada en términos porcentuales.

Anteriormente se ha mencionado que para aceptar un proyecto de inversión es necesario que esta relación sea mayor a la unidad, ya que esa ganancia sería la ganancia adicional por cada unidad monetaria invertida. En este estudio, los resultados generados resultan menores a la unidad, sin embargo representan una ganancia, es decir, representan el porcentaje recuperado de la inversión, que obligadamente, y año con año, el módulo tiene que realizar al dar mantenimiento y la reparación a sus máquinas, como consecuencia de su utilización en las actividades de conservación de su infraestructura de riego.

El beneficio obtenido en esta relación, bien podría ser utilizado para autofinanciar la misma reparación y mantenimiento de las máquinas, o bien podría ser depositado en un fondo de ahorro que permita disponer de capital en el momento en que se desee reemplazar alguna de las máquinas que, como se observará mas adelante en el análisis de reemplazo, para la mayoría de éstas es necesario su reemplazo de inmediato por maquinaria nueva que garantice mejores rendimientos de producción y económicos.

En el cuadro 7 se muestra el detalle de la información obtenida como resultado del análisis antes descrito, aplicado a la propuesta de renta de 120 horas.

En los cuadros A.5, A.6 y A.7 del apéndice de este documento, se observa el detalle del análisis mediante la renta de la máquina a 240, 360 y 480 horas.

Cuadro 7. Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E (renta 120 hr).

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/120 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
Excavadora Hidráulica John Deere 490-E	0	0	0	0	0	0	0
	1	73,757	0	-73,757	-65,854	-65,854	0
	2	104,290	0	-104,290	-83,139	-83,139	0
	3	31,776	0	-31,776	-22,618	-22,618	0
	4	104,290	28,224	-76,066	-48,341	-66,278	17,937
	5	114,719	31,046	-83,673	-47,478	-65,095	17,617
	6	126,191	34,151	-92,040	-46,630	-63,932	17,302
	7	138,810	37,566	-101,244	-45,795	-62,791	16,993
	8	152,691	41,323	-111,368	-44,980	-61,669	16,690
	9	167,690	45,455	-122,505	-44,177	-60,568	16,392
	10	184,756	50,001	-134,756	-43,388	-59,487	16,099
	11	203,232	55,001	-148,231	-42,613	-58,424	15,811
	12	223,555	60,501	-163,054	-41,852	-57,381	15,529
	13	245,910	66,551	-179,360	-41,105	-56,356	15,252
	14	270,501	73,206	-197,296	-40,371	-55,350	14,979
	15	297,552	80,526	-217,025	-39,650	-54,362	14,712
	16	327,307	88,579	-238,728	-38,942	-53,391	14,449
	17	360,037	97,437	-262,600	-38,246	-52,437	14,191
	18	396,041	107,181	-288,861	-37,563	-51,501	13,938
	19	435,645	117,899	-317,747	-36,893	-50,581	13,689
20	479,210	129,689	-349,521	-36,234	-49,678	14,444	
V.P.N:					-885,870	-1'150,893	265,023
C.A.U.E:					118,599		
Rel. B/C:					0.23		

Los beneficios corresponden al supuesto de que la máquina se rente, del total de tiempo libre (480 horas), el 25%, es decir 120 horas efectivas. El ingreso incluye un 20% menos del costo real que cobraría una empresa particular al rentar el equipo. Los costos del primer año corresponden al ciclo agrícola 1994-1995 al cual se agrega un 10% de costos adicionales por concepto de posibles reparaciones.

Analizando los resultados del análisis, se observa lo siguiente:

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el cálculo de la relación B/C en la excavadora hidráulica John Deere 490-E, se presenta lo siguiente:

Tiempo de renta	Relación B/C (%)
120	0.23
240	0.46
360	0.69
480	0.92

A pesar de que este análisis no se realizó bajo un esquema optimista, puesto que la proyección de los costos futuros se calculó en base a los correspondientes al ciclo 1994-1995, que son los más altos de los ciclos de operación realizados por el módulo a la fecha, y que para los tres meses en que la maquinaria estará rentada se considera el mismo costo que si se encontrara en operación; los beneficios son de gran consideración.

Además, debido a que esta máquina le fue regalada al módulo como premio a la eficiencia mostrada en la operación y conservación de su infraestructura de riego, no se consideró ningún tipo de inversión inicial. A medida que aumenta la cantidad de horas renta, el CAUE disminuye u la relación B/C aumenta.

Esta máquina está en muy buenas condiciones de operación y si se lograra rentar por lo menos el 50% del tiempo total propuesto para renta, se recuperaría una considerable cantidad monetaria, y si se rentara la 480 horas se estaría autofinanciando casi en su totalidad su mantenimiento y reparación. Además, si se guardará en un fondo de ahorro, en un mediano plazo se lograría contar con el dinero necesario para la adquisición de nuevo equipo. Esto considerando sólo el beneficio obtenido de esta máquina, pero, qué pasaría si por lo menos se rentara en un 25% ó un 50% de las 480 horas libres de operación 4 o 5 máquinas?, si ésto sucediera posiblemente las autoridades tanto de la CNA como los directivos de módulo serían más flexibles en autorizar tal propuesta.

El cuadro 14 del capítulo VI (Resultados) presenta el resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de la maquinaria de conservación del módulo objeto de estudio.

*Análisis económico considerando las diferentes alternativas de conservación.*

El desarrollo de los siguientes análisis, es similar al procedimiento del analisis anterior.

*Por administración*

El análisis económico bajo esta alternativa considera los costos del ciclo 1995-1996, y como beneficios, al costo que representa el total de las actividades realizadas durante la operación de la máquina en ese ciclo. Este análisis pretende dar a conocer el beneficio obtenido mediante el uso de la maquinaria en la conservación del módulo IV "Valle"

Cuadro 8. Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E considerando la ejecución de la conservación mediante administración.

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Beneficio (\$)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
Excavadora Hidráulica John Deere 490-E	0	0	0	0	0	0	0
	1	31,776	111,016	79,240	70,750	-28,371	99,121
	2	34,954	122,118	87,164	69,487	-27,865	97,351
	3	38,449	134,329	95,880	68,246	-27,367	95,613
	4	42,294	147,762	105,468	67,027	-26,879	93,906
	5	46,523	162,539	116,015	65,830	-26,399	92,229
	6	51,176	178,792	127,617	64,655	-25,927	90,582
	7	56,293	196,672	140,378	63,500	-25,464	88,964
	8	61,922	216,339	154,416	62,366	-25,009	87,376
	9	68,115	237,973	169,858	61,252	-24,563	85,815
	10	74,926	261,770	186,844	60,159	-24,124	84,283
	11	82,419	287,947	205,528	59,084	-23,693	82,778
	12	90,661	316,742	226,081	58,029	-23,270	81,300
	13	99,727	348,416	248,689	56,993	-22,855	79,848
	14	109,699	383,257	273,558	55,975	-22,447	78,422
	15	120,669	421,583	300,914	54,976	-22,046	77,022
	16	132,736	463,741	331,005	53,994	-21,652	75,646
17	146,010	510,116	364,106	53,030	-21,266	74,295	
V.P.N:					1'045,354	-419,197	1'464,551
C.A.U.E:					-139,951		
Rel. B/C:					3.49		

Como se observa en el cuadro anterior el VPN equivale a \$ 1'045,354, esta cantidad representa el beneficio económico que se estaría obteniendo durante cada año y al final del horizonte de planeación proyectado (vida residual) en este análisis. Esta cantidad equivale a 2.49 % por cada unidad monetaria invertida en la operación y mantenimiento de la maquinaria utilizada en la conservación. El costo anual equivalente realmente se traduce en un beneficio anual uniforme. Si el CAUE representa la cantidad uniforme equivalente que se gasta año con año durante todo el horizonte de planeación; al llegar a cero estos costos y tomar la tendencia de ser negativos, en este momento, estos costos se transforman en un beneficio, también uniformizado.

### *Por contrato*

El análisis económico bajo esta alternativa muestra la conveniencia de realizar o no la conservación del módulo IV "Valle" mediante contrato. En este análisis, se hace el supuesto de que el módulo no realizará sus actividades durante los próximos 17 años correspondientes a la vida residual de la máquina evaluada (excavadora hidráulica 490-E), y que éstas se realizarán mediante contrato. De esta manera, el costo por realizar la conservación durante el primer año será de \$ 111,016, cantidad que se irá incrementando de manera uniforme en un 10% en los años futuros, ésta será la información de costos; los beneficios corresponden al presupuesto que no se ejercerá al no realizar la actividad de conservación mediante administración por parte del módulo, éste está representado por los costos de operación y mantenimiento durante el ciclo proyectado (17 años).

Cuando una actividad de conservación se da a contrato, o se renta maquinaria para ello, se debe principalmente a dos cosas: o no se dispone de maquinaria o ésta, a causa de un grave daño físico, requiere una gran inversión para ponerse en operación.

Los datos utilizados en este análisis, en lo que se refiere a costos, éstos se adquirieron mediante la consulta del catálogo de precios unitarios por actividad, emitida por la CNA, y los beneficios, por parte del personal técnico del módulo. En el cuadro 6 del tema "determinación de beneficios" se muestra la cantidad de obra realizada por el módulo durante los ciclos (94-95 y 95-96), así como el costo que ésta representa.

El cuadro 9 presenta el detalle de este análisis, aplicado a la excavadora hidráulica 490-E del módulo objeto de estudio.

**Cuadro 9. Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E considerando la ejecución de la conservación mediante contrato.**

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Beneficio (\$)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
Excavadora Hidráulica John Deere 490-E	0	0	0	0	0	0	0
	1	111,016	31,776	-79,240	-70,750	-99,121	28,371
	2	122,118	34,954	-87,164	-69,487	-97,351	27,865
	3	134,329	38,449	-95,880	-68,246	-95,613	27,367
	4	147,762	42,294	-105,468	-67,027	-93,906	26,879
	5	162,539	46,523	-116,015	-65,830	-92,229	26,399
	6	178,792	51,176	-127,617	-64,655	-90,582	25,927
	7	196,672	56,293	-140,378	-63,500	-88,964	25,464
	8	216,339	61,922	-154,416	-62,366	-87,376	25,009
	9	237,973	68,115	-169,858	-61,252	-85,815	24,563
	10	261,770	74,926	-186,844	-60,159	-84,283	24,124
	11	287,947	82,419	-205,528	-59,084	-82,778	23,693
	12	316,742	90,661	-226,081	-58,029	-81,300	23,270
	13	348,416	99,727	-248,689	-56,993	-79,848	22,855
	14	383,257	109,699	-273,558	-55,975	-78,422	22,447
	15	421,583	120,669	-300,914	-54,976	-77,022	22,046
	16	463,741	132,736	-331,005	-53,994	-75,646	21,652
17	510,116	146,010	-364,106	-53,030	-742,295	21,266	
V.P.N:					-1'045,354	-1'464,551	419,197
C.A.U.E:					139,951		
Rel. B/C:					0.29		

Como se observa en este cuadro, la relación beneficio/costo es de un 29 %, y el VPN de \$ - 1'045,354 que corresponde al 71% del total que se pagaría al dar las actividades a contrato (\$ - 1'464,551). Esto significa que el módulo, al considerar como beneficio el presupuesto que no ejercerá si él realizara su conservación, apenas estaría recuperando un 29 % del total que le cobraría la empresa por la realización de sus actividades.

En otras palabras, estos resultados significan que aparte del costo de operación que normalmente ejerce el módulo en su maquinaria durante el ciclo o ciclos de conservación, estaría realizando un desembolso, si la diera a contrato, del 71% del costo total que le cobraría una empresa por tal actividad.

Estos resultados indican que para el módulo es más benéfico continuar su conservación haciendo uso de su maquinaria, aún cuando requiera continuar con la ejecución de buena parte del presupuesto para su mantenimiento y reparación.

Este resultado es consecuencia de la buena operación y administración que el módulo realiza de su maquinaria, además de que la estimación de los precios unitarios es muy alta, debido a que se realiza con base en una serie de conceptos de gasto que aseguran a la compañía prestadora del servicio disponer de un fondo de amortización para reparar o reemplazar su maquinaria a mediano plazo. Entre estos conceptos se puede mencionar: el uso de la máquina, su depreciación, traslado de la máquina al centro de trabajo, traslado del operador, salario de éste, costos por reparaciones, mantenimiento y sustitución futura de partes mecánicas y eléctricas, entre otros conceptos. Los costos ejercidos por el módulo, son los costos netos generados de la reparación, mantenimiento y el pago de servicios necesarios para la administración del módulo (teléfono, energía eléctrica, combustibles, agua, entre otros).

