



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA REHABILITACIÓN Y
MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL DISTRITO DE RIEGO 024, CIÉNEGA DE
CHAPALA.

JORGE GÓMEZ LAUREAN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA

EN HIDROCIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2013

La presente Tesis, Titulada: “**Análisis de factibilidad económica de la rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala**”, realizada por el Alumno: **Jorge Gómez Laurean**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA
EN HIDROCIENCIAS
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. HECTOR FLORES MAGDALENO

DIRECTOR:



DR. JORGE ARTURO SALGADO TRÁNSITO

ASESOR:



M.C. SANDRA LUZ TORRES SUAREZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, octubre de 2013

Análisis de factibilidad económica de la rehabilitación y modernización integral del
Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala.

Jorge Gómez Laurean, MTH.
Colegio de Postgraduados, 2013

RESUMEN

El objetivo del Programa de Rehabilitación y Modernización del Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapalaradica en fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola, mediante el impulso al desarrollo de la tecnología en el sector hidráulico, la capacitación de los usuarios, el mejoramiento de la infraestructura de conducción y la aplicación de nuevas tecnologías de riego. Se realizó el análisis de factibilidad económica de dicho programa, mediante el cual se obtuvieron indicadores; tales como Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio-Costo (R B/C). Para el análisis se consideró la relación básica entre los beneficios y los costos o egresos del proyecto.

Los resultados del análisis económico presentan una R B/C de 1.29, que es significativamente mayor a la unidad; un VPN de 67, 243 miles de pesos; y una TIR de 15.49%, mayor a la tasa de descuento aplicada del 12%. Por lo anterior, se puede asegurar que el proyecto ofrece un excelente nivel de rentabilidad, por lo que se recomienda su instalación. Asimismo, se llevó a cabo el análisis de sensibilidad del proyecto para definir la rentabilidad del mismo ante posibles cambios en los beneficios, la magnitud de la inversión, precios medios rurales y costos de producción. De lo anterior, se encontró que el valor máximo de variación para que el proyecto siga siendo rentable es de -22.72%, 29.40%, -12.73% y 28.95%, respecto a los cambios mencionados anteriormente.

Palabras clave: Relación beneficio/costo, Valor presente neto, Tasa interna de retorno, Rentabilidad, Análisis de sensibilidad.

Analysis of economic feasibility of rehabilitation and comprehensive modernization of
Irrigation District 024, Ciénega de Chapala.

Jorge Gómez Laurean, MTH.
Colegio de Postgraduados, 2013

ABSTRACT

The objective of the Rehabilitation and Modernization Program of Irrigation District 024 "Ciénega de Chapala" is to promote the efficient use of water in agricultural production, by promoting the development of technology in the water sector, training of users, the improvement of conduction infrastructure, and the implementation of new irrigation technologies. It was performed the analysis of economic feasibility for such program, from which there were obtained indicators, such as net present value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and benefit-cost ratio (B/C R). The analysis considered the basic relationship between benefits and costs or expenses of the project.

Results of the economic analysis show a B/C R of 1.29, which is significantly greater than unity, a NPV of 67,243 thousand pesos; and an IRR of 15.49%, that is higher than the discount rate of 12%. Therefore, you can be sure that the project provides an excellent level of profitability, so installation is highly recommended. In the same way, it was conducted a sensitivity analysis of the project to define its profitability by possible changes in benefits, the size of the investment, average rural prices and production costs. From the above, it was found that the maximum value of variation for the project to remain profitable is -22.72%, 29.40%, -12.73% and 28.95%, according to the changes mentioned above.

Keywords: benefit / cost ratio, net present value, internal rate of return, profitability, sensitivity analysis.

AGRADECIMIENTOS

A mi institución la Comisión Nacional del Agua por brindarme las facilidades para la realización de esta maestría.

Al Colegio de Postgraduados, en especial al posgrado en Hidrociencias por la oportunidad de realizar la maestría tecnológica.

A los maestros por la paciencia, orientación y enseñanza, especialmente al Dr. Enrique Mejía Sáenz, Dr. Héctor Flores Magdaleno, Dr. Jorge Arturo Salgado Tránsito y al Dr. Agustín Rodríguez González.

A mi esposa María de Lourdes Celeste por su amor, apoyo y comprensión para la realización y conclusión de la maestría.

A mis hijos, Lourdes Alejandra, Julieta, Jorge y Jesús Santiago, por darme fuerza y valor para culminar con éxito mis estudios de maestría.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. GENERAL.	2
2.2. PARTICULARES.	2
3. HIPÓTESIS	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN MÉXICO	3
4.2. PROBLEMÁTICA QUE ENFRENTAN LOS DISTRITOS DE RIEGO.....	9
4.3. REQUERIMIENTO DE MODERNIZACIÓN DE LOS DISTRITOS DE RIEGO EN MÉXICO ..	12
4.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA	15
5. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.	18
5.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS.....	22
5.3. DETERMINACIÓN DE BENEFICIOS	25
5.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA	27
5.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS	28
6. RESULTADOS	30
6.1. DETERMINACIÓN DE COSTOS.....	30
6.2. DETERMINACIÓN DE BENEFICIOS	38
6.3. EVALUACION ECONOMICA	43
6.4. ANALISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS	45
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
7.1. CONCLUSIONES.....	51
7.2. RECOMENDACIONES	52
8. LITERATURA CITADA.....	53

LISTA DE CUADROS

Cuadro 4.1. Acuíferos del país por Región Hidrológico-Administrativa, 2009.....	5
Cuadro 4.2. Regiones Hidrológicas en México.	6
Cuadro 4.3. Regiones Hidrológico-Administrativas	7
Cuadro 4.4. Grado de presión sobre el recurso hídrico por Región Hidrológico-Administrativa (RHA), 2009.	10
Cuadro 5.1. Factores de ajuste para transformar a valor social.....	24
Cuadro 5.2. Factores de ajuste para bienes comerciables internacionalmente.....	24
Cuadro 5.3. Escenarios considerados en el análisis de sensibilidad	29
Cuadro 6.1. Acciones estructurales en la red de conducción.....	33
Cuadro 6.2. Acciones estructurales en Canales Laterales.....	33
Cuadro 6.3. Superficie a tecnificar con Sistemas de Riego Multicompuertas.	34
Cuadro 6.4. Superficie a tecnificar con pozos y redes de alta presión.....	34
Cuadro 6.5. Superficies a nivelar en cada uno de los Modelos.....	34
Cuadro 6.6. Rehabilitación de plantas de bombeo DR 024	35
Cuadro 6.7. Resumen de Inversiones a precios del 2012.....	36
Cuadro 6.8. Costos de Operación y Conservación del Proyecto, a precios sociales (miles \$)	37
Cuadro 6.9. Programa Calendarizado de Rehabilitación y Modernización, a precios sociales de 2012....	38
Cuadro 6.10. Estimación del ahorro de agua.	39
Cuadro 6.11. Situación Agrícola Sin Proyecto, a Precios Sociales.....	40
Cuadro 6.12. Situación actual optimizada a precios sociales de 2012.....	41
Cuadro 6.13. Situación agrícola con proyecto a precios sociales.	42
Cuadro 6.14. Proyección del Valor Neto de la Producción Agrícola a precios sociales. Evolución de beneficios.....	43
Cuadro 6.15. Flujo de efectivo.....	43
Cuadro 6.16. Indicadores de rentabilidad	44
Cuadro 6.17. Indicadores obtenidos del análisis de la alternativa básica	45
Cuadro 6.18. Rentabilidad ante cambios en los Beneficios	46
Cuadro 6.19. Indicadores obtenidos ante cambios en la magnitud de la inversión.....	46
Cuadro 6.20. Indicadores obtenidos ante un cambio en los Precios Medios Rurales	47
Cuadro 6.21. Indicadores obtenidos ante un cambio en los costos de producción	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de las Regiones Hidrológico-Administrativas de México. Fuente: CONAGUA, 2011. .6	6
Figura 4.2. Ubicación de los Distritos de Riego en México. Fuente: CONAGUA, 2012b.....8	8
Figura 4.3. Inversiones en conservación de obras en distritos de riego. Fuente: Excebio et al., 2009..... 14	14
Figura 5.1. Ubicación del Distrito de Riego No. 024, Ciénega de Chapala. Fuente: Elaboración propia. 18	18
Figura 5.2. Limite de los módulos que conforman el Distrito de Riego No. 024, Ciénega de Chapala. Fuente: Elaboración propia..... 19	19
Figura 5.3. Distribución de los tipos de suelo en el Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala. Fuente: CIIDIR, 200122	22

1. INTRODUCCIÓN

El riego de los antiguos terrenos del Lago de Chapala se inició a raíz de la concesión en 1906 a hacendados de la región, para desecar la parte oriental del lago y hacer uso de las aguas confinadas del Lago de Chapala mediante la construcción de un bordo de 16 Km. de longitud, el cual originalmente corría desde la localidad de La Palma hasta la de Maltaraña (CONAGUA, 2005).

El Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala inicia su operación en el año de 1936, una vez establecido formalmente como distrito; no obstante no existe decreto presidencial que establezca y limite al Distrito, únicamente se cuenta con un proyecto de reglamento para su operación. Actualmente se encuentra transferido a los usuarios, y se integra por tres módulos de riego legalmente conformados en Asociaciones Civiles:

- Módulo de Riego No. 1 La Palma de la Ciénega, A.C.
- Módulo de Riego No. 2 Cumuato, A.C.
- Módulo de Riego No. 3 Ballesteros de San Cristóbal, A.C.

Dada la topografía de la zona y la construcción del bordo de contención del Lago de Chapala, el distrito presenta durante el periodo de lluvias serios problemas para drenar los excedentes de agua, y mantener bajos los niveles operativos permisibles en los drenes. Así mismo, un gran número de usuarios riegan mediante el uso de bombas centrífugas, denominadas localmente como charqueras, y otros mediante la elevación del manto freático, ambas actividades incidentes también en la elevación del nivel del tirante en los drenes. Por ello, durante los meses de julio a octubre se hace indispensable la operación de la mayoría de los 16 equipos de bombeo con que se cuenta en el distrito y que tienen en conjunto una capacidad total de 93.6 m³/s.

El programa de Uso Sustentable del Agua en la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago propuesto por el Gobierno Federal en el año 2004 a través de la Subdirección de Infraestructura Hidroagrícola

de la Comisión Nacional del Agua, indica que las acciones que se realicen en los Distritos de riego deben tener por objeto disminuir los volúmenes de agua que se utilizan en los sistemas de riego, por medio del incremento de las eficiencias de conducción y parcelaria, de tal forma que los volúmenes ahorrados contribuyan al restablecimiento del equilibrio hidrológico en la Cuenca. Y dado el hecho de que resulta indispensable la rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala, para la correcta operación del mismo y, que a su vez ayude a resolver los problemas suscitados entre los usuarios por el control y medición de los escurrimientos en los sistemas de drenaje, el presente análisis de factibilidad económica para la rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala, coadyuva al logro de los objetivos de dicho programa.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL.

Realizar el análisis de factibilidad económica de la rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala, mediante el cual se determine su rentabilidad.

2.2. PARTICULARES.

- Determinar los costos que implica la rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala (inversión, mantenimiento y operación).
- Estimar los beneficios económicos derivados de la rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala.
- Realizar la evaluación económica de la rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala.
- Efectuar el análisis de sensibilidad y riesgos ante cambios en los diferentes escenarios que pudieran presentarse durante su ejecución.

3. HIPÓTESIS

La propuesta de rehabilitación y modernización integral del Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala es factible económicamente, por lo que permitirá dar seguridad y certidumbre a los usuarios en el abasto de agua y aumento en la productividad de sus cultivos.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN MÉXICO

En el mundo entero, el agua se está convirtiendo en el recurso natural más valioso. Sin embargo, en México, los recursos hidráulicos se encuentran mal distribuidos por la naturaleza (Palacios et.al., 2002). De acuerdo con Arreguimet.al. (2004), además de Cantú y Garduño (2004), la distribución espacial y temporal de la precipitación es irregular, ya que en 42% del territorio la precipitación media anual es menor a 500mm (principalmente en el norte), y en algunos casos incluso menores a 50 mm, como en las zonas próximas al río Colorado. En contraste, en 7% del territorio, existen zonas con precipitaciones medias anuales superiores a los 2,000 mm, con zonas donde la precipitación es mayor a 5000 mm. Del 67%-80% de la precipitación ocurre en el verano.

De este modo, ante las condiciones de extrema escasez de agua en amplias zonas del territorio, es indispensable propiciar la reconversión hacia cultivos más rentables y menos consumidores de agua, considerando la disponibilidad de agua y la vocación del suelo, para lo cual la conciliación de los permisos de siembra y riego será fundamental (CONAGUA, 2008).

4.1.1. Disponibilidad del agua superficial

Según CONAGUA (2011), en el territorio nacional precipita anualmente 1,489 millones de metros cúbicos de agua, de la cual se estima que 22.1% escurre superficialmente y solo el 4.8% se infiltra al subsuelo de forma natural recargando los acuíferos. En ese sentido, Reyes y Quintero (2009), señalan que el 50 % del escurrimiento anual total se concentra en los ríos más caudalosos ubicados en el sureste del país, cuya región hidrológica comprende sólo el 20 % de la superficie total del territorio y, el agua que se encuentra disponible en escurrimientos superficiales se distribuyen en 320 cuencas hidrológicas.

4.1.2. Disponibilidad del agua subterránea

En cuanto a la disponibilidad de Agua Subterránea a nivel nacional, para el año 2003 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) que de un total de 188 acuíferos, 112 se encuentran sin disponibilidad debido a la sobreexplotación. (Reyes y Quintero, 2009).

CONAGUA (2011), indica que partir de la década de los setenta, ha aumentado sustancialmente el número de acuíferos sobreexplotados. En el año 1975 eran 32 acuíferos, 80 en 1985, y 100 acuíferos sobreexplotados al 31 de diciembre del 2009 (ver Cuadro 4.1). De los acuíferos sobreexplotados se extrae el 53.6% del agua subterránea para todos los usos. De acuerdo con los resultados de los estudios recientes se define si los acuíferos se convierten en sobreexplotados o dejan de serlo, en función de la relación extracción/recarga.

Cuadro 4.1. Acuíferos del país por Región Hidrológico-Administrativa, 2009.

T2.11 Acuíferos del país, por RHA, 2009						
RHA	Número de acuíferos				Recarga media (hm ³)	
	Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres		
I Península de Baja California	87	8	9	5	1 300	
II Noroeste	63	13	5	0	3 426	
III Pacífico Norte	24	2	0	0	3 267	
IV Balsas	46	2	0	0	4 623	
V Pacífico Sur	35	0	0	0	2 024	
VI Río Bravo	100	15	0	7	5 306	
VII Cuencas Centrales del Norte	68	24	0	19	2 392	
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	127	30	0	0	8 102	
IX Golfo Norte	40	2	0	0	1 338	
X Golfo Centro	22	0	2	0	4 260	
XI Frontera Sur	23	0	0	0	18 015	
XII Península de Yucatán	4	0	0	1	25 316	
XIII Aguas del Valle de México	14	4	0	0	2 339	
Total nacional	653	100	16	32	81 707	

Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

4.1.3. Administración del agua e infraestructura en México

Para un buen aprovechamiento del recurso agua, en México se cuenta con un sistema de obras hidráulicas para almacenamiento de 125,000 millones de m³. Los lagos y lagunas tienen una capacidad de almacenamiento de 14,000 millones de m³ que en total corresponde al 34 % del escurrimiento anual. De la capacidad total de almacenamiento de agua en presas, el 33 % se utiliza para riego principalmente en las regiones semiáridas del norte y el 37 % se usa en la generación de energía eléctrica, principalmente en el sur del país; y el resto para otros usos (Lomelí, 2006).

De acuerdo con INEGI y el INE existen en el país 1471 cuencas hidrográficas y, en lo referente a aguas subterráneas el país está dividido en 653 acuíferos, tales se han subdividido en cuencas hidrológicas organizadas en 37 regiones hidrológicas que a su vez se agrupan en 13 Regiones Hidrológico Administrativas (CONAGUA, 2011).

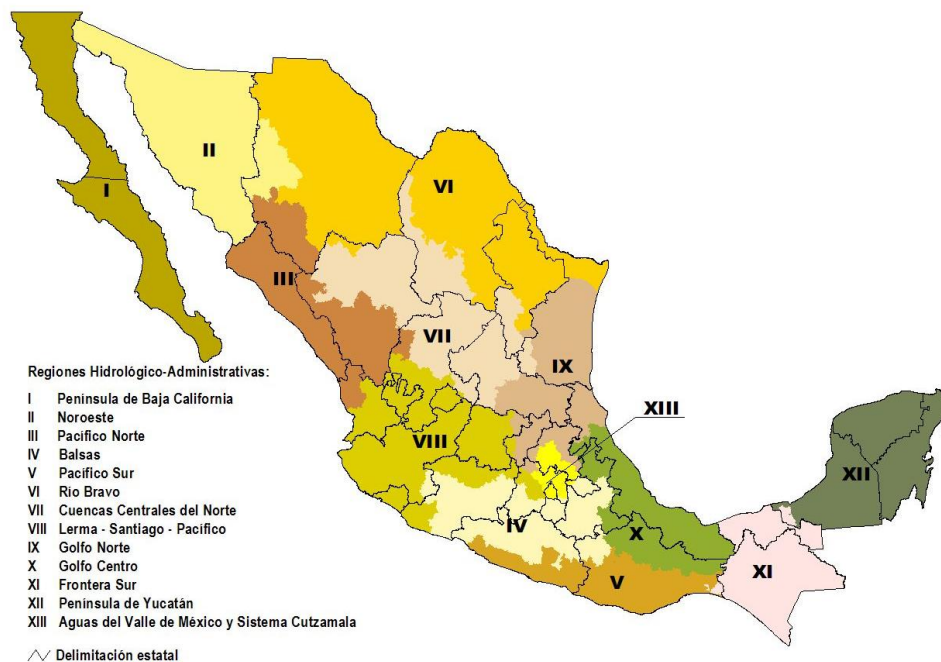


Figura 4.1. Mapa de las Regiones Hidrológico-Administrativas de México.
Fuente: CONAGUA, 2011.

Cuadro 4.2. Regiones Hidrológicas en México.

1. B.C. Noroeste	13. Río Huicicila	25. San Fernando-Soto La Marina
2. B.C. Centro-Oeste	14. Río Ameca	33. Yucatán Este
3. B.C. Suroeste	15. Costa de Jalisco	26. Pánuco
4. B.C. Noreste	16. Armería-Coahuayana	27. Norte de Veracruz (Tuxpan-Nautla)
5. B.C. Centro-Este	17. Costa de Michoacán	28. Papaloapan
6. B.C. Sureste	18. Balsas	29. Coatzacoalcos
7. Río Colorado	37. El Salado	30. Grijalva-Usumacinta
8. Sonora Norte	19. Costa Grande de Guerrero	31. Yucatán Oeste
9. Sonora Sur	20. Costa Chica de Guerrero	32. Yucatán Norte
10. Sinaloa	21. Costa de Oaxaca	34. Cuencas Cerradas del Norte
11. Presidio-San Pedro	22. Tehuantepec	35. Mapimí
12. Lerma-Santiago	23. Costa de Chiapas	36. Nazas-Aguanaval
	24. Bravo-Conchos	37. San Fernando-Soto La Marina

FUENTE: CONAGUA, 2011.

Una región hidrológico administrativa está formada inicialmente por la agrupación de varias cuencas hidrológicas, sin embargo, debido a la necesidad de coordinación de la acción gubernamental, los límites finales de las regiones tomaron en consideración los límites estatales y municipales, para asignar territorios municipales completos a una región específica (CONAGUA, 2010).

Cuadro 4.3. Regiones Hidrológico-Administrativas

No.	Región
I	Península de Baja California
II	Noroeste
III	Pacífico Norte
IV	Balsas
V	Pacífico Sur
VI	Río Bravo
VII	Cuencas Centrales del Norte
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico
IX	Golfo Norte
X	Golfo Centro
XI	Frontera Sur
XII	Península de Yucatán
XIII	Aguas del Valle de México

FUENTE: CONAGUA, 2011.

El área con infraestructura que permite el riego es de aproximadamente 6.5 millones de hectáreas, de las cuales 3.5 millones corresponden a 85 distritos de riego (DR) como puede verse en la Figura 4.2, y las restantes 3.0 millones de hectáreas a más de 39 mil unidades de riego (UR).

Los DR y UR fueron diseñados de acuerdo con la tecnología prevaleciente para la aplicación del agua por gravedad en las parcelas. En muchos casos sólo se construyeron las redes de canales y

drenes principales, quedando las obras parcelarias a cargo de los usuarios. Esto, sumado al deterioro de la infraestructura, acumulado en varias décadas por la insuficiencia de recursos económicos destinados a su conservación y mejoramiento, propiciaron una baja en la eficiencia global en el manejo del agua (CONAGUA, 2011).



Figura 4.2. Ubicación de los Distritos de Riego en México. Fuente: CONAGUA, 2012b.

Palerm (2005), afirma que la transferencia de sistemas de riego y el impulso de programas para modernizarlos para que ahorren agua, deja claro que se debe afinar el análisis de su organización social, ya no son suficientes las categorías de autogobierno, especialmente aquellas que establecen una dicotomía Estado/regantes. Debe ampliarse también el análisis de la administración.

4.2. PROBLEMÁTICA QUE ENFRENTAN LOS DISTRITOS DE RIEGO

4.2.1. Problemática en los Distritos de Riego de México

El acelerado crecimiento poblacional en México así como sus actividades productivas ejercen presión sobre las reservas de agua en el país, al punto tal, que el volumen demandado es mayor que el suministrado, provocando problemas de escasez, mala distribución y uso, deterioro y un acceso inequitativo al agua. La baja disponibilidad de agua superficial en varias zonas ha orillado a la población a tener que extraer el agua subterránea.

CONAGUA (2011), indica que el porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en un país, cuenca o región. Se considera que si el porcentaje es mayor al 40% se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. A nivel nacional, México experimenta un grado de presión del 17.5%, lo cual se considera de nivel moderado; sin embargo, la zona centro, norte y noroeste del país experimenta un grado de presión fuerte sobre el recurso. En el Cuadro 4.4 se muestra el indicador para cada una de las Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA) del país.

Así también Reyes y Quintero (2009), señalan que en las últimas cuatro décadas, la sobreexplotación de diversos acuíferos, amenaza en convertirse una limitante para el desarrollo de las regiones que dependen del agua del subsuelo para diversas actividades económicas, y el abastecimiento de agua potable.

Cuadro 4.4. Grado de presión sobre el recurso hídrico por Región Hidrológico-Administrativa (RHA), 2009.