#### *Renta de maquinaria para la conservación del módulo IV "Valle"*

Por otro lado, al realizar el análisis económico, considerando el supuesto de que el módulo rentara maquinaria para su conservación, los resultados se muestran por arriba de los obtenidos al realizar esta actividad mediante administración o mediante contrato.

En este análisis, los costos equivalen a la cantidad monetaria que se estaría pagando por la renta de la máquina durante todo un ciclo, que para el caso del módulo IV "Valle" equivale a 786 horas efectivas de trabajo (cuadro A.8 del apéndice). Multiplicando este número de horas por el costo horario de la excavadora hidráulica 490-E, que es de \$ 146.8 se genera un resultado de \$ 115,389. A este último resultado se agrega el costo de la operación y el mantenimiento a que el módulo está obligado a realizar del equipo rentado (\$ 31,776), se genera un total general de \$ 147,318. Este es el costo registrado en la columna 3, específicamente en la fila 1, del cuadro anterior. Este costo se incrementa de manera uniforme en un 10% para los años futuros considerados en el horizonte de planeación.

Los beneficios están representados por el costo que se ejercería si las actividades se realizaran mediante contrato. Este costo fue obtenido de acuerdo a la cantidad y tipo de actividad realizada, así como de los precios unitarios vigentes en el mercado. El desarrollo y resultado de este análisis se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10. Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E considerando la ejecución de la conservación mediante la renta de maquinaria.

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Beneficio (\$)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
Excavadora Hidráulica John Deere 490-E	0	0	0	0	0	0	0
	1	147,318	111,016	-36,302	-32,412	-131,534	99,121
	2	162,050	122,118	-39,932	-31,834	-129,185	97,351
	3	178,255	134,329	-43,925	-31,265	-126,878	95,613
	4	196,080	147,762	-48,318	-30,707	-124,613	93,906
	5	215,688	162,539	-53,150	-30,159	-122,387	92,229
	6	237,257	178,792	-58,465	-29,620	-120,202	90,582
	7	260,983	196,672	-64,311	-29,091	-118,055	88,964
	8	287,081	216,339	-70,742	-28,572	-115,947	87,376
	9	315,789	237,973	-77,817	-28,061	-113,877	85,815
	10	347,368	261,770	-85,598	-27,560	-111,843	84,283
	11	382,105	287,947	-94,158	-27,068	-109,846	82,778
	12	420,315	316,742	-103,574	-26,585	-107,885	81,300
	13	462,347	348,416	-113,931	-26,110	-105,958	79,848
	14	508,582	383,257	-125,324	-25,644	-104,066	78,422
	15	559,440	421,583	-137,857	-25,186	-102,208	77,022
	16	615,384	463,741	-151,642	-24,736	-100,382	75,646
17	676,922	510,116	-166,807	-24,294	-98,590	74,295	
V.P.N:					-478,905	-1'943,456	1'464,551
C.A.U.E:					64,115		
Rel. B/C:					0.75		

Como se observa en este cuadro, la relación beneficio/costo es de un 75 %, y el VPN de \$ - 478,905 que corresponde al 25 % del total que se pagaría al dar las actividades mediante esta alternativa (\$ - 1'943,456). Esto significa que si el módulo realiza su conservación mediante la renta de maquinaria estaría pagando un 25 % adicional a la cantidad monetaria pagada mediante contrato. Estos resultados indican que para el módulo continua siendo más conveniente continuar su conservación haciendo uso de su maquinaria.

## 5.5 Análisis de reemplazo de maquinaria.

En general, la mecanización de la agricultura es una acción adoptada en todos los DR de México, la compra de máquinas nuevas es el resultado de la necesidad de reemplazar las máquinas viejas e inadecuadas. La decisión de reemplazo es una de las más importantes que un administrador de maquinaria debe tomar.

La estimación de los costos anuales son convenientes para determinar los costos de la producción de cultivos y para decidir si la propiedad de una máquina es lucrativa; pero la decisión del tiempo de reemplazo depende de los costos acumulados a lo largo de un periodo de varios años.

En este capítulo se da a conocer el desarrollo del método de reemplazo denominado "Costo anual equivalente" (CAE) y se basa en la comparación de los costos anuales uniformes del equipo nuevo con relación a los costos anuales del equipo actual. Estos costos son los estimados para el ciclo de vida útil de la primera máquina y la vida residual de la segunda.

### 5.5.1 Generalidades

La maquinaria y equipo de conservación representa uno de los insumos de mayor costo en la operación de un distrito de riego, ya que es necesario proporcionarle un mantenimiento y reparación de manera periódica y procurar su reemplazo en el momento oportuno.

La formulación de un plan de reemplazo de maquinaria juega un papel muy importante en la determinación de la tecnología básica y el progreso económico de una entidad productiva. Un reemplazo apresurado o indebido origina una disminución en la disponibilidad de dinero para emprender proyectos de inversión, posiblemente más redituables. Por otra parte, un reemplazo retardado origina excesivos costos de operación y mantenimiento de la maquinaria. Por lo anterior, es muy importante la determinación de una política eficiente de reemplazo para cada uno de los equipos que proporcionan los servicios de conservación de la infraestructura hidroagrícola de las superficies de riego.

Los términos en un análisis de reemplazo son:

**Reemplazo:** Significa que el insumo (máquina) utilizado en la actualidad debe ser reemplazado por otro más económico.

**Análisis de reemplazo:** Representa un análisis económico para decidir que alternativa seleccionar para reemplazar la máquina existente:

a). Se continua con al máquina actual (defensor) o:

b). Se selecciona la máquina propuesta (retador).

Las condiciones que se esperan son: que en el defensor se presenten costos de capital bajos y costos de operación y mantenimiento altos; mientras que en el retador se presente lo contrario. Entre los principales factores que determinan el reemplazo de una máquina se mencionan los siguientes:

*Deterioro físico:* Se refiere a los cambios físicos de un equipo que determinan la disminución de la cantidad de servicio prestado y de sus costos de operación y mantenimiento. En general el deterioro de las partes de una máquina no se da al mismo tiempo, la experiencia ha demostrado que resulta económico reparar los activos para mantener y aumentar su utilidad. Sin embargo, puede llegar el momento en que la inversión para la reparación de la máquina sea excesiva, en ese momento es conveniente realizar un análisis económico para determinar la manera más económica de satisfacer las necesidades de trabajo.

*Obsolescencia:* Es el resultado del progreso de la tecnología en la que se presenta el mejoramiento continuo de las máquinas en el mercado. En ocasiones resulta económico reemplazar una máquina en buenas condiciones de operación, ya que la obsolescencia se caracteriza por cambios ajenos al equipo y es una razón para justificar el reemplazo.

*Eficiencia decreciente:* Generalmente un equipo trabaja a su máximo rendimiento en los primeros años de su vida, y posteriormente disminuye con el uso y la edad. Cuando los costos originados por la baja eficiencia de operación de una máquina son excesivos, se debe investigar la existencia de otras máquinas para analizar un posible reemplazo.

*Combinación de factores:* En la mayoría de los casos es la combinación de los factores mencionados lo que conduce al reemplazo de una máquina. Independientemente de la causa del reemplazo, la decisión debe basarse en criterios técnico-económicos, de manera que éste se realice en el momento más oportuno.

### 5.5.2 Factores a considerar en un estudio de reemplazo

En un análisis de reemplazo se deben considerar los siguientes factores:

- a). *El horizonte de planeación.* Es el lapso de tiempo futuro que se considera en el análisis. A menudo se utiliza un horizonte de planeación infinito cuando es difícil o imposible predecir cuándo la actividad considerada va a terminar. Sin embargo, es importante señalar que tal suposición no es adecuada, debido a que es difícil predecir las ventajas tecnológicas que tendrán los equipos a futuro distante con respecto a los equipos actualmente usados. Además los flujos de efectivo en un futuro muy distante es muy probable que se comporten de manera diferente a los actuales.

- b). *La tecnología.* En el análisis de reemplazo es importante considerar las características tecnológicas de los equipos que son candidatos a reemplazar, el no hacerlo supone que los equipos futuros serán iguales a los actuales, lo cual es totalmente erróneo.
- c). *Comportamiento de costos y beneficios.* Es común asumir que el comportamiento de los ingresos y egresos, a lo largo del horizonte de planeación, es constante; o bien, en algunas ocasiones se estima que tienen un comportamiento lineal ascendente o descendente. Es muy importante señalar que cuando se detecta un cierto patrón de comportamiento en los egresos se puede observar cómo la inflación afecta a los ingresos (beneficios) y egresos (costos), tales consideraciones deben ser incluidas en el estudio de reemplazo.
- d). *Disponibilidad de capital.* En un análisis de reemplazo es importante considerar la disponibilidad de capital, debido a que las fuentes de financiamiento para emprender proyectos de inversión no son ilimitados. No tomar en cuenta estas consideraciones puede originar que un reemplazo plenamente justificado no se pueda emprender por falta de fondos.

#### 5.5.3 Reemplazo de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle"

En el análisis de reemplazo básicamente son de interés los acontecimientos presentes y futuros, pero la información disponible sobre inversiones realizadas en años anteriores por concepto de operación y mantenimiento del equipo permite proporcionar una idea de los flujos de efectivo en el futuro.

En el presente estudio se ha observado que la disponibilidad de la información relacionada a los costos por operación y mantenimiento de la maquinaria del módulo es mínima, sólo se dispone de información generada a partir de la transferencia de los equipos a los usuarios (abril de 1993) a la fecha. En los cuatro años analizados los costos se comportan de manera irregular, posiblemente por las inversiones realizadas durante los tres primeros años en la reparación del equipo para dejarlo en condiciones óptimas de operación.

De acuerdo a la información analizada de cada una de las máquinas del módulo, se justifica que un análisis para la decisión de reemplazo es prioritario, pero la disponibilidad de capital para llevar a cabo tal sustitución lo es más.

#### 5.5.4 Análisis de reemplazo mediante el método "Costo anual quivalente" (CAE)

En realidad el método de reemplazo CAE es directo. Primero se calcula el CAE del equipo nuevo (retador) y posteriormente se calcula el costo anual del equipo viejo (defensor). Disponibles los costos de ambos equipos se realiza su comparación y la

reposición debe ocurrir justo antes de que el equipo viejo exceda el costo anual equivalente del equipo nuevo. Es posible que este costo se incremente con el tiempo debido al aumento del costo de mantenimiento de la máquina. En la metodología propuesta para identificar el momento óptimo de reemplazo se tuvieron las siguientes consideraciones:

- a). No se tomó en cuenta el pago de impuestos, ya que la ley del impuesto sobre la renta menciona que los usuarios de los distritos de riego están exentos de este pago.
- b). No se considera la inflación, pero los costos incluidos para cada una de las máquinas analizadas fueron incrementados de manera uniforme y creciente en un 10% en cada año, tomando en cuenta que la maquinaria en el futuro no tendrá las mismas necesidades de reparación que en el presente.
- c). Se consideró una tasa de descuento del 12%, que es la utilizada en la actualiada por la CNA para la ejecución de proyectos hidroagrícolas.

En el desarrollo de la metodología se utilizaron los costos de operación y mantenimiento ejercidos en el ciclo agrícola 95/96. Es a partir de este año en que los programas de conservación se estabilizaron, puesto que la etapa más fuerte se dio durante los tres primeros años después de recibir la maquinaria.

Se estima que los costos se comportarán de manera uniforme, debido a que ya se han realizado las inversiones necesarias para la reparación del equipo. El módulo programará sus actividades de conservación dentro del ciclo de octubre - abril de cada año posterior al ciclo 95-96, operando realmente 7 meses. De esta manera la maquinaria queda libre el resto del año y parte del siguiente. Con este periodo de actividad el módulo estima cubrir satisfactoriamente sus necesidades de conservación.

Para mostrar el procedimiento de cálculo del CAE se utilizó la información de la excavadora hidráulica 490-E (defensor) con 17 años de vida residual y se comparó con un equipo nuevo (retador) de 20 años de vida útil. Esta metodología se aplicó a todas las máquinas del módulo.

A continuación se presenta la metodología para el reemplazo óptimo de maquinaria.

**Procedimiento:**

1. Recopilación de información de costos.

La información necesaria del equipo defensor es la siguiente:

- *Costos de operación.* Se refiere a la inversión ejecutada por concepto de operación, mantenimiento y administración de la maquinaria.

- *Vida útil residual.* Es la estimación del número de años de funcionamiento que le restan a una máquina. Cabe mencionar que en este módulo, a pesar de que la mayoría de sus equipos cuentan con un considerable número de años de operación, aún se encuentran en condiciones aceptables de funcionamiento. La vida útil residual del equipo defensor es de 17 años.
- *Valor de rescate.* Es el precio al que puede ser vendida una máquina a medida que transcurre el tiempo (como consecuencia de la depreciación de la máquina) se calcula con base al costo en el momento en que se valúa el equipo, en este caso el valor de rescate del equipo defensor en este momento (año cero) es de \$ 700,000. Los valores futuros estimados para el equipo defensor se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Costos de operación y valores de rescate del equipo defensor.

Año	Costos de operación (\$)	Valor de rescate (\$)
0	0	700,000
1	31,776	658,824
2	34,954	617,647
3	38,449	576,471
4	42,294	635,294
5	46,523	494,118
6	51,176	452,941
7	56,293	411,765
8	61,922	370,588
9	68,115	329,412
10	74,926	288,235
11	82,419	247,059
12	90,661	205,882
13	99,727	164,706
14	109,699	123,529
15	120,669	82,353
16	132,736	41,176
17	146,010	0

Fuente: Módulo IV del DR 011 "Alto Río Lerma", Guanajuato.

En lo que respecta al equipo retador, la información necesaria es:

Costo de adquisición: \$ 858,750

Costo anual de operación: \$ 41,716

Valor de rescate ( último año del periodo de evaluación): \$ 1'158,427.

Vida residual: 20 años

## 2. Cálculo del costo anual equivalente (CAE) de la máquina nueva.

Para calcular el CAE primero es necesario conocer el **valor actual** del costo de reposición de la máquina actual con relación a la máquina propuesta (retador), para ello se aplica la siguiente ecuación:

$$VA_{\text{costos}} = C_{\text{adq.}} + C_{\text{op. anual}} * F_{\text{act.}} - \frac{VR_{\text{ult. año}}}{C.O.C^n}$$

Donde:

$VA_{\text{costos}}$	=	Valor actual de costos
$C_{\text{adq.}}$	=	Costo de adquisición
$C_{\text{op. anual}}$	=	Costo de operación anual
$F_{\text{act.}}$	=	Factor de actualización
$VR_{\text{ult. año}}$	=	Valor residual del último año
$C.O.C.^n$	=	Costo de Oportunidad de Capital elevado a "n" años

En estos casos:

$$VA_{\text{costos}} = 858,750 + 41,716 * A_{0.12}^{20} - \frac{114,969}{(1.12)^{20}}$$

$$VA_{\text{costos}} = 858,750 + 41,716 * 7.4694 - \frac{114,969}{(9.6429)}$$

$$VA_{\text{costos}} = 1'158,425$$

Como se observa , el factor de actualización es de 7.4694, este valor se obtiene por medio de tablas matemáticas de factores de actualización<sup>16</sup> que se encuentran en los libros de economía. También se puede obtener mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$A_i^n = \frac{(i+1)^n - 1}{i(i+1)^n}$$

Sustituyendo los valores del ejemplo:

$$A_i^n = \frac{(1.12)^{20} - 1}{0.12(1.12)^{20}} = 7.4694$$

El valor de recuperación de la máquina nueva al último año de su vida útil es de \$114,969, este valor se obtiene de la siguiente manera:

$$VR = \frac{C_{adq.}}{A_i^n}$$

Sustituyendo:

$$VR = \frac{858,750}{7.4694} = \$ 114,969$$

Obtenido el valor presente de los costos se procede a calcular el CAE mediante la siguiente ecuación:

$$CAE = \frac{VA_{costos}}{A_{0.12}^{20}}$$

En este caso tenemos:

$$CAE = \frac{1'158,425}{7.4694} = \$ 155,089$$

El valor del CAE = \$ 155,089 y es la cantidad monetaria que se estaría ejerciendo en cada uno de los 20 años del ciclo de vida útil del equipo retador.

### 3. Cálculo del costo anual (VA) del equipo defensor

El costo de conservar la máquina existente durante un año más incluye los siguientes conceptos:

- a). El costo de oportunidad de no vender ahora el equipo defensor: \$ 700,000
- b). El mantenimiento adicional: \$ 31,776
- c). El valor de recuperación: \$ 658,824

Por lo tanto, el VA de conservar la máquina un año más y después venderla se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$VA = C_{op.} + \frac{C_{mto.}}{1+i} - \frac{VR}{1+i}$$

Donde:

- VA = Valor actual (\$)
- C<sub>op.</sub> = Costo de oportunidad (\$).
- C<sub>mto.</sub> = Costo de mantenimiento (\$)
- VR = Valor residual (\$)
- i = Costo de oportunidad de capital (%)

Por lo tanto:

$$VA = 700,000 + \frac{31,776}{1.12} - \frac{658,824}{1.12} = \$ 140,136$$

Mientras que normalmente expresamos los flujos de caja en términos de valor presente, el análisis posterior es más sencillo si expresamos el flujo de caja en términos de su valor futuro dentro de un año. Este valor futuro es:

$$VF = VA * (1+i) = 140,136 * 1.12 = \$ 156,952$$

Lo anterior indica que el costo equivalente de conservar la máquina un año más es de \$ 156,952.

#### 4. Comparación del CAE.

Hasta este momento se han obtenido dos resultados: el CAE del equipo retador (\$ 155,089) y el VA del equipo defensor (\$ 156,952), calculado este último para el caso en que se desea continuar con el equipo durante un año más.

Si reemplazamos la máquina de inmediato, podemos considerar que nuestro gasto anual es de \$ 155,089, comenzando al final del año. Esta sucesión de flujos de caja se puede expresar de la siguiente forma:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	...	Año 20
Gastos por la reposición inmediata del equipo defensor (\$)	155,089	155,089	155,089	155,089	...	155,089

Si reemplazamos el equipo defensor en un año, nuestro gasto por usar la máquina durante ese año se puede considerar de \$ 156,952 a pagar al final del año.

Después de la reposición consideramos que nuestro gasto anual será de \$ 155,089, empezando al cabo de dos años. Este flujo de caja se expresa de la siguiente manera:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	...	Año 20	
Gastos por usar el equipo un año más y su reposición subsecuente (\$).		156,952	155,089	155,089	155,089	...	155,089

Como se observa, el costo anual del equipo defensor en el primer año rebasa el CAE del equipo retador, por lo cual debería ser reemplazado de inmediato para reducir al mínimo el gasto del año 1, sin embargo, tal vez el mantenimiento del equipo defensor sea alto en el primer año pero después será menor. En este caso, una decisión de reemplazo de inmediato podría resultar prematura y equivocada, por lo que es conveniente verificar el costo de la máquina en años futuros.

El costo de conservar la máquina durante un segundo año es de:

$$VA = 658,824 + \frac{34,954}{1.12} - \frac{617,647}{1.12} = \$ 138,563$$

el cual tiene un valor futuro de **\$155,190** puesto que:

$$VF = 138,563 * 1.12 = \$ 155,190$$

El costo de conservarla un tercer año es de:

$$VA = 617,647 + \frac{38,449}{1.12} - \frac{576,471}{1.12} = \$ 137,270$$

cuyo valor futuro de **\$153,742** puesto que:

$$VF = 137,270 * 1.12 = \$ 153,742$$

De manera similar se continúan los cálculos hasta llegar al momento óptimo en que se debe realizar el reemplazo del equipo defensor. El reemplazo debe ocurrir justo antes de que el equipo viejo exceda el CAE del equipo nuevo, de preferencia un año antes de que esto suceda. El cálculo del VA y valor futuro del resto de los años del equipo defensor se realizó con el uso de una hoja de cálculo (Qpro V.4) y los resultados se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Resultados del análisis de reemplazo

Año	CAE del equipo retador (\$)	Costo anual del equipo defensor (\$)
1	155,089	156,952
2	155,089	155,190
3	155,089	153,742
4	155,089	152,647
5	155,089	151,935
6	155,089	151,648
7	155,089	151,823
8	155,089	152,581
<b>9</b>	<b>155,089</b>	<b>153,760</b>
10	155,089	155,633
11	155,089	158,183
12	155,089	161,484
13	155,089	165,609
14	155,089	170,640
15	155,089	176,698
16	155,089	183,795
17	155,089	192,127
18	155,089	
19	155,089	
20	155,089	

Como se puede observar, la excavadora hidráulica propuesta (retador) dispone de una vida útil de 20 años y la excavadora hidráulica 490-E (defensor) de 17 años los cuales fueron los evaluados. Como se mencionó, aparentemente en el año 1 debe realizarse el reemplazo, sin embargo, al evaluar el resto de los años, se observa que el costo anual tiende a disminuir, y hasta el año 7 de nueva cuenta, sin rebasar aún el CAE del equipo propuesto, tiende a incrementarse. Es en el año 9 en que el costo del equipo defensor excede el CAE del equipo retador. Por lo tanto, el reemplazo debe llevarse a cabo de que esto suceda, es decir, en el año 9.

En el capítulo VI de este documento se muestra los resultados obtenidos del análisis realizado al resto de la maquinaria del módulo objeto de estudio. Para este análisis se utilizó el mismo método de reemplazo.

#### 5.6: Los fondos de efectivo para el mantenimiento de la maquinaria

La maquinaria de conservación es un insumo que gradualmente se deteriora en el mismo proceso de producción. Consecuentemente el costo por su uso es parte del costo de la producción agrícola.

Uno de los aspectos de gran importancia en una entidad productiva para la explotación y uso de sus recursos, específicamente hablando de maquinaria, es la solvencia económica de los usuarios para cubrir los costos que representa operarla y mantenerla durante su vida útil, asegure así la ejecución de sus actividades de conservación.

La proyección económica de gastos ejercidos durante "n" períodos por reparación y mantenimiento, comparados con los beneficios cuantitativos derivados con la ejecución de las actividades, como son, el ahorro de pagos a empresas privadas para su realización, la cuantificación económica de las consecuencias que se generarían con la no disponibilidad o mal estado de las máquinas, la baja producción de los cultivos debido a la falta del volúmenes de agua, la gran cantidad de azolve o maleza terrestre y acuática que impide la correcta operación de la infraestructura de riego, además de la falta de reparación y mantenimiento de las máquinas, obliga a pensar en la creación de un fondo que asegure durante la vida útil el funcionamiento óptimo de la maquinaria utilizada.

La Asamblea General, que es la máxima autoridad del módulo de riego, hasta la fecha ha optado por no rentar la maquinaria de conservación al sector privado, dedicándola solamente a la conservación de la infraestructura de sus áreas de riego. En cuanto a la administración del módulo, es uno de los más organizados del distrito, con una cuota de riego inferior a la de otros módulos del DR, de tal manera que el presupuesto actualmente manejado por los directivos está resultando insuficiente, sintiéndose la necesidad de buscar alternativas que les permitan captar fondos para complementar su presupuesto de conservación.

En el capítulo VI de este documento se ha propuesto como alternativa la renta del equipo en las horas que el equipo queda sin actividades en el módulo, sin embargo, el resto de los módulos también cuentan con maquinaria similar a la del módulo IV por lo cual es difícil estimar el éxito que se obtendría con esta acción. Según información proporcionada por personal del módulo, existen usuarios particulares que han solicitado la realización de alguna actividad en sus canales o drenes, sin embargo, la maquinaria no puede ser utilizada en actividades no registradas en el programa de conservación. De cualquier manera, es necesario tomar muy en cuenta esta propuesta ya que de acuerdo a los resultados generados en el análisis de renta del equipo, los beneficios que se obtendrían son considerables.

Es clara la intención de los directivos del módulo de tratar de prolongar la vida útil de sus equipos mediante el uso restringido a la conservación de su infraestructura de riego, sin embargo, varios estudios revelan que la maquinaria sufre su mayor depreciación por obsolescencia. Pero ésta no es la única causa por la cual el módulo mantenga fuera de operación algunas de sus máquinas, como en el caso de dos excavadoras hidráulicas y la draga-oruga, sino también al excesivo costo de operación y mantenimiento que representa su operación.