RHA	Volumen total de agua concesionado (millones de m³)	Agua renovable media (millones de m³)	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
I Península de Baja California	3 420	4 667	73.3	Alto
II Noroeste	7 703	8 499	90.6	Alto
III Pacífico Norte	10 411	25 630	40.6	Alto
IV Balsas	10 704	21 680	49.4	Alto
V Pacífico Sur	1 363	32 824	4.2	Sin estrés
VI Río Bravo	9 243	12 163	76.0	Alto
VII Cuencas Centrales del Norte	3 846	7 898	48.7	Alto
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	14 479	34 533	41.9	Alto
IX Golfo Norte	4 854	25 564	19.0	Bajo
X Golfo Centro	4 973	95 866	5.2	Sin estrés
XI Frontera Sur	2 203	157 754	1.4	Sin estrés
XII Península de Yucatán	2 731	29 645	9.2	Sin estrés
XIII Aguas del Valle de México	4 658	3 513	132.6	Muy alto
Total nacional	80 587	460 237	17.5	Moderada

Notas: Las sumas pueden no coincidir por el redondeo de las cifras.
 Grado de presión sobre el recurso hídrico = $100 * (\text{Volumen total de agua concesionado} / \text{Agua renovable})$.
 Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de:
 Conagua. Subdirección General de Administración del Agua. 2010.
 Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

Para Camacho (2010), parte de la problemática actual en el manejo de los Distritos de Riego es la siguiente:

- Reducción del personal técnico de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en los Distritos de Riego hasta en un 90%.
- Falta de Asistencia Técnica a los Usuarios
- Falta de recursos para Rehabilitación y Modernización de la Infraestructura
- Problemas ocasionados por falta de personal: información agrícola (superficies, rendimientos) e hidrométrica de dudosa calidad.
- Se requiere información actualizada de usuarios, catastro, infraestructura

Ante tal situación CONAGUA enfatiza la necesidad de tomar medidas a fin de mantener los sistemas acuíferos en buenas condiciones, tales como la operación y mantenimiento de las estructuras que componen la infraestructura hidráulica, ya que son fundamentales para el adecuado funcionamiento de los sistemas en su conjunto (CONAGUA, 2010).

4.2.2. Problemática en la zona de estudio

En la cuenca del río Lerma, de acuerdo con Escobar (2006), en décadas recientes dado el crecimiento demográfico, los problemas tienen que ver con el aumento en la actividad industrial y la apertura de tierras a las labores agrícola y pecuaria, demandando un mayor consumo de agua, aunado al incremento en su contaminación. El mismo autor comenta que en la actualidad, aparentemente está transcurriendo una época de escasez de lluvias que, aunada a una amplia demanda de agua por parte de los diversos sectores, se ha traducido en un conflicto agudo que se ha manifestado principalmente en tres vertientes:

1. La territorial. La cuenca del río Lerma atraviesa varios estados, el Estado de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco; lo que ocasiona que cada entidad federativa pugne por proteger sus intereses particulares y trate de acapararla mayor cantidad de agua en su beneficio.
2. La del uso. El agua de la cuenca sustenta tanto el consumo humano como el agrícola y el industrial, de los cuales, el agrícola consume 85% del total. La negociación se ha incrementado y ha formado grupos de presión en las diferentes ramas de actividad, así como territorialmente; todo en un marco de una fuerte degradación de los recursos del agua, el suelo y la vegetación.
3. La económica. Como en todo conflicto, la solución implica inversiones de índole económica; en este caso para la modificación de prácticas de riego, la reconversión productiva, la planeación de los asentamientos humanos y sus fuentes de abastecimiento de agua.

Boehm (2005), en su artículo “Agua, tecnología y sociedad en la cuenca Lerma-Chapala. Una historia regional global”, concluye que las preocupaciones porque los volúmenes de agua disponible sean aprovechables por tantas poblaciones que sufren su carencia, deberían percatarse de la suma de metros cúbicos de agua de lluvia que se agrega a los drenajes sin consignar alguna para desviarla, captarla y almacenarla antes de contaminarla.

La Cuenca Lerma-Chapala ha sido testigo de múltiples conflictos que no han podido encontrar una solución definitiva, en los últimos años y la tensión puede aumentar ante cambios en la

fluctuación natural del ciclo hidrológico. La confrontación principal entre los usuarios agrícolas y el Lago de Chapala como usuario ambiental, así como la competencia entre los usos urbano, industrial y agrícola aún permanecen latentes revelando la ausencia de una relación articuladora entre la gestión del agua y la ambiental, y los procesos socioeconómicos de México (CAIRE, 2002).

4.3. REQUERIMIENTO DE MODERNIZACIÓN DE LOS DISTRITOS DE RIEGO EN MÉXICO

Para el adecuado abastecimiento interno de alimentos y conseguir un excedente exportable con precios competitivos, se deben realizar aquellos cambios tecnológicos cuyo objetivo sea disminuir costos mediante la utilización eficiente de todos los recursos productivos disponibles y con una aplicación apropiada de la tecnología moderna (Bermúdez, 2003).

De acuerdo con FAO (2003), la modernización ofrece un medio para reformas institucionales con un objetivo definido y no por el simple hecho de hacer alguna reforma. La modernización se realiza en forma sistemática y práctica sin necesidad de que ocurran los cambios institucionales y debe ser aplicada donde el riego en la agricultura ofrece claras ventajas competitivas. De ese modo, las instituciones de riego deben adoptar una orientación de servicio y mejorar sus resultados en términos económicos y ambientales. Esto presupone la adopción de nuevas tecnologías, la modernización de la infraestructura, la aplicación de técnicas y principios administrativos mejorados y la promoción de la participación de los usuarios del agua. Así también, deben relacionar su tarea central de provisión de servicios de riego para la producción agrícola e integrar la demanda y el uso del agua con otros usuarios a nivel de cuenca. Un mejor conocimiento del agua de las cascadas y del flujo a través de todo el ambiente y la circulación del agua subterránea dentro de los acuíferos llevará a tomar decisiones bien fundamentadas sobre el uso y el reutilización del agua en la agricultura.

En el caso de México, se observa una transformación agraria que sigue las políticas de liberalización en el mundo, dirigida a descentralizar y comercializar los recursos y productos,

para que las fuerzas económicas del mercado regulen su uso y asignen mejor los mismos (Rubiños *et al.*, 2004).

Excebio *et al.* (2009), menciona también que un aspecto prioritario en la operación de los distritos de riego es la conservación de la infraestructura, desde 1993, año en que la Comisión Nacional del Agua inicia la transferencia de los distritos de riego a manos de los usuarios, por lo que se consideró necesario rehabilitar la infraestructura hidroagrícola. En el trabajo de investigación realizada por los mismos autores, a cinco distritos de riego, que son: 011 Alto Río Lerma, 085 La Begoña, ambos en el estado de Guanajuato; 017 Región Lagunera, en los estados de Coahuila y Durango; 025 Bajo Río Bravo y 026 Bajo Río San Juan, ambos en el estado de Tamaulipas, encontraron que estos han presentado problemas relacionados con la conservación diferida y el manejo del recurso agua. En la Figura 4.3 se presenta una gráfica con los montos de inversión en conservación de obras en los distritos señalados, en donde se observa como la inversión directa en conservación y mantenimiento ha disminuido a precios deflactados. A decir de los autores, es relevante observar que la disminución de la participación de la CONAGUA en la conservación de las obras, a partir de 1992, cuando las organizaciones de usuarios empezaron a hacerse cargo de la administración de los distritos de riego, no ha podido ser compensada con la participación de los usuarios. Además, se nota que en 1995, con motivo de la fuerte devaluación de la moneda, la inversión en términos reales de los usuarios disminuyó bruscamente; para compensar esta situación, la CONAGUA aumentó los niveles de inversión que se tuvieron de 1992 a 1994. A partir de 1995, las inversiones en la conservación de las obras de infraestructura disminuyeron, registrándose un pequeño aumento en 1997; sin embargo, fue insuficiente para alcanzar los niveles de inversión que tenía la CONAGUA en 1991. De acuerdo con esta reducción de las inversiones, se estima que en el futuro se podría presentar un serio problema operativo en los distritos de riego que finalmente se traduzca en una disminución considerable y peligrosa de la principal fuente de producción agrícola del país.

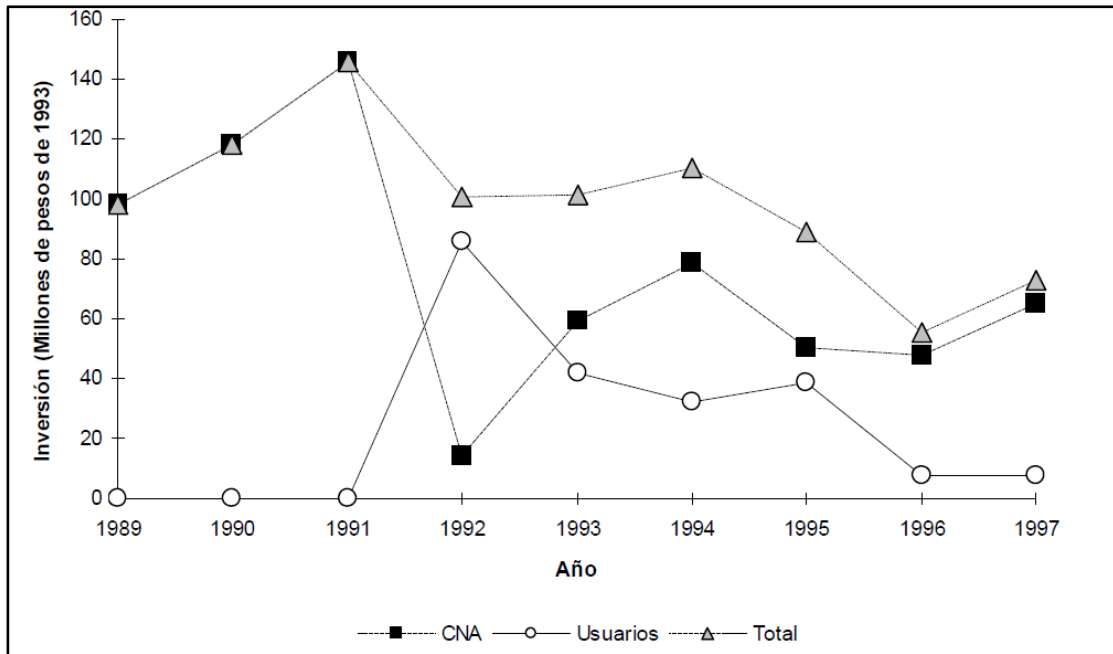


Figura 4.3. Inversiones en conservación de obras en distritos de riego. Fuente: Excebioet al., 2009.

La máxima categoría en la que se pueden ubicar los usuarios de riego corresponde al nivel y subnivel mediano de inversión y tecnología, aunque la mayoría se ubica en el subnivel bajo (Cruz et al., 2011).

Finalmente, CONAGUA (2012a), dicta que para acceder a los apoyos económicos para la rehabilitación y modernización de Distritos de Riego, las acciones propuestas deben tener por objetivo el utilizar de manera más eficiente el recurso agua, desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, mediante acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura concesionada en los distritos de riego y tecnificación del riego y contribuir a incrementar la productividad agrícola y mejorar la economía de la población rural.

4.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación social o económica de acuerdo con Baca (2004), es la evaluación del proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto; para conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios monetarios, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se deriven del proyecto.

Cuando se evalúan los proyectos del sector público, las tasas de interés juegan el mismo papel de considerar el valor del dinero en el tiempo que desempeñan en la evaluación de proyectos en el sector privado. Sin embargo, la racionalidad para el uso de tasas de interés es un poco diferente. La elección de una tasa de interés en el sector privado conduce de manera directa a la selección de proyectos con miras a maximizar la utilidad o minimizar el costo. Por otro lado, en el sector público los proyectos no se ven como negocios que generen utilidades. En lugar de ello, la meta consiste en la maximización de los beneficios sociales, en el supuesto de que éstos se miden en forma apropiada (Sullivan *et.al.*, 2004).

4.4.1. Indicadores de rentabilidad.

Una vez que se han identificado, cuantificado y valorado los costos y beneficios del proyecto dentro del horizonte de evaluación, se calculan los indicadores de rentabilidad pertinentes, por ejemplo el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de rendimiento (TIR), indicadores que resumen toda la información contenida en los flujos del proyecto y permiten al evaluador dar una opinión técnica objetiva sobre la conveniencia de ejecutar o no el proyecto (CEPEP, 2004).