Es necesario crear los mecanismos adecuados que permitan concientizar, tanto a los operadores y administradores de las máquinas, como a todos los usuarios, que de una u otra forma son los directamente beneficiados con su utilización al realizar con ella las actividades de conservación en la infraestructura de riego que les asegura el abastecimiento del agua.

La maquinaria que los usuarios del módulo IV recibieron con el proceso de transferencia (abril de 1993) presentaba un estado de conservación deficiente, de tal manera que los directivos del módulo se vieron en la necesidad de realizar inversiones considerables en su reparación. Actualmente este módulo es de los más organizados en cuanto a la administración y registro de los datos de operación, incluso, cuentan con un fondo remanente (hasta mayo de 1996) de 750,000 pesos para sufragar gastos imprevistos y compra de equipo nuevo.

El capital disponible en el módulo no es suficiente para la compra de una excavadora hidráulica u otro equipo que ofrezca mejores perspectivas de trabajo, ya que su costo actual es de \$ 858,750 o más (costos de mayo de 1996) esto excede el presupuesto del módulo, de manera que ha sido necesario estimar el valor residual de sus equipos y poner en venta a dos de ellos. De esta manera dispondrían de mayor capital para adquirir sus nuevos activos. La adquisición del equipo sería a más corto plazo si alguno de los equipos quedara fuera de servicio principalmente por haber concluido su vida útil, sólo bajo estas circunstancias los usuarios del módulo estarían dispuestos a aportar una cuota (establecida en proporción al número de hectáreas por usuario) que cubra la diferencia faltante para la adquisición del equipo deseado.

Es importante que las autoridades correspondientes evalúen las inversiones realizadas en el mantenimiento y reparación de la maquinaria y la comparen con los beneficios reales de ella obtenidos, es posible que se refleje el escaso aprovechamiento que de ella se realiza, principalmente por osioidad. Por tal motivo es necesario buscar los mecanismos necesarios que permitan a los usuarios rentar sus equipos, opción que mayor ingreso les proporcionaría para disponer de efectivo y asegurar la reparación y el mantenimiento de sus equipos con oportunidad y eficiencia.

## VI ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Con base en los objetivos planteados al inicio de este trabajo, como resultados se presentan los siguientes:

### *Evaluación económica.*

Antes de presentar el resumen general (cuadro 14) de los resultados obtenidos a partir de la propuesta de renta del equipo del módulo, se analiza el desarrollo del análisis del Tractor Bulldozer Caterpillar D-4 (Cuadro 13a y 13b). En este análisis puede observarse que, aunque el equipo fue comprado de uso (1994) y su vida útil estimada se ve reducida a 5 años, en este caso sí se incluye el costo de adquisición en el año cero, puesto que fueron los usuarios quienes realizaron un desembolso para su adquisición. Esta inversión ocasiona que la relación B/C, en sus diferentes escenarios, sea menor comparado con los resultados obtenidos en el análisis de la Excavadora Hidráulica John Deere 490-E, en la cual, no se incluye un costo de adquisición, y el periodo de evaluación es más prolongado (17 años).

Cabe mencionar que en los cuatro escenarios, el costo de adquisición de la máquina se registró en el año 0 y no en el año 1, debido principalmente a que en cualquier evaluación económica la inversión inicial debe registrarse en el año cero<sup>2</sup>. Los costos de operación y mantenimiento de la máquina se registran a partir del año 2 y los beneficios obtenidos con la renta su renta a partir del año 5.

Lograr la renta de este equipo en cualquiera de sus escenarios propuestos sería excelente. Haciendo un rápido análisis podemos decir que: si tomamos en cuenta la renta del 2.5% de las 480 horas correspondientes a los 3 meses del tiempo libre de la máquina, es posible observar que si una máquina nueva de este tipo cuesta del orden de \$ 180,000 y el beneficio total acumulado durante los 5 años de vida útil del tractor es del orden de \$ 33.114, entonces se podría disponer de un 18.4 % con respecto al costo de adquisición del equipo nuevo. Siendo menos conservador, si esta máquina se lograra rentar el 75% del tiempo mencionado, significaría que se podría disponer de \$ 99,342, es decir de más de la mitad del costo arriba indicado.

También podemos observar que si los usuarios rentaran solamente durante 3 años su máquina ( al 75 %) y posterior a éstos decidieran su venta, considerando el valor de rescate obtenido como resultado de su depreciación anual, el módulo dispondría de \$ 116,676, es decir el 65 % del costo del equipo. En todas estas observaciones se asume que el costo del equipo nuevo sea del orden del costo arriba mencionado. Rentar la máquina el 100% durante tres años y después venderla sería lo ideal ya que representaría disponer de un 76 % del costo total de la máquina nueva. Los resultados anteriores consideran también que aunque existiera la posibilidad de realizar algún tipo de reparación, bajo este esquema (de renta), la factibilidad económica, en esta máquina, sería aún muy positiva.

Cuadro 13a. Evaluación económica del tractor bulldozer Caterpillar D-4  
(renta 120 y 240 hr).

1		2		3		4		5		6		7		8	
Tipo de máquina		Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/120 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)							
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4		0	76,237	0	-76,237	-76,237	-76,237	0							
		1	0	0	0	0	0	0							
		2	32,749	0	-32,749	-26,107	-26,107	0							
		3	60,482	0	-60,482	43,050	-43,050	0							
		4	12,614	0	-12,614	-8,016	-8,016	0							
		5	60,482	12,096	-48,386	-27,456	-34,319	6,864							
		6	66,530	13,306	-53,225	-26,965	-33,706	6,741							
		7	73,183	14,636	-58,547	-26,484	-33,104	6,621							
		8	80,502	16,100	-64,402	-26,011	-32,513	6,502							
		9	88,552	17,710	-70,842	-25,546	-31,933	6,386							
						V:P:N:	-285,872	-318,986	33,114						
						C:A:U:E:			53,652						
						Rel.B/C:			0.10						
		Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/240 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)							
		0	76,237	0	-76,237	-76,237	-76,237	0							
		1	0	0	0	0	0	0							
		2	32,749	0	-32,749	-26,107	-26,107	0							
		3	60,482	0	-60,482	-43,050	-47,050	0							
		4	12,614	0	-12,614	-8,016	-8,016	0							
		5	60,482	24,192	-36,290	-20,592	-34,319	13,727							
		6	66,530	26,611	-39,919	-20,224	-33,706	13,482							
		7	73,183	29,272	-43,911	-19,863	-33,104	13,241							
		8	80,502	32,200	-48,302	-19,508	-32,513	13,005							
		9	88,552	35,420	-53,132	-19,160	-31,933	12,773							
						V.P.N:	-252,758	-318,986	66,228						
						C.A.U.E:			47,437						
						Rel. B/C:			0.21						

Cuadro 13b. Evaluación económica del tractor bulldozer Caterpillar D-4 (renta 360 y 480 hr).

1	2	3	4	5	6	7	8	
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/360 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)	
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4	0	76,237	0	-76,237	-76,237	-76,237	0	
	1	0	0	0	0	0	0	
	2	32,749	0	-32,749	-26,107	-26,107	0	
	3	60,482	0	-60,482	-43,050	-43,050	0	
	4	12,614	0	-12,614	-8,016	-8,016	0	
	5	60,482	36,288	-24,194	-13,728	-34,319	20,591	
	6	66,530	39,917	-26,613	-13,483	-33,706	20,223	
	7	73,183	43,908	-29,275	-13,242	-33,104	19,862	
	8	80,502	48,299	-32,202	-13,006	-32,513	19,507	
	9	88,552	53,129	-35,422	-12,774	-31,933	19,159	
	V.P.N:					-219,644	-318,986	99,342
	C.A.U.E:							41,223
	Rel. B/C:							0.31
		Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/480 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
		0	76,237	0	-76,237	-76,237	-76,237	0
		1	0	0	0	0	0	0
		2	32,749	0	-32,749	-26,107	-26,107	0
		3	60,482	0	-60,482	-43,050	-43,050	0
		4	12,614	0	-12,614	-8,016	-8,016	0
		5	60,482	48,384	-12,098	-6,865	-34,319	27,454
	6	66,530	53,222	-13,308	-6,742	-33,706	26,964	
	7	73,183	58,545	-14,639	-6,622	-33,104	26,483	
	8	80,502	64,399	-16,102	-6,504	-32,513	26,010	
	9	88,552	70,839	-17,713	-6,387	-31,933	25,545	
V.P.N:					-186,530	-318,986	132,456	
C.A.U.E:							35,008	
Rel. B/C:							0.42	

Cuadro 14. Resumen de la evaluación económica de la maquinaria de conservación bajo diferente escenarios de renta.

Indicadores económicos	Draga-Oruga Link Belt LS-68 (011R00CO3)	Tractor Bull. Caterp. D-4 (Prop. Mód.)	Motoconform. John Deere JD-670 (011R02N03)	Excav. Hca. Poclain LC-80 (011R03C07)	Excav. Hca. John Deere 490-E (Prop. Mód.)	Equipo Ligero Herder MBK135S (Concesionario)
<b>25%</b>						
VPN (\$):	- 185,366	- 285,872	- 534,739	- 408,305	- 885,870	- 522,503
CAUE (\$):	- 40,617	53,652	107,644	89,467	118,599	69,952
Rel. B/C:	0.13	0.10	0.04	0.05	0.23	0.21
<b>50%</b>						
VPN (\$):	- 158,720	- 252,758	- 511,873	- 386,154	- 620,847	- 383,654
CAUE (\$):	34,778	47,437	103,042	84,613	83,111	51,363
Rel. B/C:	0.25	0.21	0.08	0.10	0.46	0.42
<b>75%</b>						
VPN (\$):	- 132,074	- 219,644	- 489,008	- 364,002	- 355,824	- 244,806
CAUE (\$):	28,940	41,223	98,439	79,759	47,637	32,774
Rel. B/C:	0.38	0.31	0.12	0.15	0.69	0.63
<b>100%</b>						
VPN (\$):	- 105,428	- 186,530	- 466,143	- 341,851	- 90,801	- 105,957
CAUE (\$):	23,101	35,005	93,836	74,906	12,156	14,185
Rel. B/C:	0.50	0.42	0.16	0.21	0.92	0.84

Fuente: Módulo IV del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto.

El cuadro No.14 presenta el resumen de la evaluación económica realizado a la maquinaria de conservación del módulo objeto de estudio. De este cuadro se pueden deducir varias alternativas económicas:

Si analizamos el hecho de que por lo menos se rentara la maquinaria propiedad del módulo (Tractor Bulldozer y excavadora hidráulica 490-E), rentando el tractor durante tres años y se procediera a su venta, y considerando sólo los beneficios correspondientes a los primeros 3 años de la excavadora, obtendríamos los resultados que se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Beneficios por renta de la maquinaria propiedad del módulo IV "Valle".

Tipo de Máquina	Beneficios a tres meses de renta (\$)				Equipo nuevo (\$)
	25 %	50 %	75 %	100 %	
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4	76,226	96,321	116,321	136,901	180,000
Excavadora hidráulica 490-E	52, 856	108,711	158,567	211,421	858,750
Total:	129,082	205,161	274,888	348,322	

De acuerdo a los resultados de este cuadro la suma total del escenario del 25% de renta, para el tractor bulldozer representa el 72% con respecto al costo de un tractor nuevo y para la excavadora hidráulica el 15% del costo de una excavadora nueva, de igual manera para el escenario del 50% representa el 114% y 24%, al 75% representa 153% y 32% y para el escenario de renta al 100% un 193% y 40%, respectivamente. Esto indica que si durante los próximos tres años se renta por lo menos a un 50% estas dos máquinas, se estará en posibilidad de sustituir el tractor bulldozer por otra máquina con mejores características de operación.

Otra alternativa sería que, además de vender el tractor, también se vendiera la excavadora (a los 3 años), de esta manera el módulo dispondría de los beneficios obtenidos durante los tres primeros años de renta y del capital obtenido mediante la venta de estas dos máquinas (\$ 924,793) para la adquisición de una excavadora hidráulica nueva.

En todas las máquinas evaluadas se observa que tanto el VPN como el CAUE tienden a disminuir, lo cual significa que entre mayor sea el porcentaje de renta menor serán sus costos de operación y mantenimiento durante el periodo residual de cada uno de ellos. Mientras esto sucede, la relación B/C tiende a incrementarse. Las figuras 4 y 5 muestran de manera más clara esta situación.

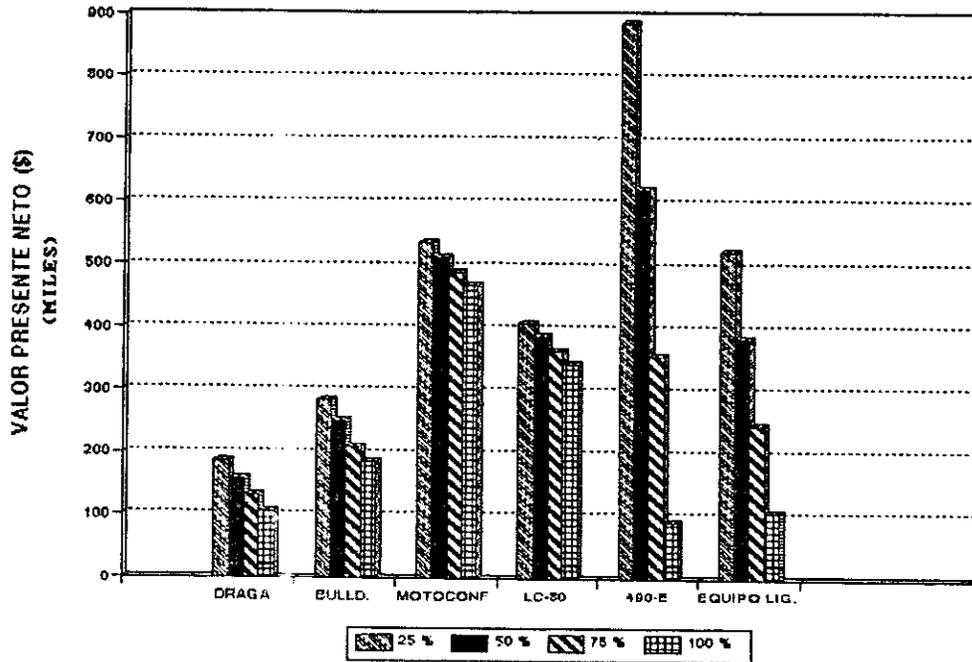


Fig. 4 Valor presente neto por renta de maquinaria del módulo IV "Valle".

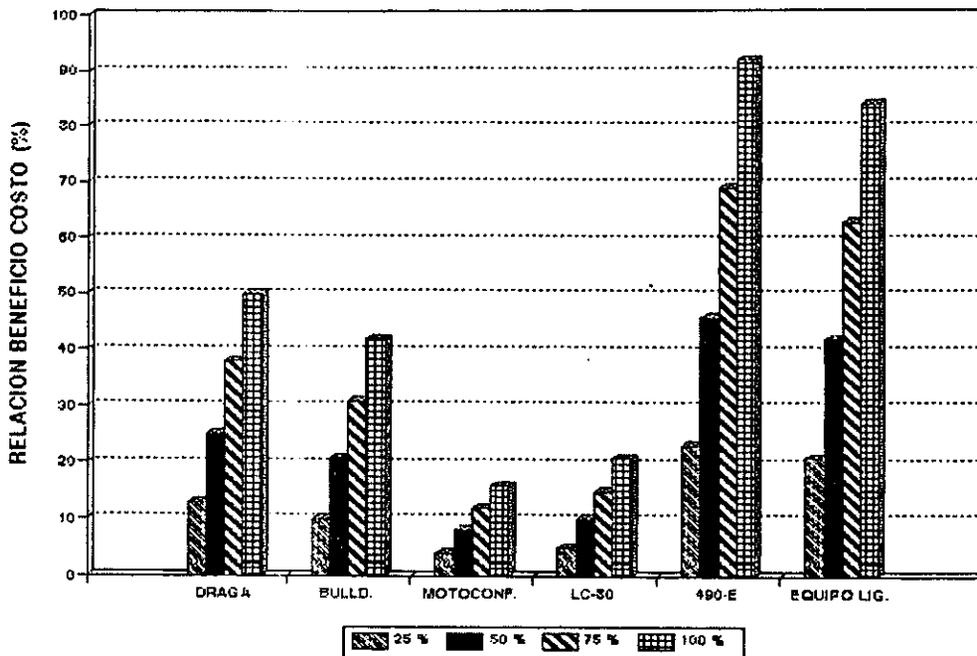


Fig. 5 Relación Beneficio/Costo por renta de maquinaria del módulo IV "Valle".

Una consecuencia de la buena organización del módulo para realizar la administración de su maquinaria es la disminución de sus costos de operación. Al realizar sus actividades de conservación por administración les resulta más económico que si el trabajo se diera a contrato o si rentaran maquinaria.

Generalmente la mayoría de los módulos de los DR opinan que es más conveniente realizar su conservación mediante contrato, pero quizá esta opinión se da a partir del hecho de que un módulo no disponga de suficiente maquinaria o que ésta se encuentre descompuesta para llevarla a cabo y el adquirir una máquina nueva o reparar la falla que impide su operación le significaría un gran desembolso, por lo tanto prefiere contratar los servicios de una empresa particular para su realización, sin embargo, a corto plazo la inversión por este concepto resulta mayor con relación a los costos que ejercería en la adquisición y mantenimiento de su propia maquinaria.

Otra causa que posiblemente influye en los altos costos dar la actividad a contrato, es que las empresas dedicadas a ello estiman sus costos de acuerdo a un determinado volumen de trabajo, por lo cual, el módulo no pagará la misma cantidad al contratar el desazolve de 100 ha de desazolve que por 1000 ha; esta situación no le sería redituable a la empresa prestadora del servicio.

Por otro lado, aún le resulta más caro al módulo realizar sus actividades de conservación mediante la renta de maquinaria particular a empresas dedicadas a ello.

La figura 6 presenta las diferencias económicas de las alternativas de conservación del ciclo de operación 1995-1996.

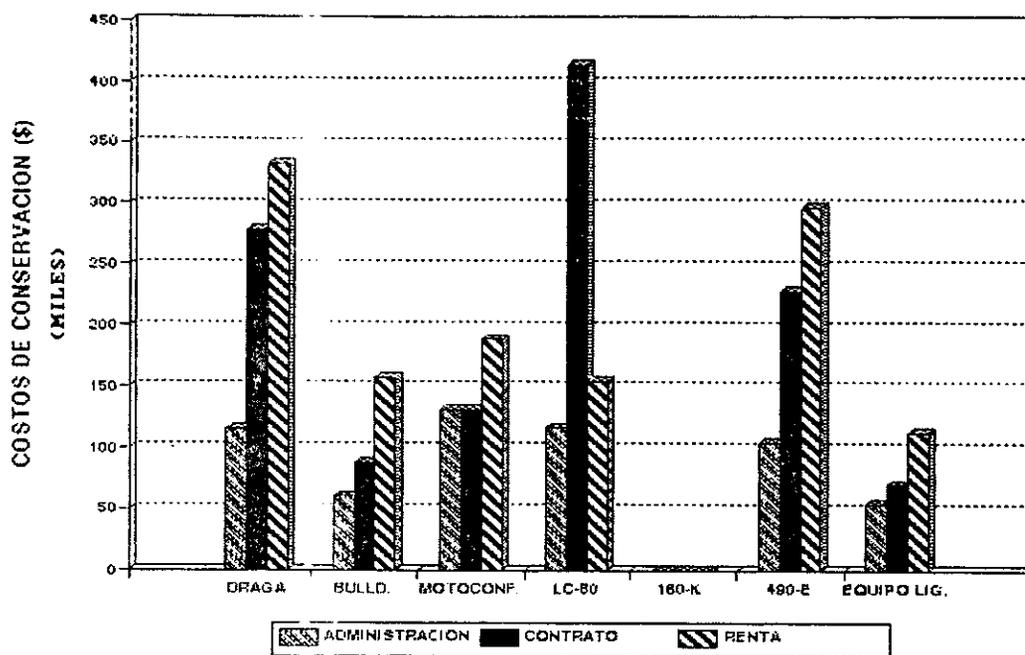


Fig. 6 Alternativas de conservación (ciclo 94-95).

### Reemplazo

Con relación a este tema, al analizar los resultados presentados en el cuadro 15, se deduce que en general, excepto la excavadora hidráulica 490-E, las máquinas de conservación del módulo prácticamente han rebasado su vida útil; el conocer el tiempo de operación a que ha sido sometido desde su adquisición, resulta evidente pensar que su reemplazo debe realizarse de inmediato (año 0). Quizá este resultado parezca contradictorio con el beneficio obtenido mediante la propuesta de renta, sin embargo, si las máquinas aún operan es por la buena administración de que son objeto y por las inversiones que en ellas se han realizado; aún así, estos costos están por arriba de los costos que les representaría adquirir y operar un equipo nuevo. La figura 7 muestra de manera más clara esta situación.

Cuadro 16. Resumen de resultados del análisis de reemplazo de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle":

Año	Comparación de costos (\$)									
	Draga-Oruga Link Belt LS-68		Motoconformadora John Deere JD-670		Excav. Hidráulica Poclain LC-80		Excav. Hidráulica Poclain 160-CK		Tractor Bulldozer Caterpillar D-4	
	C.A.E. Retador	C.A. Defensor	C.A.E. Retador	C.A. Defensor	C.A.E. Retador	C.A. Defensor	C.A.E. Retador	C.A. Defensor	C.A.E. Retador	C.A. Defensor
1	138,665	210,721	180,821	254,812	145,398	154,065	178,972	183,142	49,400	57,414
2	138,665	197,660	180,821	240,093	145,398	152,404	178,972	170,956	49,400	55,315
3	138,665	184,893	180,821	225,703	145,398	151,378	178,972		49,400	53,343
4	138,665		180,821	211,673	145,398		178,972		49,400	51,509
5	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	49,828
6	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
7	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
8	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
9	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
10	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
11	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
12	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
13	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
14	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
15	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
16	138,665		180,821		145,398		178,971		49,400	
17	138,665		180,821		145,398		178,972		49,400	
18	138,665				145,398		178,972			
19	138,665				145,398		178,972			
20	138,665				145,398		178,972			

En lo que respecta al equipo ligero, debido a la falta de información no fue analizado. Por otra parte, para su análisis se recomienda que se realice para cada una de las partes (tractor, brazo hidráulico e implementos), pues cada parte tiene costos y vida útil diferente.

Además, en México los equipos ligeros son de reciente incursión en el campo de la conservación de la infraestructura hidroagrícola, por lo cual es recomendable realizar una cuidadosa administración de la información generada a partir de su implementación, para asegurar la confiabilidad de futuras evaluaciones económicas y análisis de reemplazo.

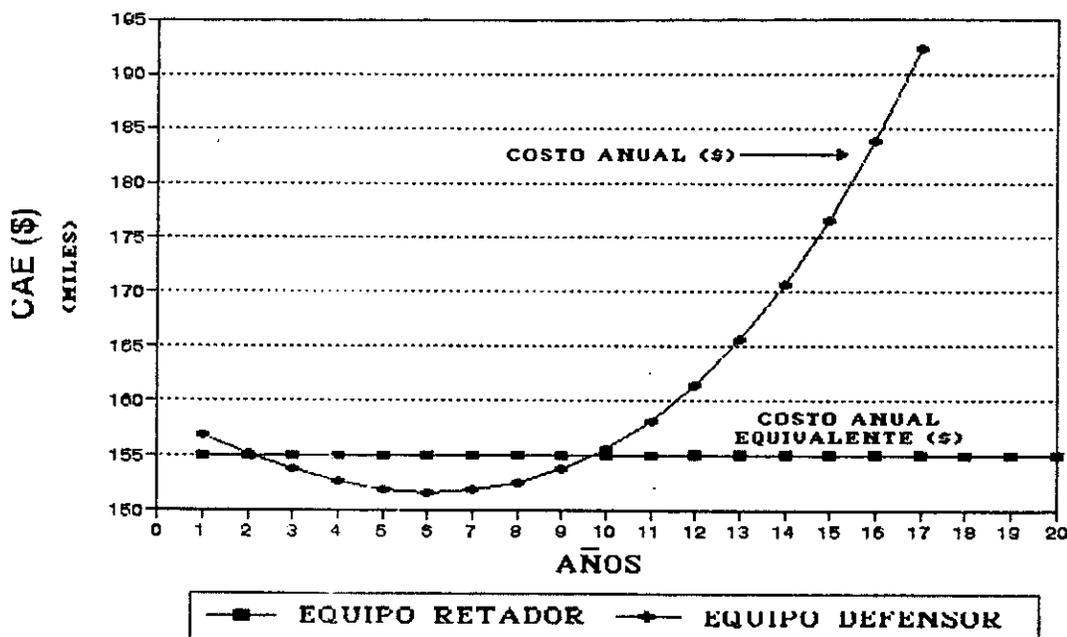


Fig. 7 Momento óptimo de reemplazo de la excavadora hidráulica 490-E.