4.4.1.1. Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente simplemente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. En términos formales de evaluación económica, cuando se trasladan cantidades del presente al futuro se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el cálculo del VPN, se dice que se utiliza una tasa de descuento; por ello, a los flujos de efectivo ya trasladados al presente se les llama flujos descontados (Baca, 2004).

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} \quad (4.1)$$

Donde “ FE_t ” representa el flujo de efectivo en cada periodo de tiempo “ t ”, la tasa de descuento o costo de oportunidad del dinero está representada por “ r ”, “ n ” es el número de años del horizonte de evaluación menos uno y “ Σ ” es la sumatoria del valor presente de los flujos de efectivo descontados (CEPEP, 2004).

4.4.1.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un Proyecto sea igual a cero, es decir, el valor presente de los beneficios netos del Proyecto son iguales a cero y se debe comparar contra una tasa interna de retorno deseada (CEPEP, 2004).

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (4.2)$$

La regla de decisión para este indicador, es aceptar los proyectos cuya TIR sea igual o mayor a la tasa de descuento. La TIR sólo es útil, cuando los proyectos se comportan “normalmente”, es decir, cuando los primeros flujos son negativos y los siguientes son positivos. Por último, es importante mencionar que la TIR, por ser una tasa, no se puede utilizar como criterio de comparación entre proyectos y debe ser siempre acompañada por el VPN (CEPEP, 2004).

4.4.1.3. Costo Anual Equivalente (CAE)

El costo anual equivalente es una medida que estandariza los costos para seleccionar la más barata de las alternativas que rinden el mismo beneficio, pero que pueden tener diferentes costos de operación y mantenimiento, adquisición, vida útil, etc. El CAE significa precisamente un gasto anual “equivalente” para comparar alternativas y decidir por la más barata que entrega el mismo beneficio deseado (CEPEP, 2004).

$$CAE = (VPC) \left[\frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1} \right] \quad (4.3)$$

4.4.1.4. Relación Beneficio-Costo (RB/C)

La relación B/C es un coeficiente, que mide la relación numérica entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos atribuibles a la realización de un proyecto. Por ejemplo, si en un determinado proyecto esta relación es de uno, quiere decir que los beneficios son exactamente iguales a los costos. Por lo contrario, si el coeficiente es de dos, esto significará que los beneficios derivados de un proyecto son exactamente el doble de los costos (CEPEP, 2004).

$$RB/C = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (4.4)$$

Para que un proyecto sea rentable, los beneficios deben ser mayores a los costos en valor presente, de ese modo se puede concluir que aquellos proyectos con una relación B/C mayor a 1 deben ser aceptados. Este criterio también es conocido como "índice de valor presente"(CEPEP, 2004).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.

5.1.1. Localización del sitio de estudio.

El Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala, está ubicado hacia el noroeste del estado de Michoacán entre las coordenadas $19^{\circ} 46''$ y $20^{\circ} 17''$ latitud norte y las coordenadas $102^{\circ} 24''$ y $102^{\circ} 46''$ longitud oeste, dentro del área de influencia del organismo de cuenca Lerma-Santiago-Pacífico, que colinda al norte con los ríos Duero y Lerma, al sur con la sierra de san francisco, al este con la sierra de Pajacuaran y al oeste con el lago de chapala y la sierra de Abadiano.



Figura 5.1. Ubicación del Distrito de Riego No. 024, Ciénega de Chapala.
Fuente: Elaboración propia.

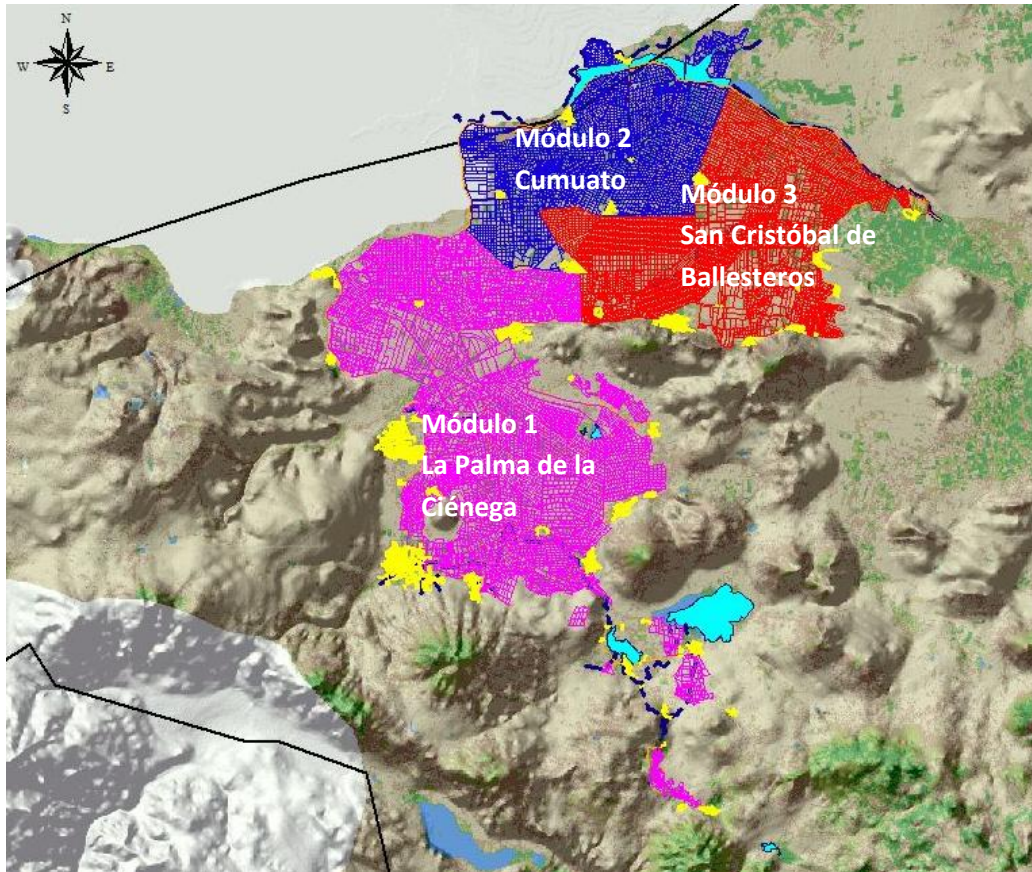


Figura 5.2. Limite de los módulos que conforman el Distrito de Riego No. 024, Ciénega de Chapala. Fuente: Elaboración propia.

5.1.2. Clima.

El clima predominante corresponde al subtipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, A(C)wo(w) según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1996). Este subtipo es semicálido con tendencia a templados, presenta una temperatura media anual entre 18 y 22 °C y lluvia invernal menor a 5% del total anual, característica que lo ubica como el menos húmedo del grupo.

Este tipo de clima se encuentra en los tres Módulos de riego y cubre la totalidad de Cumuato y Ballesteros de San Cristóbal, únicamente hacia la parte sur del Módulo La Palma de la Ciénega se

presenta el subtipo C(w1)(w), esto es, templado subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación del mes más seco es menor a 40 mm y con lluvia invernal menor a 5% de la anual, es decir, dentro de este grupo de subtipos es intermedio en cuanto a humedad (CONAGUA, 2005).

5.1.3. Suelos.

En los tres módulos que conforman el Distrito de Riego 024, de acuerdo con CIIDIR (2001), los suelos son de origen residual y transportado, originados principalmente a partir de basaltos del Terciario Superior así como de rocas ígneas y aluviones (Provincia del Eje Neovolcánico, subprovincia de Chapala). Son suelos arcillosos, como los Vertisoles y Luvisoles, y van de muy fértiles a moderadamente fértiles, por lo que tienen gran potencial agrícola.

Dominan los suelos Vertisoles que son profundos y por sus características arcillosas son de baja permeabilidad, se expanden y se contraen cuando se humedecen y se secan. Son de color gris oscuro o muy oscuro. Se detectan áreas importantes con problemas de salinidad y sodicidad. También se observan Vertisolespélicos formados de basaltos y de color pardo a pardo grisáceo, así como Vertisoles crómicos formados a partir de reolitas.

Tienen un pH casi neutro, aunque en ciertas áreas el contenido de sales y sodio es muy alto. En términos generales el contenido de materia orgánica es pobre con niveles altos o muy altos de calcio y magnesio intercambiables. La fertilidad de estos suelos es alta y responden bien al uso de los fertilizantes.

En opinión del CIIDIR (2001), la mayor parte de los suelos de la Ciénega tienen problemas de drenaje, salinidad y sodicidad, como se puede apreciar en la Figura 5.3 en la que se agruparon en tres tipos representativos las 5 series de suelo identificadas en el área del distrito por el estudio de suelos que realizó la SRH en 1972.

Tipo 1.Comprendido por la serie 5-Jiquilpan que se caracteriza por suelos profundos, con textura arcillosa, pesada y media, con una conductividad eléctrica menor a 2000 mmhos/cm y un pH menor de 8.2, así como con un bajo nivel de salinización y sodificación; en ellos es posible desarrollar una agricultura con altos niveles de productividad.

Tipo 2.Que incluyen las series 1-Cumuatillo, 2-Junco y 3-Pajacuarán, comprende el 86% de la superficie de la Ciénega de Chapala y se caracterizan por ser suelos franco-arcillosos a arcillosos, de texturas de ligeras a pesadas, con problemas de drenaje, una conductividad eléctrica en rengos de hasta 4000 mmhos/cm y un pH hasta de 8.5, así como con ligeros problemas de salinidad y sodicidad. Este tipo de suelos ha sufrido la disminución de su productividad por el uso intensivo de aguas subterráneas de mala calidad.

Tipo 3.Comprende la serie 4-Guaracha que se localiza en la porción SE de la Ciénega, se caracteriza por suelos poco profundos de drenaje altamente deficiente que los hace vulnerables a inundaciones, tienen una conductividad eléctrica mayor a 4000 mmhos/cm y un pH mayor a 8.5, así como problemas marcados de salinidad y sodicidad. Estos suelos destacan por sus bajas productividades y por realizar una agricultura de temporal al interior del distrito.

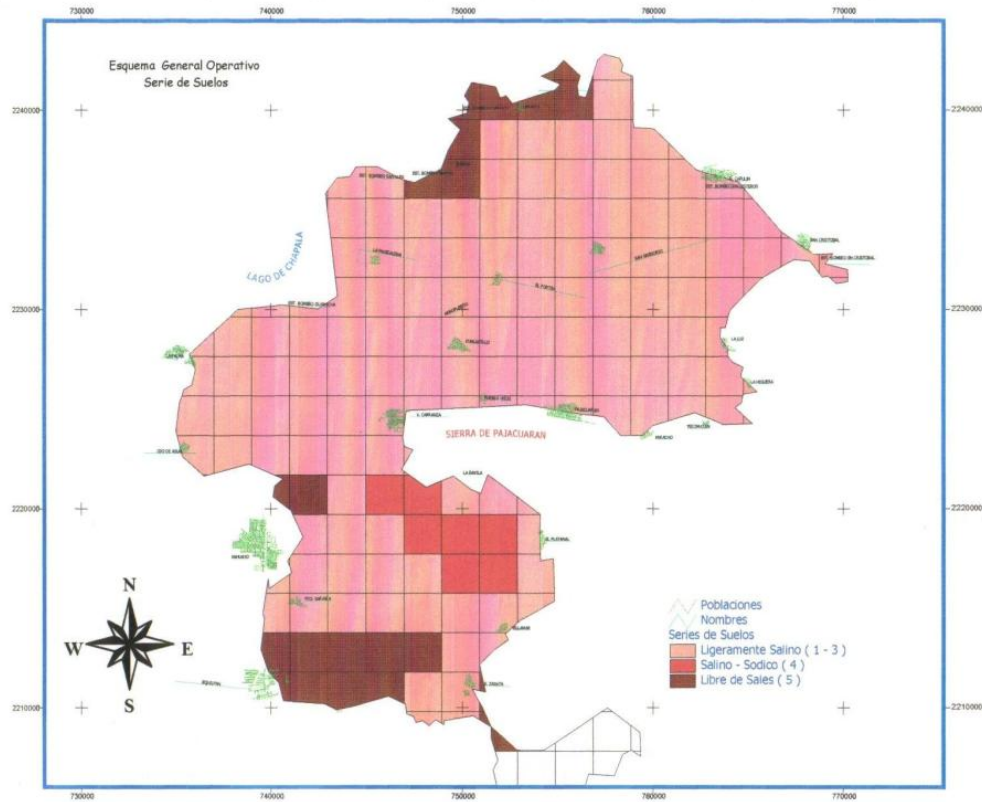


Figura 5.3. Distribución de los tipos de suelo en el Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala. Fuente: CIIDIR, 2001.

5.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS

A continuación se presenta el procedimiento realizado para la determinación de costos que implica la propuesta de rehabilitación y modernización

5.2.1. Diagnóstico de la situación actual

Se identificaron los principales problemas dentro del Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala.

5.2.2. Identificación de soluciones

Se plantearon soluciones a la problemática identificada en el Distrito de Riego 024, Ciénega de Chapala.

5.2.3. Planteamiento del proyecto de rehabilitación y modernización

A partir de las posibles soluciones se planteó un proyecto de rehabilitación y modernización del Distrito, separándolo en los siguientes componentes:

- Obras de cabeza
- Revestimiento de Canales principales
- Revestimiento /entubamiento Canales laterales
- Sistemas de riego a baja presión (Multicompuertas)
- Pozos y redes alta presión
- Nivelación de Tierras
- Rehabilitación de Plantas de Bombeo
- Proyectos ejecutivos y supervisión técnica de trabajos

5.2.4. Cálculo de los costos de inversión

Para cada componente se estimó el costo, primero a precios privados y posteriormente a precios sociales.

5.2.5. Cálculo de los costos de operación y mantenimiento

En base a las componentes del proyecto se determinaron los costos de operación y mantenimiento a precios sociales.

5.2.6. Cálculo de precios sociales

Para realizar el cálculo de precios sociales se utilizaron los factores de ajuste, propuestos por el CEPEP, mostrados en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Factores de ajuste para transformar a valor social

Mano de obra	Factor de ajuste
Calificada	1.0
Semicalificada	0.8
No calificada	0.7

FUENTE: FUENTE: Banco Nacional de obras y Servicios Públicos, S.N.C. BANOBRAS

Cuadro 5.2. Factores de ajuste para bienes comerciables internacionalmente.

Bienes comerciables internacionalmente (2006 a 2012)	
Deducción arancel promedio	4.315%
Factor de ajuste (tipo cambio)	1.040
Factor de los insumos comerciables internacionalmente	0.9969803

FUENTE: FUENTE: Centro de estudios para la Evaluación de Proyectos. CEPEP, el Precio Social de las divisas en caso de México.

Para el cálculo del factor de los insumos comerciables internacionalmente se utilizó la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{(1 + \text{Arancel}_{\text{Promedio}})} \times (\text{Costo}_{\text{de Oportunidad de la Divisa}})$$

En el caso de la maquinaria y equipo el factor de ajuste es igual a uno.

5.2.7. Evolución de los costos

Puesto que la inversión es muy elevada, no puede realizarse en un solo año por lo que se planteó su ejecución en 5 años.

5.3. DETERMINACIÓN DE BENEFICIOS

Los beneficios directos de la rehabilitación y modernización de la infraestructura hidroagrícola son el rescate de volúmenes de agua y la mejor oportunidad del riego. Para evaluar económicamente estos beneficios, se supone el impacto del volumen ahorrado y la mejor oportunidad de riego en el incremento de la utilidad neta agrícola. Ya que, al utilizar más eficientemente el recurso agua se pueden logra mayores rendimientos o incluso emprender el establecimiento de cultivos mayor rentabilidad.

Para estimar el incremento de la utilidad neta agrícola se siguieron los pasos mencionados a continuación.

5.3.1. Situación Actual

Se realizó el cálculo del valor de la producción y la utilidad neta agrícola de la situación actual, considerando las estadísticas de los últimos 5 años.

5.3.2. Situación Actual Optimizada

La Situación Actual Optimizada se logra con acciones que no impliquen gasto adicional o requieran poco gasto (costo) y que pueden tener un impacto en los rendimientos del Distrito, por lo tanto no pueden se atribuibles al proyecto.

Se calculó la Situación Actual Optimizada a precios privados y sociales.

Para efectos de evaluación, la Situación Actual Optimizada se considera como la situación sin proyecto.

5.3.3. Situación con proyecto

Considerando los beneficios del ahorro de volúmenes y una mejor oportunidad de riego, es posible lograr un incremento en los rendimientos y plantear una reconversión de cultivos, por lo cual se genera una situación con proyecto.

5.3.4. Situación incremental

Para el cálculo del Beneficio del proyecto se calculó la diferencia entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto, ambos a precios sociales.

5.3.5. Evolución de los Beneficios

Como las inversiones no se plantean en un solo año, la situación con proyecto no se logra inmediatamente, por lo que se realizó una proyección de cómo se van alcanzando los beneficios.

5.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.4.1. Flujo de efectivo

Para el cálculo del flujo de efectivo, se determinó la diferencia entre los beneficios y costos anuales que genera el proyecto a precios sociales. Posteriormente, todos valores fueron traídos a valor presente aplicando un factor de actualización. Dada la naturaleza del proyecto, se utilizó un horizonte de evaluacióna 30 años.

5.4.2. Cálculo de los indicadores

Una vez determinado el flujo de efectivo, se calcularon los indicadores para conocer la rentabilidad del proyecto.

5.4.2.1. Valor Presente Neto

Para la determinación del Valor Presente Neto se utilizó la expresión 4.1, descrita previamente en el apartado 4.4.1.1.

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} \quad (4.1)$$

5.4.2.2. Tasa Interna de Retorno

Para la determinación de la Tasa Interna de Retorno se utilizó la expresión 4.2, descrita previamente en el apartado 4.4.1.2.

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FE_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (4.2)$$

5.4.2.3. Relación Beneficio-Costo

Para la determinación de la Tasa Interna de Retorno se utilizó la expresión 4.4, descrita previamente en el apartado 4.4.1.4.

$$R\ B/C = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (4.4)$$

5.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS

Se seleccionaron los escenarios que más repercuten en los indicadores de rentabilidad (VPN, TIR y R B/C), esto con el fin de determinar que tan sensible es el proyecto a cambios en los beneficios, la inversión, precio medio rural y valor de la producción.

Para exponer los datos de detalle del análisis, se desglosan los cuatro escenarios de sensibilidad planteados anteriormente.

Cuadro 5.3. Escenarios considerados en el análisis de sensibilidad

Alternativa	Nombre	Características
		Con proyecto
		Costos y beneficios integrales
		Periodo de ejecución 2013-2018
Uno	Rentabilidad ante cambio en los Beneficios	Disminución de Beneficios 0%
		Disminución de Beneficios -6%
		Disminución de Beneficios -12%
		Disminución de Beneficios -18%
		Disminución de Beneficios para Condición B/C = 1
Dos	Rentabilidad ante cambio en magnitud de la inversión	Incremento del monto de inversión 0%
		Incremento del monto de inversión 10%
		Incremento del monto de inversión 20%
		Incremento del monto de inversión 30%
		Incremento del monto de inversión para Condición B/C = 1
Tres	Rentabilidad ante cambio en los precios medios rurales	Disminución de precios 0%
		Disminución de precios -3%
		Disminución de precios -6%
		Disminución de precios -9%
		Disminución de precios para Condición B/C = 1
Cuatro	Rentabilidad ante cambio en costos de producción	Incremento en costos de producción del 0%
		Incremento en costos de producción del 5%
		Incremento en costos de producción del 10%
		Incremento en costos de producción del 15%
		Incremento en costos de producción para Condición B/C = 1

FUENTE: Elaboración propia.

6. RESULTADOS

6.1. DETERMINACIÓN DE COSTOS

6.1.1. Diagnóstico de la situación actual

Los problemas más relevantes dentro del Distrito, que han sido señalados por los propios usuarios y funcionarios de la CONAGUA son:

1. Deterioro de las obras de cabeza y operación de equipos de bombeo.
2. Disponibilidad insuficiente de agua para el riego de la superficie dominada.
3. Baja eficiencia en la conducción y aplicación del riego.
4. Elevado costo de riego para una gran parte de usuarios que riegan con el agua de los drenes.
5. Conflicto entre módulos y con módulos de otros distritos por la falta de infraestructura de control de gasto y medición.

Como raíces del problema se identificaron, por una parte la insuficiente aportación de recursos económicos para la operación eficiente de las bombas por parte de la Comisión Nacional del Agua y los municipios en donde se ubica la superficie a drenar y, por otra parte, la poca aportación y la insuficiencia del monto de las cuotas pagadas por los usuarios de los servicios de riego y drenaje. Otra vertiente o raíz del problema se ubica en la obsolescencia del equipo y el abandono de estos caracterizado por la ausencia de mantenimiento preventivo durante su vida útil.

Las principales consecuencias o efectos de los problemas señalados son la inutilización de la superficie bajo riego, abandono de la producción, cancelación de oportunidades de ingreso para los productores rurales y eventualmente la alteración de la paz pública.

El riesgo de inundación de gran parte de la superficie del distrito debido a la topografía, a una posible falla en el bordo de contención y a problemas relacionados con la operación y mantenimiento de la infraestructura hidroagrícola del distrito reclaman la participación de autoridades como los gobiernos municipales y desde luego la CONAGUA, para la aplicación de medidas preventivas.

6.1.2. Identificación de soluciones

A continuación se presentan las soluciones propuestas a cada uno de los problemas considerados de mayor importancia dentro del Distrito de riego 024, Ciénega de Chapala.

- Problema: Deterioro de las obras de cabeza y operación de equipos de bombeo.

Propuestas de solución:

- Rehabilitación de bordos de contención de las aguas del Lago de Chapala y los ríos Lerma y Duero.
- Rehabilitación y modernización de los equipos de bombeo.
- Rehabilitación de la obra civil de presas, derivadoras y tomas directas.

- Problema: Disponibilidad insuficiente de agua para el riego de la superficie dominada.

Propuestas de solución:

- Modernización de infraestructura de riego.
- Incrementar y capacitar el personal operativo en los módulos.

- Problema: Baja eficiencia en la conducción y aplicación del riego.

Propuestas de solución:

- Modernización de la infraestructura de conducción y distribución
- Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios.
- Nivelación de terrenos.

- Problema: Elevado costo de riego para una gran parte de usuarios que riegan con el agua de los drenes.

Propuestas de solución:

- Construcción de infraestructura de manejo y distribución de agua de reúso.
 - Tecnificación de la superficie regada con aguas de reúso.
 - Gestión de programas y apoyos institucionales para abatir costos.
- Problema: Conflicto entre módulos y comódulos de otros distritos por la falta de infraestructura de control de gasto y medición.

Propuestas de solución:

- Construcción de estructuras de control y medición.
- Mayor participación de la autoridad responsable.
- Adecuación del Reglamento del Distrito y formulación de los reglamentos de los Módulos.

6.1.3. Planteamiento del proyecto de rehabilitación y modernización

6.1.3.1. Obras de Cabeza

En cuanto al mejoramiento de las obras de cabeza, destaca la rehabilitación de la obra civil, mecánica y suministro e instalación de dispositivos de medición de agua en la presa Guaracha, represa Vieja y Nueva del Barraje de Ibarra y rehabilitación de la represa San Cristóbal y tomas directas del Río Duero.