Durante la recopilación de la información utilizada en este trabajo, se pudo observar que en el módulo es difícil disponer de datos relacionados a fallas en los equipos, debido principalmente a que el equipo les fue entregado con muchos años de operación y se desconocían sus antecedentes físicos y mecánicos. Esta información es de gran importancia para realizar pronósticos de falla que permitan análisis de reemplazo más acertados.

Los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología expuesta pueden variar por diversas causas, entre las cuales destacan:

- Que el incremento en los costos de operación no fueran los utilizados en el estudio.
- Que los costos de adquisición del equipo nuevo propuesto, así como el valor residual del equipo defensor considerado en el estudio fueran diferentes.
- Que las necesidades de conservación y la situación económica del módulo permitiera realizar la sustitución de sus equipos antes de lo previsto.
- Si tal reposición se debiera a causas mayores (descompostura grave), y que la inversión para su reparación resultara antieconómica.

Es posible que el lector de este trabajo se haga la pregunta de porqué se recomienda el reemplazo en la mayoría de las máquinas del módulo, si tanto en el análisis económico

de renta como en el análisis de la alternativa de conservación por administración se obtiene resultados favorables ?.

Para responder la pregunta anterior, es necesario observar estos análisis de manera independiente. En lo que corresponde al análisis incluyendo la renta del equipo como beneficio, es cierto que los resultados son muy favorables, sin embargo tal beneficio en la realidad aún no se obtiene. Lo mismo sucede en el análisis en que se evalúa la maquinaria (excavadora hidráulica 490-E), asumiendo como beneficio el costo real que representa la actividad realizada. En todo caso, aunque así fuera, los costos que representa su mantenimiento y reparación para su operación, de acuerdo al análisis de reemplazo realizado, están por arriba de los costos que representaría mantener un equipo nuevo, además de que las máquinas prácticamente han rebasado su vida útil y si éstas están en buenas condiciones de operación, es precisamente por las inversiones que en ellas se han realizado.

Por otro lado, muchas veces se ha comentado en algunos DR que es más conveniente dar la conservación a contrato. Es muy posible que cuando el capital que se invierte en una actividad no es de nuestra propiedad resulte fácil pagar esta actividad sin necesidad de crearse problemas, si al fin y al cabo lo que se pretende es cumplir al 100% con el programa de conservación planteado. Por otro lado, también es posible que se deba a la falta de maquinaria por no contar con fondos de ahorro que les permita disponer de capital para la compra de nuevos equipos o que les permita reparar las fallas que éstos presentan. Incluso, es posible que aún disponiendo de equipo no hayan realizado análisis económicos detallados que les permitan ver cual es la alternativa de conservación que más les conviene.

## VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en la evaluación económica de las máquinas se llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### Conclusiones.

- La renta de la maquinaria de conservación del módulo representa un medio para captar ingresos en porcentajes de consideración, para ser utilizados en la reparación y mantenimiento y/o reemplazo de aquellas máquinas que así lo requieran.
- La ejecución de las actividades de conservación del módulo por administración representa mayor beneficio económico que si éstas se realizaran por contrato o mediante la renta de maquinaria a empresas particulares.
- De las máquinas de conservación del módulo, 6 requieren necesariamente ser reemplazadas en este momento y sólo una (excavadora hidráulica 490-E) podrá ser operada durante 9 años más e inmediatamente después ser reemplazada.
- El presente trabajo constituye una herramienta de apoyo para proporcionar elementos de juicio en el momento de decidir la ejecución de las inversiones encaminadas al uso y aprovechamiento de la maquinaria de conservación.

### Recomendaciones.

- El módulo debe contar con un fondo de amortización que le permita disponer de capital para reemplazar su maquinaria de conservación en el momento en que el rendimiento económico-productivo de ésta no justifique la inversión realizada en su reparación y mantenimiento. Esto debe ser a muy corto plazo ya que varias de las máquinas pronto estarán fuera de operación.
- Es necesario mejorar el proceso de registro de la información generada del funcionamiento de la maquinaria, esto permitirá realizar análisis más precisos acerca de su evaluación económica e identificación de su momento óptimo de reemplazo.
- Cuando no se dispone de maquinaria o ésta se encuentra fuera de operación por una falla grave, en primer lugar será conveniente, si fuera posible, adquirir una máquina nueva, y dependiendo de un análisis económico que involucre: costo de reparación, vida residual y costos de operación anual; se decidirá la conveniencia de reparar o no el equipo averiado. En segundo lugar, el trabajo se daría mediante contrato por ser más barato que la renta de maquinaria.
- Es necesario continuar con la evaluación y el seguimiento de este tipo de análisis por lo menos en la máquina seminueva del módulo (excavadora hidráulica 490-E).

## VIII BIBLIOGRAFIA

1. Baca G. (1977). Fundamentos de Ingeniería Económica. McGraw-Hill, México D.F.
2. ----- (1993). Evaluación de Proyectos. Análisis y Administración del riesgo. McGraw-Hill, México D.F.
3. Comisión Nacional del Agua (1994). Transferencia de Distritos de Riego en México D.F
4. ----- (1995). Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. México D.F.
5. Espinosa M. R. (1993). Necesidades de maquinaria para la conservación de los distritos de riego. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.
6. Robles B. et al. (1995). Sistema Dinámico para el Control de Maquinaria de Conservación (SIDCOM), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.
7. Gómez A. (1988). Evaluación Económica-Financiera del Módulo Agropecuario de la S.S.S. Emiliano Zapata, Tamuin, S.L.P. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.
8. Hillier F. (1994). Introducción a la Investigación de Operaciones. McGraw-Hill, México D.F.
9. Hunt D. (1991). Maquinaria Agrícola. Universidad de Illinois.
10. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1994). Programa Anual de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria. Jiutepec, Mor.
11. Jrobostow S. Explotación de Parques de Tractores y Máquinas. Editorial Mir, Moscú.
12. Muñoz J.A. (1985). El Coste de Utilización de la Maquinaria Agrícola, Universidad Politécnica, Madrid.
13. Morales N. (1990). Manual para el Uso del Programa, Selección y Administración de Maquinaria Agrícola (ADMINIS), Universidad Autónoma de Chapingo, México.
14. López J. (1977). Evaluación Económica del Impacto Ambiental. Cuadernos de CIFCA. Madrid, España.

15. Palacios V. E (1981). Manual de Operación de los Distritos de Riego. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
16. Ross S. A. (1995). Finanzas Corporativas. México D.F.
17. Robles B. (1993). Sistema de Información Geográfica para Distritos de Riego. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
18. Rodríguez E. (1986). Alternativas y Evaluación Económica del Proyecto de Riego Tepaltepec, Hgo. Tesis Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zac.
19. Sasieni, A. (1994). Fundamentos de Investigación de Operaciones, LIMUSA. México D.F.
20. Sagap N. (1994). Preparación y Evaluación de Proyectos. McGraw-Hill, México D.F.
21. Salazar R. (1994). Análisis Económico en el Campo de la Ingeniería. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
22. Trillas (1985). Administración de Empresas Agropecuarias, México D.F.
23. Velasco I. (1994). Diagnóstico Operativo del Distrito de Riego 011, Alto Río Lerma, Gto. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Mor.
24. Weston F. (1994). Finanzas en Administración, McGraw-Hill, México D.F.
25. FIRA (1993). Criterios Actuales en el Análisis Financiero. Boletín Informativo, México, DF.

# APENDICE

## INDICE DEL APENDICE

Cuadro A.1 Tenencia de la tierra del DR 011. . . . .	86
Cuadro A.2 Distribución de canales por módulo, según su material. . . . .	87
Cuadro A.3 Distribución de drenes por módulo. . . . .	88
Cuadro A.4 Inventario general de la maquinaria del DR 011. . . . .	89
Depreciación.	
Ejemplo A.1 Depreciación en línea Recta . . . . .	91
Ejemplo A.2 Depreciación por el método "Suma de dígitos de los años" . .	92
Valor presente neto (VPN)	
Ejemplo A.3 Cálculo del VPN. . . . .	93
Tasa interna de retorno (TIR)	
Ejemplo A.4 Cálculo de la TIR. . . . .	94
Cuadro A.5 Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E (renta 240 hr) . . . . .	96
Cuadro A.6 Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E (renta 360 hr) . . . . .	97
Cuadro A.7 Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E (renta 480 hr) . . . . .	98
Cuadro A.8 Uso anual de la maquinaria de conservación del módulo IV "Valle" . .	99

Cuadro A.1 Tenencia de la tierra del DR 011.

No.	Módulo	Superficie (ha)			Usuarios		
		Ejidal	P.Prop..	Total	Ejidal	P.Prop.	Total
1	Acámbaro	6,545.05	2,304.00	8,849.05	1,622	308	1,930
2	Salvatierra	13,560.80	2,336.30	15,897.10	5,082	972	6,054
3	Jaral	3,235.85	3,452.95	6,688.80	1,062	401	1,463
4	Valle						
	Gravedad	6,647.55	5,992.45	12,640.00	1,626	514	2,140
	BDRL	711.45	326.18	1,037.63	147	22	169
	Total:	7,359.00	6,318.63	13,677.63	1,773	536	2,309
5	Cortazar	9,780.65	8,667.65	18,448.30	2,169	993	3,162
6	Salamanca						
	Gravedad	4,723.80	8,170.45	12,894.25	1,059	1,418	2,477
	BDRL	441.20	821.20	1,262.40	119	116	235
	Total:	5,165.00	8,991.65	14,156.65	1,178	1,534	2,712
7	Irapuato	4,078.40	4,132.15	8,210.55	984	285	1,269
8	Abasolo						
	Gravedad	3,412.50	9,364.45	12,776.95	839	1,159	1,998
	BDRL	1,816.90	1,771.60	3,588.50	325	95	420
	Total:	5,229.40	11,136.05	16,365.45	1,164	1,254	2,418
9	Huanimaro	2,261.10	1,469.60	3,730.70	611	229	840
10	Corralejo	1,219.05	297.40	1,516.45	264	11	275
11	La Purísima	3,437.05	982.30	4,419.35	936	118	1,064
Total:		61,871.35	50,088.68	111,960.03	16,845	6,641	23,486

Fuente: Módulo IV "Valle" del DR 011, Gto.

Cuadro A.2 Distribución de canales por módulo, según su material.

Módulo	Red Mayor (Km)				Red Menor (Km)				TOTAL (KM)			
	Mamp.	Conc.	Tierra	Total	Mamp.	Conc.	Tierra	Total	Mamp.	Conc.	Tierra	Total
1 Acámbaro	6.00	33.80	3.00	42.80	3.70	28.70	71.00	103.40	9.70	62.50	74.00	146.20
2 Salvatierra	26.10		89.80	115.90	17.90		89.30	107.20	44.00		179.10	223.10
3 Valle	5.10		49.80	54.90	13.00		57.90	70.90	18.10		107.70	125.80
4 Jaral	5.00		17.50	22.50	21.60		128.00	149.60	26.60		145.50	172.10
5 Cortazar			72.20	72.20	2.60		214.50	217.10	2.60		286.70	289.30
6 Salamanca			60.30	60.30		2.50	204.10	206.60		2.50	264.40	266.90
7 Irapuato			17.90	17.90	8.30		90.10	98.40	8.30		108.00	116.30
8 Abasolo			27.90	27.90			146.00	146.00			173.90	173.90
9 Huamimaro			19.70	19.70			22.10	22.10			41.80	41.80
10 Corralejo			10.90	10.90							10.90	10.90
11 La Purísima				12.80		34.70	18.90	53.60		47.50	18.90	66.40
Total:	42.20	46.60	369.00	457.80	67.10	65.90	1,041.90	1,174.90	109.30	112.50	1,410.90	1,632.70

Fuente: Módulo IV, "Valle" del DR 011, Gro.