6.1.3.2. Revestimiento de canales principales

El principal concepto de inversión es la modernización de la red de conducción en la que se pretende modernizar cerca de 20 km de canales, entre los que destacan los canales principales Tarecuato, Ibarra, Central y Pelos de Rana.

En el Cuadro 6.1, se detallan las longitudes de canales a modernizar en cada uno de los módulos.

Cuadro 6.1. Acciones estructurales en la red de conducción

Módulo	Acción	Longitud (km)
La Palma	Revestimiento de canales	5.9
Cumuato	Revestimiento de canales	4.65
Ballesteros	Revestimiento de canales	9.45
Total		20.0

FUENTE: Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala.

6.1.3.3. Revestimiento /entubamiento Canales laterales

Las acciones de esta componente contempla el revestimiento /entubamiento Canales laterales, el cual comprende 40 km de longitud.

En el Cuadro 6.2, se detallan las longitudes de canales beneficiadas en cada uno de los módulos por esta acción.

Cuadro 6.2. Acciones estructurales en Canales Laterales

Módulo	Acción	Longitud (km)
La Palma	Revestimiento/entubamiento de canales laterales	11.8
Cumuato	Revestimiento/entubamiento de canales laterales	9.3
Ballesteros	Revestimiento/entubamiento de canales laterales	18.9
Total		40.0

FUENTE: Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala.

6.1.3.4. Sistemas de riego a baja presión (Multicompuertas)

Por lo que se refiere a la componente de sistemas de riego multicompuertas, se desarrollarán en los Módulos según se muestra enseguida.

Cuadro 6.3. Superficie a tecnificar con Sistemas de Riego Multicompuertas.

Módulo	Acción	Unidad	Cantidad
Módulo La Palma	Tecnificación de riego parcelario	ha	2,500.00
Módulo Cumuato	Tecnificación de riego parcelario	ha	900.00
Módulo Ballesteros	Tecnificación de riego parcelario	ha	143.00
Total			3,543.00

FUENTE: Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala.

6.1.3.5. Pozos y redes alta presión

En relación con los pozos oficiales y redes de alta presión, todos se desarrollaran en el Módulo La Palma, en una superficie de 636 ha.

Cuadro 6.4. Superficie a tecnificar con pozos y redes de alta presión

Módulo	Acción	Unidad	Cantidad
Módulo La Palma	Tecnificación de riego parcelario con pozos profundos oficiales y redes de alta presión	ha	636.00
Total			636.00

FUENTE: Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala.

6.1.3.6. Nivelación de Tierras

Adicionalmente, por lo que corresponde a la componente de nivelación de tierras, los trabajos se desarrollarán en los Módulos I, II y III según se muestra en el Cuadro 6.5.

Cuadro 6.5. Superficies a nivelar en cada uno de los Modelos

Módulo	Acción	Unidad	Cantidad
Módulo La Palma	Nivelación de tierras	ha	2,000.00
Módulo Cumuato	Nivelación de tierras	ha	1,600.00
Módulo Ballesteros	Nivelación de tierras	ha	2,400.00
Total			6,000.00

FUENTE: Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala.

6.1.3.7.Rehabilitación de Plantas de Bombeo

Con respecto a la rehabilitación de plantas de bombeo, en el Cuadro 6.6 se muestran los nombres de las plantas de bombeo a rehabilitar.

Cuadro 6.6. Rehabilitación de plantas de bombeo DR 024

Nombre de la planta de bombeo	Cantidad
DR 024 Ciénega de Chapala	7
Total	7

FUENTE: Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala.

6.1.3.8. Proyectos ejecutivos y supervisión técnica de trabajos

Para su ejecución es necesario disponer de los estudios de detalle y proyectos ejecutivos de los trabajos por realizar. Por ello, se considera en la iniciativa la elaboración de estudios y proyectos ejecutivos para revestimiento y/o entubamiento de canales, para rehabilitación de las estructuras en las obras de captación y canales principales, para instalación de sistemas de riego de baja presión con tuberías multicompuertas, sistemas de riego en alta presión en áreas de riego con pozos profundos y para la nivelación de tierras; asimismo se prevén las acciones de supervisión técnica y control de calidad de los trabajos.

6.1.4. Cálculo de los costos de inversión

Las inversiones a precios sociales es de 280,426 miles de pesos; el revestimiento y entubamiento de canales representan la mayor parte del costo total. En el cuadro siguiente, se puede observar la estructura del costo de los componentes del Programa de Rehabilitación y Modernización.

Cuadro 6.7. Resumen de Inversiones a precios del 2012

Concepto	Precios Privados (miles \$)	Precios Sociales (miles \$)
Obras de cabeza y canales principales	12,253	11,467
Revestimiento de Canales principales	49,798	46,603
Revestimiento /entubamiento Canales laterales	96,667	90,466
Sistemas de riego a baja presión (Multicompuertas)	44,280	41,440
Pozos y redes alta presión	19,282	18,045
Nivelación de tierras	16,443	15,388
Rehabilitación de Plantas de Bombeo	16,504	15,445
Proyectos ejecutivos y supervisión técnica de trabajos	12,316	11,526
Subtotal Inversiones	267,544	250,380
Indirectos	5,351	5,008
Otros	26,754	25,038
IVA	42,807	0
Total de inversión	342,456	280,426

FUENTE: Elaboración propia

6.1.5. Cálculo de los costos de operación y mantenimiento

Asimismo, y en segundo término, se considera al monto de los costos de operación y conservación que generará la implementación de la inversión en cada uno de los rubros que la componen, como un flujo de costos que se incorpora a los costos del proyecto para efecto de evaluación del mismo, por lo tanto, este flujo es adicionado al monto al que asciende la inversión del Programa de Rehabilitación y Modernización del Distrito de Riego 024.

A continuación se muestran los costos de operación y mantenimiento de las obras consideradas para la inversión.

Cuadro 6.8. Costos de Operación y Conservación del Proyecto, a precios sociales (miles \$)

Concepto		Factor	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019-2042
			1	2	3	4	5	6	7
Mano de Obra	Calificada	100%	0	2	6	17	40	65	75
	Semi-Calific	80%	0	17	43	121	281	461	526
	No Calificada	70%	0	23	58	163	379	620	708
Maq. y Equipo		100%	0	16	41	115	266	436	498
Materiales e Insumos	Nacionales	100%	0	80	205	573	1,332	2,182	2,492
	Importados	99.7%	0	8	20	57	133	218	248
Total			0	147	373	1,046	2,431	3,982	4,548

FUENTE: Elaboración propia.

Del Cuadro 6.8, se observa que los costos de operación y mantenimiento de las obras generadas por las distintas inversiones, son llevados como un flujo que se mantiene en el horizonte del proyecto. Los valores que se toman para efectos del Programa de Rehabilitación y Modernización, están dados a precios sociales, y son estos los que se utilizan en la evaluación, dichos costos equivalen a \$4,548 miles de pesos por año después del año 2019.

6.1.6. Evolución de los costos

La inversión total requerida para el desarrollo de los trabajos se estima que asciende a 314.078 miles de pesos a precios sociales de 2012, incluyendo indirectos y otros, como se muestra en el Cuadro 6.9, donde se desglosan las inversiones por concepto de trabajo.

Cuadro 6.9. Programa Calendarizado de Rehabilitación y Modernización, a precios sociales de 2012.

Concepto	Monto de Inversión (Miles de \$)						Total
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Obras de cabeza y canales principales	5,907	6,935	0	0	0	0	12,843
Revestimiento de Canales principales	10,961	11,484	12,005	12,527	5,219	0	52,196
Revestimiento /entubamiento Canales laterales	0	7,599	26,344	29,383	34,449	3,546	101,322
Sistemas de riego a baja presión (Multicompuertas)	0	0	0	13,923	23,206	9,283	46,412
Pozos y redes alta presión	0	0	0	0	12,126	8,085	20,211
Nivelación de tierras	0	0	0	0	10,342	6,894	17,235
Rehabilitación de Plantas de Bombeo	0	0	7,784	9,515	0	0	17,299
Proyectos ejecutivos y supervisión técnica de trabajos	2,448	2,959	2,159	2,259	1,582	1,501	12,909
Subtotal	19,317	28,976	48,292	67,608	86,925	29,309	280,426
Indirectos	386	580	966	1,352	1,739	586	5,609
Otros	1,932	2,898	4,829	6,761	8,693	2,931	28,043
Impuesto al valor agregado IVA	0	0	0	0	0	0	0
Total Inversión	21,635	32,453	54,087	75,721	97,356	32,826	314,078

FUENTE: Elaboración propia.

6.2. DETERMINACIÓN DE BENEFICIOS

6.2.1. Ahorro de agua

Con la implementación de las acciones contenidas se estima tener un ahorro de agua de 32.9 Mm³, de los cuales 30.3 Mm³, que representan el 92% corresponde a agua superficial y el 9% restante, 2.6 Mm³, al ahorro de aguas subterráneas resultado de la tecnificación de las áreas regadas con los pozos profundos autorizados.

Cuadro 6.10. Estimación del ahorro de agua.

Concepto	Volumen utilizado (Miles de m ³)	Pérdidas de conducción (Miles de m ³)	Eficiencia actual (%)	Eficiencia esperada %	Pérdida esperada (Miles de m ³)	Ahorro con PRyM (Miles m ³)
Aguas superficiales						
Revestimientos						
Módulo La Palma	27,952	10,725	61.6	80.0	5,590	5,135
Módulo Cumuato	43,615	17,238	60.5	80.0	8,723	8,515
Módulo Ballesteros	30,421	11,712	61.5	80.0	6,084	5,628
Subtotal	101,989	39,676	61.1	80.0	20,398	19,278
Acciones parcelarias						
Módulo La Palma	27,319	11,201	59.0	74.2	7,047	4,154
Módulo Cumuato	25,108	10,294	59.0	67.4	8,189	2,105
Módulo Ballesteros	24,063	9,866	59.0	78.7	5,128	4,738
Subtotal	76,490	31,361	59.0	73.4	20,364	10,997
Subtotal aguas superficiales	178,479	71,037	60.2	77.2	40,762	30,275
Aguas subterráneas						
Acciones parcelarias						
Módulo La Palma	6,036	1,509	75.0	95.0	302	1,207
Módulo Cumuato	4,774	1,193	75.0	95.0	239	955
Módulo Ballesteros	2,093	523	75.0	95.0	105	419
Subtotal	12,904	3,226	75.0	95.0	645	2,581
Subtotal aguas subterráneas	12,904	3,226	75.0	95.0	645	2,581
Total	191,383	74,263	61.2%	78.4%	41,407	32,856

FUENTE: Elaboración propia.

Como se puede observar en el Cuadro 6.10, del volumen total ahorrado, 19.3 millones se obtendrán producto del mejoramiento de la eficiencia de conducción y distribución con el revestimiento de la red de canales propuesto y 13.6 millones por la modernización de los sistemas de riego parcelario y la nivelación de terrenos.

6.2.2. Situación actual

Asimismo, partiendo de la situación actual, se tiene una superficie de riego de 19,727 hectáreas, un valor de la producción para la superficie anterior de 311.928 miles de pesos, y un valor neto de la producción ó utilidad de 152,610 miles de pesos a precios sociales.