Cuadro A.3 Distribución de drenes por módulo.

	Módulo	Canales			Por Rehabilitar (Km)
		Principales (Km)	Secundarios (Km)	Total (Km)	
1	Acámbaro	30.90	92.30	123.20	
2	Salvatierra	30.90	187.50	218.40	31.00
3	Valle	11.50	74.30	85.80	11.80
4	Jaral	44.40	94.20	138.60	44.4
5	Cortazar	14.90	102.00	116.90	72.00
6	Salamanca	93.00	9.50	102.50	2.00
7	Irapuato	15.90	45.40	61.30	14.80
8	Abasolo	33.30	83.50	116.80	3.40
9	Huanimaro	15.00	40.80	55.80	33.00
10	Corralejo	0.50	0.50	1.00	15.90
11	La Purísima	18.90	26.60	45.50	1.00
	<b>Total:</b>	<b>309.20</b>	<b>756.60</b>	<b>1,065.80</b>	<b>227.50</b>

Fuente: Módulo IV, "Valle" del DR 011, Gto.

Cuadro A.4 Inventario general de la maquinaria del DR 011.

Hoja 1 de 2

No.	Tipo de máquina	Marca	Modelo	Núm. Económico	Capacidad	Estado General	Fecha de Adquisic.	Propiedad de:		Transferida al módulo:
								C.N.A.	Usuarios	
1	Draga-Oruga	Link Belt	S-68	011R00C02	3/4 Yda3	Regular	Mar. 1965	X		Salvatierra Valle
2	Draga-Oruga	Link Belt	LS-68	011R00C03	3/4 Yda3	Regular	Mar. 1970	X		Acámbaro
3	Oruga	Link Belt	LS-68	011R00C04	1 1/4Yda3	Malo	Ene. 1978	X		Abasolo
4	Draga-Oruga	Link Belt	LS-68	011R00C05	3/4 Yda3	Bueno	Nov. 1989	X		Cortazar
5	Oruga	Link Belt	LS-68	011R00C06	3/4 Yda3	Bueno	Nov. 1989	X		Salamanca
6	Draga-Oruga	Link Belt	LS-68	011R00C07	3/4 Yda3	Bueno	Abr. 1990	X		Cortazar
7	Oruga	LINK Belt	LS-68	011R00C08	3/4 Yda3	Regular	Dic. 1993	X		Jaral
8	Draga-Oruga	Link Belt	LS-68	085R00C01	3/4 Yda3	Bueno	Nov. 1978	X		Acámbaro
9	Tractor	A Chalmers	HD-6	011R01C02	63 HP	Regular	Nov. 1971	X		Acámbaro
10	Tractor	Case	D-1150	011R01C03	93 HP	Regular	Dic. 1971	X		Abasolo
11	Tractor	John Deere	JD-450	011R03C01	63 HP	Regular	Dic. 1961	X		Salamanca
12	Tractor	John Deere	550G-TC	011R01C05	80 HP	Bueno	Abr. 1994	X		Coertazar
13	Tractor	Caterpillar	D-5	011R01C04	140 HP	Regular	Oct. 1993	X	X	Salvatierra Valle
14	Tractor	Caterpillar	D-4	011R01C06	63 HP	Regular	Jun. 1994	X	X	Valle
15	Motoconform.	Huber	D-1300	011R02N01	134 HP	Regular	Dic. 1971	X		Acámbaro
16	Motoconform.	John Deere	JD-670	011R02N02	125 HP	Regular	Ago. 1978	X		Jaral
17	Motoconform.	John Deere	JD-670	011R02N03	125 HP	Regular	Ago. 1978	X		Valle
18	Motoconform.	Compacto	CM-14	011R02N04	140 HP	Regular	Nov. 1989	X		Irapuato
19	Motoconform.	Compacto	CM-14	011R02N05	140 HP	Regular	Dic. 1990	X		Abasolo
20	Motoconform.	John Deere	JD-670	085R02N01	125 HP	Regular	Ago. 1978	X		Salvatierra
21	Motoconform.	Caterpillar	12-E	011R02N06	112 HP	Regular	Nov. 1993	X	X	Cortazar
22	Escav. Hca.	Poclain	LC-80	011R03C02	3/4 Yda3	Rehabilit.Reha bilit.	Nov. 1975	X		La Purísima
23	Excav. Hca.	Yumbo	3964	011R03C03	1/2 Yda3	Malo	1976-1977	X	X	Salvatierra
24	Excav. Hca.	Yumbo	3964	011R03C04	1/2 Yda3	Malo	1976-1977	X	X	Corralejo
25	Excav. Hca.	Poclain	LC-80	011R03C05	3/4 Yda3	Regular	1976-1977	X	X	Jaral
26	Excav. Hca.	Yumbo	3964	011R03C06	1/2 Yda3	Regular	1976-1977	X	X	Cortazar
27	Excav. Hca.	Poclain	LC-80	011R03C07	3/4 Yda3	Malo	1976-1977	X	X	Valle
28	Excav. Hca.	Yumbo	3964	011R03C08	1/2 Yda3	Regular	1976-1977	X	X	Irapuato

Fuente: Módulo IV, "Valle" del DR 011, Gto.

Cuadro A.4 Inventario general de la maquinaria del DR 011.

hoja 2 de 2

No.	Tipo de máquina	Marca	Modelo	Núm. Económico	Capacidad	Estado General	Fecha de Adquis.	Propiedad de:		Transferida al módulo
								C.N.A.	Usuarios	
29	Excav. Hca.	Poclain	LC-80	011R03C09	3/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Salamanca
30	Excav. Hca.	Poclain	LC-80	011R03C10	3/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Acámbaro
31	Excav. Hca.	Poclain	GC-120	011R03C11	1 1/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Salvatierra
32	Excav. Hca.	Poclain	GC-120	011R03C12	1 1/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Abasolo
33	Excav. Hca.	Poclain	GC-120	011R03C13	1 1/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Cortazar
34	Excav. Hca.	Poclain	GC-120	011R03C14	1 1/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Salamanca
35	Excav. Hca.	Poclain	160-CK	011R03C15	2 Yda3	Regular	1976-1977		X	Valle
36	Excav. Hca.	Poclain	TCB-45	011R03C16	1/2 Yda3	Regular	1976-1977		X	Acámbaro
37	Excav. Hca.	Poclain	LC-80	011R03C17	3/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Irapuato
38	Excav. Hca.	Poclain	LC-80	011R03C18	3/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Jaral
39	Excav. Hca.	Poclain	GC-120	011R03C19	1 1/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Huanimaro
40	Excav. Hca.	Poclain	GC-120	011R03C20	1 1/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Cortazar
41	Excav. Hca.	Poclain	GC-120	011R03C21	1 1/4 Yda3	Regular	1976-1977		X	Salvatierra
42	Excav. Hca.	John Deere	490-E	011R03C22	3/4 Yda3	Bueno	Nov. 1993	X	X	Cortazar
43	Excav. Hca.	John Deere	690-E	011R03C23	1 Yda3	Bueno	Jun. 1993		X	Valle
44	Excav. Hca.	John Deere	690-E	011R03C24	1 Yda3	Bueno	Dic. 1993		X	Salamanca
45	Excav. Hca.	John Deere	790-E	011R03C25	1 1/4 Yda3	Bueno	Jul. 1994		X	Cortazar
46	Excav. Hca.	John Deere	790-E	011R03C26	1 1/4 Yda3	Bueno	Ago. 1994		X	Salamanca
47	Tractor Indus.	Case	580-SK	011R05N01	1/4 Yda3	Bueno	Apr. 1994	X	X	Salamanca
48	Tractor Indus.	Caterpillar	86-416	011R05N02	1/4 Yda3	Regular	Oct. 1993		X	Salvatierra
49	Tractor Indus.	Caterpillar	86-416	011R05N03	1/4 Yda3	Regular	Oct. 1993		X	Salvatierra
50	Tractor Indus.	Case	580-SK	011R05N04	1/4 Yda3	Bueno	Apr. 1994		X	Acámbaro
51	Tractor Indus.	Case	780-SK	011R05N05	1/2 Yda3	Regular	Jun. 1994		X	Abasolo
52	Equipo Ligero	Herder	MBK135S	011R06N01	140 HP	Bueno	Nov. 1994	X	X	Jaral-Valle
53	Equipo Ligero	Herder	MBK135S	011R06N02	140 HP	Bueno	Nov. 1994	X	X	Cort.-Salam.
54	Equipo Ligero	Alamo	FM-395	011R06N03	67 HP	Bueno	Feb. 1995	X	X	Acam.-Salvat.
55	Equipo Ligero	Alamo	FM-395	011R06N04	67 HP	Bueno	Feb. 1995	X	X	Irap.-Puris.
56	Equipo Ligero	Alamo	FM-395	011R06N05	67 HP	Bueno	Feb. 1995	X	X	Aba-Hua.-Corr.

Fuente: Módulo IV, "Valle" del DR 011, Gto.

## Depreciación.

### Ejemplo A.1 Depreciación en línea Recta

Determine el programa de depreciación de una excavadora hidráulica adquirida en 1993 a un precio de \$ 500,000 y con un valor residual igual al 10% de su costo inicial al final de sus quince años de vida útil.

La solución a este problema es la siguiente:

Datos:  $V_a = \$ 500,000$        $V_R = \$ 50,000$        $n = 15$

Cargo anual por depreciación =  $500,000 - 50,000 / 15 = 30,000$

Cuadro A.5 Programa de depreciación anual en línea recta de una excavadora hidráulica.

Periodo	Año	Depreciación anual	Valor en libros después del cargo
0	1993		500,000
1	1994	50,000	470,000
2	1995	50,000	440,000
3	1996	50,000	410,000
4	1997	50,000	380,000
5	1998	50,000	350,000
6	1999	50,000	320,000
7	2000	50,000	290,000
8	2001	50,000	260,000
9	2002	50,000	230,000
10	2003	50,000	200,000
11	2004	50,000	170,000
12	2005	50,000	140,000
13	2006	50,000	110,000
14	2007	50,000	80,000
15	2008	50,000	50,000

Los cargos de depreciación , expresan el costo estimativo medio de la utilización de la máquina a lo largo de su vida útil.

**Ejemplo A.2 Depreciación por el método "suma de dígitos de los años"**

Determinar el programa de depreciación por suma de dígitos de los años de la excavadora hidráulica utilizado en el ejemplo anterior.

Solución:

$$\begin{aligned} V_a &= \$ 500,000 \\ V_R &= \$ 50,000 \\ n &= 15 \end{aligned}$$

$$\Sigma n = \frac{n(n+1)}{2} = \frac{15(15+1)}{2} = 120$$

La única variante en todos los años es  $V_{UR}$  (Vida residual al principio del año).

$$D_{IDA} = V_{UR} / 120 ( 500,000 - 50,000) = 3,750 V_{UR}$$

**Cuadro A.6 Programa de depreciación por suma de dígitos de los años.**

Periodo	Año	Depreciación anual (3,750 $V_{UR}$ )	Valor en libros después del cargo
0	1993		500,000
1	1994	3,750 (15) = 56,250	443,750
2	1995	3,750 (14) = 52,500	391,250
3	1996	3,750 (13) = 48,750	342,500
4	1997	3,750 (12) = 45,000	297,500
5	1998	3,750 (11) = 41,250	256,250
6	1999	3,750 (10) = 37,500	218,750
7	2000	3,750 ( 9) = 33,750	185,000
8	2001	3,750 ( 8) = 30,000	155,000
9	2002	3,750 ( 7) = 26,250	128,750
10	2003	3,750 ( 6) = 22,500	106,250
11	2004	3,750 ( 5) = 18,750	87,500
12	2005	3,750 ( 4) = 15,000	72,500
13	2006	3,750 ( 3) = 11,250	61,250
14	2007	3,750 ( 2) = 7,500	53,750
15	2008	3,750 ( 1) = 3,750	50,000

Este método puede ser utilizado para propósitos de planeación, ya que los valores se aproximan bastante bien a la disminución real del valor en numerosas categorías de activos.

Valor presente neto (VPN)

Ejemplo A.3 Cálculo del VPN.

Supóngase un proyecto con inversiones de \$1,000 al final del año 0 y de \$800 al final del año 1, con beneficios netos de \$500 para los años de 2 al 4 y de \$1,200 en el año 5. De acuerdo a lo anterior, el flujo de efectivo neto se presenta como sigue:

Fin del periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FEN (\$)	- 1000	- 800	500	500	500	1,200

Si la TMAR para el proyecto es de 12% anual, aplicando la ecuación:

$$VPN = -P + \frac{FEN^1}{(1+i)^1} + \frac{FEN^2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEN^n}{(1+i)^n}$$

entonces:

$$VPN = - \frac{1000}{(1+0.12)^0} - \frac{800}{(1+0.12)^1} + \frac{500}{(1+0.12)^2} + \frac{500}{(1+0.12)^3} + \frac{500}{(1+0.12)^4} + \frac{1200}{(1+0.12)^5}$$

$$VPN = - 1000 - 714.3 + 398.6 + 355.9 + 317.8 + 680.9 = \$ 38.9$$

## Tasa interna de retorno (TIR)

### Ejemplo A.4 Cálculo de la TIR

Utilizando el FEN del ejemplo del cálculo del VPN y de acuerdo a la ecuación de la TIR, el cálculo se realiza de la manera siguiente:

Para el cálculo de la TIR se inician los tanteos con un valor, por ejemplo, del 5 %.

$$VPN = 0 = -P + \frac{FEN^1}{(1+i)^1} + \frac{FEN^2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEN^n}{(1+i)^n}$$

$$VPN = - \frac{1000}{(1+0.05)^0} - \frac{800}{(1+0.05)^1} + \frac{500}{(1+0.05)^2} + \frac{500}{(1+0.05)^3} + \frac{500}{(1+0.05)^4} + \frac{1200}{(1+0.05)^5}$$

$$VPN = - \frac{1000}{1} - \frac{800}{1.05} + \frac{500}{1.1025} + \frac{500}{1.1576} + \frac{500}{1.2155} + \frac{1200}{1.2763}$$

$$VPN = - 1000 - 761.9 + 453.5 + 431.9 + 411.4 + 940.2 = \$ 475.1$$

Si para  $i = 5 \%$ , el resultado es  $VPN = \$475.1$ , entonces se va aumentando el valor de "i", de 5 en 5 puntos porcentuales hasta obtener un valor de VPN que sea negativo, se hace un tanteo con  $i = 10 \%$ .

$$VPN = - \frac{1000}{1} - \frac{800}{1.10} + \frac{500}{1.21} + \frac{500}{1.331} + \frac{500}{1.4641} + \frac{1200}{1.6105}$$

$$VPN = - 1000 - 727.3 + 446.4 + 375.7 + 341.5 + 745.1 = \$ 181.4$$

Para  $i = 10 \%$  genera un  $VPN = \$181.4$ . Como el VPN sigue siendo positivo, se hace un nuevo tanteo, ahora con  $i = 15 \%$ .

$$VPN = - \frac{1000}{1} - \frac{800}{1.15} + \frac{500}{1.3225} + \frac{500}{1.5209} + \frac{500}{1.7490} + \frac{1200}{2.0114}$$

$$VPN = - 1695.6 + 1589.3 = \$ - 106.3$$

Después de este tanteo ya se sabe que el valor de "i" que satisface la condición  $VPN = 0$  está en el rango de valores que van desde  $i = 10\%$  hasta  $i = 15\%$ . Por lo

tanto, el valor de "i" se puede obtener por medio de la interpolación, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$TIR = TMe + ( TMa - TMe ) \left( \frac{VPNTMe}{VPNTMe - VPNTMa} \right)$$

Donde:

TMe = Tasa Menor

TMa = Tasa Mayor

VPNTMe = Valor Presente Neto a la Tasa Menor y

VPNTMa = Valor Presente Neto a la Tasa Mayor

Dado que el VPNTMa obligadamente es un valor negativo, da lo mismo la resta algebraica, que la suma de los valores absolutos de los VPN.

Por lo tanto:

$$TIR(i) = 10 \% + 5 \% \left( \frac{181.4}{181.4 - (-106.3)} \right) = 10 + 5 \left( \frac{181.4}{287.7} \right)$$

$$TIR(i) = 10 + 5 ( 0.6305 ) = 10 + 3.1525 = 13.1525$$

Redondeando,  $i = 13 \%$ , por lo tanto  $TIR = 13 \%$ .

Cuadro A.5 Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E (renta 240 hr).

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/240 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
Excavadora Hidráulica John Deere 490-E	0	0	0	0	0	0	0
	1	73,757	0	-73,757	-65,854	-65,854	0
	2	104,290	0	-104,290	-83,139	-83,139	0
	3	31,776	0	-31,776	-22,618	-22,618	0
	4	104,290	56,448	-47,842	-30,404	-66,278	35,874
	5	114,719	62,093	-52,626	-29,862	-65,095	35,233
	6	126,191	68,302	-57,889	-29,328	-63,932	34,604
	7	138,810	75,132	-63,678	-28,805	-62,791	33,986
	8	152,691	82,646	-70,045	-28,290	-61,669	33,379
	9	167,690	90,910	-77,050	-27,785	-60,568	32,783
	10	184,756	100,001	-84,755	-27,289	-59,487	32,198
	11	203,232	110,001	-93,231	-26,802	-58,424	31,623
	12	223,555	121,001	-102,554	-26,323	-57,381	31,058
	13	245,910	133,101	-112,809	-25,853	-56,356	30,503
	14	270,501	146,412	-124,090	-25,391	-55,350	29,959
	15	297,552	161,053	-136,499	-24,938	-54,362	29,424
	16	327,307	177,158	-150,149	-24,493	-53,391	28,898
	17	360,037	194,874	-165,164	-24,055	-52,437	28,382
	18	396,041	214,361	-181,680	-23,626	-51,501	27,875
	19	435,645	235,797	-199,848	-23,204	-50,581	27,378
20	479,210	259,377	-219,933	-22,789	-49,678	26,889	
V.P.N:					-620,847	-1'150,893	530,046
C.A.U.E:					83,118		
Rel. B/C:					0.46		

Los beneficios corresponden al supuesto de que esta máquina se rente, del total de tiempo libre (480 horas), el 50%, es decir 240 horas efectivas. El ingreso incluye un 20% menos del costo real que cobraría una empresa particular al rentar el equipo.

Cuadro A.6 Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E (renta 360 hr).

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/360 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
Excavadora Hidráulica John Deere 490-E	0	0	0	0	0	0	0
	1	73,757	0	-73,757	-65,854	-65,854	0
	2	104,290	0	-104,290	-83,139	-83,139	0
	3	31,776	0	-31,776	-22,618	-22,618	0
	4	104,290	84,672	-19,618	-12,468	-66,278	53,811
	5	114,719	93,139	-21,580	-12,245	-65,095	52,850
	6	126,191	102,453	-23,738	-12,026	-63,932	51,906
	7	138,810	112,698	-26,112	-11,812	-62,791	50,979
	8	152,691	123,968	-28,723	-11,601	-61,669	50,069
	9	167,690	136,365	-31,595	-11,393	-60,568	49,175
	10	184,756	150,002	-34,754	-11,190	-59,487	48,297
	11	203,232	165,002	-38,230	-10,990	-58,424	47,434
	12	223,555	181,502	-42,053	-10,794	-57,381	46,587
	13	245,910	199,652	-46,258	-10,601	-56,356	45,755
	14	270,501	219,617	-50,884	-10,412	-55,350	44,938
	15	297,552	241,579	-55,972	-10,226	-54,362	44,136
	16	327,307	265,737	-61,570	-10,043	-53,391	43,347
	17	360,037	292,311	-67,727	-9,864	-52,437	42,573
	18	396,041	321,542	-74,499	-9,688	-51,501	41,813
	19	435,645	353,696	-81,949	-9,515	-50,581	41,066
20	479,210	389,066	-90,144	-9,345	-49,678	40,333	
V.P.N:					-355,824	-1'150,893	795,069
C.A.U.E:					47,637		
Rel. B/C:					0.69		

Los beneficios corresponden al supuesto de que esta máquina se rente, del total de tiempo libre (480 horas), el 75%, es decir 360 horas efectivas. El ingreso incluye un 20% menos del costo real que cobraría una empresa particular al rentar el equipo.

**Cuadro A.7 Evaluación económica de la excavadora hidráulica John Deere 490-E (renta 480 hr).**

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de máquina	Año	Costos (\$)	Ingreso (\$/480 hr)	FEN (\$)	VPN (\$)	VPC (\$)	VPB (\$)
Excavadora Hidráulica John Deere 490-E	0	0	0	0	0	0	0
	1	73,757	0	-73,757	-65,854	-65,854	0
	2	104,290	0	-104,290	-83,139	-83,139	0
	3	31,776	0	-31,776	-22,618	-22,618	0
	4	104,290	112896	-8,606	-5,469	-66,278	71,747
	5	114,719	124,186	-9,467	-5,372	-65,095	70,466
	6	126,191	136,604	-10,413	-5,276	-63,932	69,208
	7	138,810	150,265	-11,455	-5,181	-62,791	67,972
	8	152,691	165,291	-12,600	-5,089	-61,669	66,758
	9	167,690	181,820	-13,860	-4,998	-60,568	65,566
	10	184,756	200,002	-15,246	-4,909	-59,487	64,395
	11	203,232	220,002	-16,771	-4,821	-58,424	63,245
	12	223,555	242,003	-18,448	-4,735	-57,381	62,116
	13	245,910	266,203	-20,292	-4,651	-56,356	61,007
	14	270,501	292,823	-22,322	-4,567	-55,350	59,917
	15	297,552	322,105	-24,554	-4,486	-54,362	58,847
	16	327,307	354,316	-27,009	-4,406	-53,391	57,797
	17	360,037	389,748	-29,710	-4,327	-52,437	56,765
	18	396,041	428,722	-32,681	-4,250	-51,501	55,751
	19	435,645	471,595	-35,949	-4,174	-50,581	54,755
20	479,210	518,754	-39,544	-4,099	-49,678	53,778	
V.P.N:					-90,801	-1'150,893	1'060,092
C.A.U.E:					12,156		
Rel. B/C:					0.92		

Los beneficios corresponden al supuesto de que esta máquina se rente el 100% del tiempo libre, es decir las 480 horas efectivas. El ingreso incluye un 20% menos del costo real que cobraría una empresa particular al rentar el equipo.

Cuadro A.8 Uso anual de la maquinaria de conservación del módulo IV.

Tipo de máquina	Núm. de inventario	OPERACION DE LA MAQUINARIA				
		Horas programadas	Horas trabajadas	Horas en reparación	Horas ociosas	Horas (total)
Oruga-Oruga Link Belt LS-68 1954-1995 1955-1996	11R00CO3	1,425	1,889	108	8	2,005
		665	1,107	82	9	1,198
Tractor Bulldozer Caterpillar D-4 1994-1995 1995-1996	Prop. del módulo	528	1,178	71	2	1,251
		310	180	71	0	251
Motoconformadora John Deere JD-670 1994-1995 1995-1996	011R02N03	1,218	1,321	328	18	1,667
		475	606	100	0	706
Excav. Hidráulica Poclain LC-80 1994-1995 1995-1996	011R03C07	1,340	1,500	317	30	1,847
		400	584	131	7	722
Excav. Hidráulica Poclain 160-CK1994-	011R03C15	FUERA DE OPERACION				
Excav. Hidráulica John Deere 490-E 1994-1995 1995-1996	Prop. del módulo	1,930	1,885	120	9	2,014
		420	695	86	5	786
Equipo ligero Herdar 1994-1995 1995-1996	Concesionada	720	774	76	9	859
		470	470	13	2	485

Fuente: Módulo IV del DR 011 "Alto Río Lerma", Gto.

## F. E DE ERRATAS

Del segundo al tercer renglón del primer párrafo de la página 54 dice:

... representa el beneficio económico que se estaría obteniendo durante cada año y al final del horizonte de planeación proyectado (vida residual) en este análisis.

y debe decir:

... representa el beneficio económico que se estaría obteniendo al final del horizonte de planeación proyectado (vida residual) en este análisis.

En el séptimo renglón del primer párrafo de la página 67 dice:

Por lo tanto, el reemplazo debe llevarse a cabo de que esto suceda, es decir, en el año 9.

Y debe decir:

Por lo tanto, el reemplazo debe llevarse a cabo antes de que esto suceda, es decir, en el año 9.

Y debe decir:

... su reemplazo debe realizarse de en el año 1.