Cuadro 6.11. Situación Agrícola Sin Proyecto, a Precios Sociales

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (ton/ha)	Producción Total (\$)	Precio Medio R. (\$/ton)	Valor de la Producción (\$)	Costos Sociales (\$)	Utilidad (\$)
Ciclo Otoño – Invierno							
Cártamo	1,680	2.25	3,773	3,134	11,824,936	5,734,837	6,090,099
Cebada	741	5.07	3,757	2,638	9,908,740	3,881,595	6,027,144
Cebolla	482	26.68	12,847	2,349.4	30,184,120	14,645,868	15,538,251
Forrajes Asociados	135	3.98	537	1,962	1,053,418	688,447	364,971
Garbanzo	562	1.73	975	3,501	3,413,676	1,130,083	2,283,592
Trigo Grano	3,993	5.17	20,624	2,418	49,868,586	21,902,586	27,966,000
Otros Cultivos	923	16.75	15,462	2,121	32,798,863	13,477,543	19,321,320
Ciclo Primavera – Verano							
Maíz Grano	7,233	6.86	49,632	1,714	85,068,453	57,904,796	27,163,657
Sorgo Grano	2,844	6.50	18,498	1,393	25,760,704	15,233,797	10,526,908
Otros Cultivos	504	19.55	9,851	2,386	23,503,955	8,127,989	15,375,966
Perennes							
Alfalfa (Perennes)	317	47.06	14,899	1,321	19,681,750	5,854,152	13,827,598
Alfalfa achicalada	157	24.11	3,792	1,209	4,585,632	2,740,023	1,845,609
Fresa	82	24.54	2,011	5,473	11,007,307	6,278,553	4,728,754
Otros Cultivos	75	21.37	1,612	2,028	3,268,761	1,718,589	1,550,171
Total	19,726.94		158,269		311,928,900	159,318,859	152,610,041

FUENTE: Elaboración propia.

6.2.3. Situación actual optimizada

Con la ejecución de las acciones de optimización antes planteadas, se espera tener un impacto directo en el rendimiento de los cultivos, ya que el manejo adecuado de paquetes tecnológicos, la conservación de la infraestructura hidroagrícola, el uso eficiente de los insumos y manejo adecuado del patrón de cultivos permiten el desarrollo óptimo de estos (Cuadro 6.12).

Cuadro 6.12. Situación actual optimizada a precios sociales de 2012.

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (ton/ha)	Producción Total (ton)	Precio Medio R. (\$/ton)	Valor Bruto (\$)	Costos Sociales (\$)	Valor Neto (\$)
Cártamo (O-I)	1,680	2.25	3,787	3,134	11,868,688	5,734,837	6,133,851
Cebada (O-I)	741	5.09	3,770	2,638	9,945,402	3,881,595	6,063,807
Cebolla (O-I)	482	26.77	12,895	2,349	30,295,801	14,645,868	15,649,933
Forrajes Asociados (O-I)	135	3.99	539	1,962	1,057,315	688,447	368,868
Garbanzo (O-I)	562	1.74	979	3,501	3,426,306	1,130,083	2,296,223
Trigo Grano (O-I)	3,993	5.18	20,701	2,418	50,053,100	21,902,586	28,150,514
Otros Cultivos (O-I)	923	16.82	15,519	2,121	32,920,219	13,477,543	19,442,675
Maíz Grano (P-V)	7,233	6.89	49,816	1,714	85,383,206	57,904,796	27,478,410
Sorgo Grano (P-V)	2,844	6.53	18,566	1,393	25,856,019	15,233,797	10,622,222
Otros Cultivos (P-V)	504	19.62	9,887	2,386	23,590,920	8,127,989	15,462,931
Alfalfa (Perennes)	317	47.24	14,954	1,321	19,754,573	5,854,152	13,900,421
Alfalfa achicalada (P)	157	24.20	3,806	1,209	4,602,599	2,740,023	1,862,576
Fresa (P)	82	24.63	2,019	5,473	11,048,034	6,278,553	4,769,481
Otros Cultivos (P)	75	21.45	1,618	2,028	3,280,855	1,718,589	1,562,266
Total	19,726.94		158,854		313,083,037	159,318,859	153,764,178

FUENTE: Colegio de Postgraduados.

6.2.4. Situación con proyecto

Como resultado de las inversiones realizadas a través del Programa de Rehabilitación y Modernización en el Distrito de Riego se tiene un incremento en el valor neto de la producción. Cabe señalar que no toda la superficie del Distrito es beneficiada por las acciones realizadas, ya que se considera que solamente aquella superficie en la que se efectuaron acciones parcelarias habrá un incremento en el rendimiento, producto de las acciones de riego multicompuertas, nivelación o riegos presurizados.

En el caso de la situación con proyecto, se tiene una superficie de riego de 19,727 hectáreas, un valor de la producción para la superficie anterior de 428,967 miles de pesos, y un valor neto de la producción ó utilidad de 218,186 miles de pesos a precios sociales.

Cuadro 6.13. Situación agrícola con proyecto a precios sociales.

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (ton/ha)	Producción Total (ton)	Precio Medio R. (\$/ton)	Valor de la Producción (\$)	Costos Sociales (\$)	Utilidad (\$)
Ciclo Otoño –Invierno							
Cártamo	1,580	2.40	3,784	3,134	11,860,631	5,393,447	6,467,184
Cebada	841	5.25	4,418	2,638	11,654,560	4,405,528	7,249,032
Cebolla	782	26.94	21,055	2,349.4	49,467,916	23,769,050	25,698,866
Forrajes Asociados	135	4.08	551	1,962	1,080,865	688,447	392,418
Garbanzo	562	1.79	1,005	3,501	3,517,147	1,130,083	2,387,064
Trigo Grano	3,993	5.33	21,284	2,418	51,463,914	21,902,586	29,561,328
Otros Cultivos	923	16.90	15,598	2,121	33,087,751	13,477,543	19,610,208
Ciclo Primavera – Verano							
Maíz Grano	5,765	6.89	39,717	1,714	68,073,128	46,152,461	21,920,667
Sorgo Grano	2,644	6.70	17,719	1,393	24,675,809	14,162,549	10,513,260
Otros Cultivos	504	19.74	9,945	2,386	23,730,256	8,127,989	15,602,266
Perennes							
Alfalfa	767	47.25	36,219	1,321	47,846,941	14,175,698	33,671,243
Alfalfa achicalada	557	24.28	13,534	1,209	16,365,663	9,707,659	6,658,004
Fresa	600	25.23	15,135	5,473	82,840,279	45,969,672	36,870,607
Otros Cultivos	75	21.59	1,629	2,028	3,303,013	1,718,589	1,584,424
Total	19,727		201,592		428,967,872	210,781,300	218,186,572

FUENTE: Elaboración propia.

6.2.5. Situación incremental y evolución de los beneficios

Con el objeto de llevar a cabo la evaluación de las inversiones planteadas, se integra dentro del análisis la estimación de los incrementos en el Valor Neto de la producción agrícola, el cual, representa el flujo principal de beneficios del proyecto y que refleja los impactos que se tendrá con la implementación de las acciones de sistemas multicompuertas, nuevos sistemas de riego presurizados y nivelación de tierras.

En el Cuadro 6.14 se aprecia que el incremento en el valor neto de la producción agrícola se estabiliza en el año 2021, el cual llega a tener el valor de \$65,577 miles de pesos a precios sociales, como producto de las acciones realizadas a través del Programa.

Cuadro 6.14. Proyección del Valor Neto de la Producción Agrícola a precios sociales. Evolución de beneficios

Concepto	Unidad	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021-2042
	Año	1	2	3	4	5	6	7	8
Superficie sin proyecto	ha	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727
Valor Neto sin proyecto	Miles \$	152,610	152,610	152,610	152,610	152,610	152,610	152,610	152,610
Superficie optimizada	ha	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727
Valor neto optimizado	Miles \$	153,764	153,764	153,764	153,764	153,764	153,764	153,764	153,764
Superficie con Proyecto	ha	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727	19,727
Valor Neto con Proyecto	Miles \$	152,610	152,610	157,127	163,903	175,196	191,006	211,333	218,187
Incremento en Valor Neto de Producción Agrícola	Miles \$	0	0	4,517	11,293	22,586	38,396	58,723	65,577

FUENTE: Elaboración propia.

6.3. EVALUACION ECONOMICA

6.3.1. Flujo de efectivo

Se cálculo el flujo de efectivo y a continuación se presentan los resultados actualizados a valor presente.

Cuadro 6.15. Flujo de efectivo.

Año	Inversión (miles \$)	Costo total (miles \$)	Beneficio Neto Marginal (miles \$)	Costo total Actualizado (miles \$)	Beneficio marginal actualizado (miles \$)	Flujo Neto actualizado (miles \$)
2013	19,317	19,317	0	19,317	0	-19,317
2014	28,976	29,123	0	26,003	0	-26,003
2015	48,292	48,665	0	38,795	0	-38,795
2016	67,608	68,654	4,517	48,867	3,215	-45,652
2017	86,925	89,356	11,293	56,787	7,177	-49,610
2018	29,309	33,291	22,586	18,890	12,816	-6,074
2019		4,548	38,396	2,304	19,453	17,148
2020		4,548	58,723	2,057	26,563	24,506
2021		4,548	65,577	1,837	26,485	24,648
2022		4,548	65,577	1,640	23,648	22,008
2023		4,548	65,577	1,464	21,114	19,650
2024		4,548	65,577	1,307	18,852	17,544
2025		4,548	65,577	1,167	16,832	15,665
2026		4,548	65,577	1,042	15,028	13,986
2027		4,548	65,577	931	13,418	12,488
2028		4,548	65,577	831	11,981	11,150

Año	Inversión (miles \$)	Costo total (miles \$)	Beneficio Neto Marginal (miles \$)	Costo total Actualizado (miles \$)	Beneficio marginal actualizado (miles \$)	Flujo Neto actualizado (miles \$)
2029		4,548	65,577	742	10,697	9,955
2030		4,548	65,577	662	9,551	8,888
2031		4,548	65,577	591	8,528	7,936
2032		4,548	65,577	528	7,614	7,086
2033		4,548	65,577	471	6,798	6,327
2034		4,548	65,577	421	6,070	5,649
2035		4,548	65,577	376	5,419	5,044
2036		4,548	65,577	336	4,839	4,503
2037		4,548	65,577	300	4,320	4,021
2038		4,548	65,577	268	3,857	3,590
2039		4,548	65,577	239	3,444	3,205
2040		4,548	65,577	213	3,075	2,862
2041		4,548	65,577	190	2,746	2,555
2042		4,548	65,577	170	2,451	2,281

FUENTE: Elaboración propia.

6.3.2. Indicadores de rentabilidad

En la estimación del valor presente de los flujos de costos y beneficios se asume una tasa social de descuento del 12% y un horizonte de evaluación de 30 años. La tasa adoptada del 12% corresponde a aquella recomendada por la SHCP para reflejar el valor real de los recursos públicos y privados a ser empleados durante la ejecución y operación del programa. El horizonte de evaluación es compatible con la vida útil de las principales obras por ejecutar con el programa.

En el Cuadro 6.16 se muestran los valores obtenidos para cada uno de los indicadores de rentabilidad obtenidos en la evaluación del proyecto.

Cuadro 6.16. Indicadores de rentabilidad

Indicador	Valor
B/C	1.29
VPN (miles \$)	67,243
TIR (%)	15.49

FUENTE: Elaboración propia.

En lo que respecta al Proyecto propuesto la relación Beneficio Costo, arroja un resultado de 1.29 lo que representa un beneficio por encima de los Costos en un 29%. De tal forma que a través de este indicador se observa que el proyecto es rentable.

En lo que se refiere al Valor Presente Neto (VPN), se obtiene un valor positivo de \$ 67,243 miles de pesos en treinta años (2013-2042); lo que significa que al canalizar el Gobierno Federal los recursos planteados en el programa se espera una ganancia social positiva que lo hace atractivo desde el punto de vista de los impactos en conjunto; así como en cada una de las partes que lo conforman.

En referencia a la Tasa Interna de Retorno (TIR), los cálculos indican un valor del 15.49% para el Distrito de Riego 024 Ciénega de Chapala, cifra que es superior en 3.49 puntos porcentuales con respecto al 12% de rendimiento que tendrían los recursos de no ser invertidos en el programa, lo que demuestra un buen nivel de rentabilidad en conjunto.

6.4. ANALISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS

6.4.1. Análisis de sensibilidad

6.4.1.1. Rentabilidad de la alternativa básica

Con respecto a la rentabilidad que se obtiene en el análisis de la alternativa básica, esto es en condiciones de integralidad de los supuestos establecidos en la evaluación, Se obtienen los valores del cuadro siguiente.

Cuadro 6.17. Indicadores obtenidos del análisis de la alternativa básica

VPN (miles de \$)	TIR(%)	R B/C
67,243	15.49	1.29

FUENTE: Elaboración propia.

6.4.1.2. Rentabilidad ante cambios en los Beneficios

Se llevó a cabo la evaluación del proyecto para definir la rentabilidad del proyecto ante posibles cambios en los Beneficios, de los cuales se obtuvo los valores de rentabilidad siguientes.

Cuadro 6.18. Rentabilidad ante cambios en los Beneficios

Variación de los Beneficios (%)	TIR (%)	R B/C	VPN (Miles de \$)
0	15.49	1.29	67,243
-6	14.62	1.22	49,484
-12	13.71	1.14	31,725
-18	12.77	1.06	13,965
-22.72	12.00	1.00	0.00000

FUENTE: Elaboración propia.

Del Cuadro 6.18 se observa que el proyecto soporta como máximo una disminución en los Beneficios del 22.72%, si por alguna razón la disminución fuese mayor al valor presentado el proyecto dejaría de ser rentable.

6.4.1.3. Rentabilidad ante cambios en la magnitud de la inversión

Con el fin de definir la rentabilidad del proyecto con respecto a posibles incrementos en el monto de la inversión (lo cual, se derivaría de un efecto inflacionario y/o una posible crisis económica en el país) o que las inversiones fueran mayores a las que plantea el programa original en un 10, 20, 30 y un valor para el cual el VPN es igual a cero.

Cuadro 6.19. Indicadores obtenidos ante cambios en la magnitud de la inversión

Variación de la inversión (%)	TIR (%)	R B/C	VPN (miles de \$)
0	15.49	1.29	67,243
10	14.15	1.18	44,369
20	12.98	1.08	21,494
30	11.94	1.00	-1,381
29.40	12.00	1.00	0.00000

FUENTE: Elaboración propia.

En el Cuadro 6.19 se observa que se tiene un valor mínimo de variación de la magnitud de la inversión para que el proyecto siga siendo rentable, el valor máximo de variación de la magnitud de la inversión es de 29.40%.

6.4.1.4. Rentabilidad ante un cambio en los Precios Medios Rurales

Respecto a la rentabilidad del proyecto ante posibles cambios en los precios de venta de los productos agrícolas, se obtuvo el límite máximo de disminución del nivel de dichos precios en un 0,-3, -6,-9 y un valor para el cual el VPN es igual a cero.

Con respecto a cambios en los precios medios rurales, se observa que el proyecto soporta como máximo una disminución del precio medio rural en un 12.73%.

Cuadro 6.20. Indicadores obtenidos ante un cambio en los Precios Medios Rurales

Variación de los Precios (%)	TIR (%)	R B/C	VPN (miles de \$)
0	15.49	1.29	67,243
-3	14.71	1.22	51,395
-6	13.91	1.16	35,547
-9	13.08	1.09	19,699
-12.73	12.00	1.00	0.00000

FUENTE: Elaboración propia.

6.4.1.5. Rentabilidad ante cambios en los costos de producción

Con respecto a los resultados de la evaluación del proyecto ante los cambios en los costos de producción, lo cual, podría estar asociado a posibles cambios en sus magnitudes de los insumos agrícolas o bien en el incremento en los costos.

Cuadro 6.21. Indicadores obtenidos ante un cambio en los costos de producción

Variación de los costos De producción (%)	TIR (%)	R B/C	VPN (miles de \$)
0	15.49	1.29	67,243
5	14.92	1.24	55,629
10	14.34	1.19	44,015
15	13.74	1.14	32,401
28.95	12.00	1.00	0.00000

FUENTE: Elaboración propia.

Como se puede observar, en este caso el proyecto de Rehabilitación y Modernización del Distrito de Riego 024 el máximo incremento en los costos de producción es del 28.95%, con lo cual el proyecto siendo rentable.

6.4.2. Riesgos del Proyecto

6.4.2.1. Ante la falta de la inversión necesaria

En el supuesto de que no se pueda invertir el monto requerido para llevar a cabo la modernización integral del Distrito y se mantenga una situación similar a la que actualmente prevalece, es decir que por falta de recursos y motivación para su consecución por parte de los productores y por parte de la CONAGUA se continúe invirtiendo solamente en las acciones consideradas urgentes, se continuará acumulando la conservación diferida de la infraestructura hidráulica con su consecuente deterioro. Esto ocasionará que cada vez se pierdan mayores volúmenes dejando cada vez más superficie sin el servicio de riego con las consecuencias económicas u sociales que puedan derivarse de ello.

Adicionalmente ante la imposibilidad de llevar a cabo la inversión necesaria cada vez se derivarán menores volúmenes de agua al Lago de Chapala, lo que imposibilitaría el objetivo de recuperar o mantener el equilibrio hidrológico de la región.

6.4.2.2. Ante la persistencia de la sequía o baja disponibilidad de agua

Como se menciona en el apartado correspondiente la mayoría de las fuentes de agua superficial del Distrito muestran una tendencia a la baja. En particular el módulo de La Palma es el principal afectado en años secos debido a que parte de su concesión proviene del aprovechamiento del agua del Lago de Chapala, que con frecuencia carece de volúmenes suficientes para su extracción.

Definitivamente se considera que un periodo de sequía o de baja disponibilidad de agua recurrente afectaría gravemente a todos los usuarios del Distrito, por ello se reitera la necesidad de realizar la inversión propuesta para que se puedan lograr los ahorros de agua previstos.

6.4.2.3. Ante limitaciones de mercado

Por otra parte siempre existirán riesgos externos fuera del control de los usuarios que puedan afectar la factibilidad de proyectos de este tipo, como pueden ser ataques severos de plagas y enfermedades que puedan mermar drásticamente la producción en su conjunto y sobre todo la volatilidad de los mercados de muchos de los productos agrícolas siempre pondrán en riesgo su rentabilidad.

La consolidación paulatina de las organizaciones que puedan integrar en su organización servicios diversos para sus socios, como el financiamiento, asistencia técnica y concertación de agricultura por contrato será parte importante para atenuar las situaciones adversas que se vayan presentando.

6.4.2.4. Ante la actitud de los productores

Los conflictos internos que con frecuencia se presentan al interior de las organizaciones beneficiarias de algún tipo de inversión importante son de los riesgos más frecuentes que pueden presentarse para afectar los resultados esperados.

La problemática que actualmente en el módulo de La Palma de la Ciénega está ocasionando, entre otras consecuencias, que se dejen de percibir las cuotas de los usuarios y no se tengan los recursos mínimos necesarios para la operación y mantenimiento de los equipos de bombeo bajo su responsabilidad y que algún evento climático extraordinario pueda ocasionar la afectación de importantes superficie sembradas con las consecuentes pérdidas para los productores.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

El Programa de Rehabilitación y Modernización resulta factible desde el punto de vista económico y social. Los principales indicadores económicos analizados permiten considerar como positiva la factibilidad económica de su ejecución. El cálculo del Valor Actual Neto tiene un resultado base de 67,243 miles de pesos, la Relación Beneficio/Costo es de 1.29 y la Tasa Interna de Retorno resultó del 15.49%.

Con la implementación de las acciones propuestas en el Programa se mejorará la eficiencia, la productividad y la rentabilidad del agua. En este sentido, se estima un ahorro de 32.9 miles de m³ al año que significan un volumen de 214.5 miles de m³ en el lapso de 10 años que representan el 16% del volumen concesionado para una década y casi el 23% del volumen entregado a los usuarios en los últimos 10 años.

La inversión será un detonante para reactivar la economía regional en su conjunto, ya que el monto en inversiones tendrá un efecto multiplicador, detonando la movilización de diversos sectores económicos, elevando los niveles de vida de las familias involucradas. Es así que, con el incremento promedio en los rendimientos esperados, se estima obtener una utilidad adicional por las actividades agrícolas realizadas en el Distrito de 65,577 miles de pesos anuales.

7.2. RECOMENDACIONES

Dado los beneficios en cuanto a la mejora de eficiencias de conducción y distribución del agua, se propone que la gran mayoría del volumen ahorrado sea depositado en el Lago de Chapala, lo que sería un factor relevante en la recuperación del equilibrio hidrológico del Lago, así como de la Cuenca en su conjunto.

Adicionalmente y dado el alto costo que les representa a los usuarios la operación y el mantenimiento de los sistemas de bombeo y principalmente por la responsabilidad que implica su operación ante cualquier evento extraordinario, se recomienda analizar la factibilidad de que estos equipos sean considerados como parte de las obras de cabeza y operen bajo la responsabilidad de la CONAGUA.

Se considera necesario apoyar la consolidación de los módulos con acciones no estructurales, esto para mejorar el servicio prestado a los usuarios y coadyuvar a diversificar sus actividades en beneficio de los productores del distrito.

Las asociaciones muestran disposición, capacidad de trabajo e interés por mejorar las condiciones físicas de la infraestructura hidráulica, sin embargo no cuentan con recursos para contribuir económicamente para su realización, es por ello que se recomienda que las obras propuestas en el presente análisis de modernización puedan ser financiadas con recursos fiscales.

8. LITERATURA CITADA

- Baca, U. G. 2004. Evaluación de proyectos. Quinta Edición. Ed. McGraw-Hill. México, D.F.
- Bermúdez C.L.T. 2003. Análisis del cambio tecnológico en el distrito de riego del alto Chicamocha. *Agronomía Colombiana*. Vol. 21, num. 3. pp 220-230.
- Boehm S.B. 2005. Agua, tecnología y sociedad en la cuenca Lerma-Chapala. Una historia regional global. *Revista Nueva Antropología*. Vol. XIX, num. 064. UNAM. México. pp. 99-130.
- Caire M.G. 2005 Conflictos por el agua en la cuenca Lerma-Chapala, 1996-2002. *Región y Sociedad*. Vol. XVII, num. 034. México. pp 73-125.
- CEPEP. 2004. Evaluación Social de Proyectos. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. 2da Edición. México.
- CIIDIR. 2001. Marco Geohidrológico y Geoeléctrico del Sistema Acuífero de la Ciénega de Chapala, Michoacán, enfocado a una Gestión Sustentable”. Instituto Politécnico Nacional. Michoacán, México.
- CONAGUA. 2005. Plan Director para la modernización integral del riego en el Distrito de Riego 024 “Ciénega de Chapala”. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. Michoacán, México.
- CONAGUA. 2006. Escurrimientos de los municipios al Distrito de Riego No. 024. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. Michoacán, México.
- CONAGUA. 2010. Compendio del agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII. Lo que se debe saber del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- CONAGUA. 2011. Estadísticas del agua en México, edición 2011. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- CONAGUA. 2012a. Manual de Operación del Programa de Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego, 2012. Componente Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego. Modalidad FOFAE. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- CONAGUA. 2012b. Atlas de los Distritos de Riego 2012. En borrador. México.

- Cruz T.D.J., Ramírez J.G., Sánchez C.I., Lomas B. C. T. y Cano G.A.J. 2011. Diagnóstico y evaluación de sistemas de riego en el distrito 048 Ticul, Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Pub. Esp. Num. 1. México. pp 5-18.
- Escobar B. 2006. La cuenca Lerma Chapala. El Agua de la discordia. Gestión y Política Pública. Vol. XV, num. 2. México. pp 369-392
- FAO. 2003. Descubrir el potencial del agua para la Agricultura. Departamento de Desarrollo Sostenible. Roma. Italia.
- García De M. E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 5ª. Edición. México, D. F. 252p.
- Lomelí, G. 2006. Recursos Hidrológicos en México. Proyecto de Investigaciones del Colegio de Ciencias y Humanidades (C.C.H). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
- Mejía S.E., Palacios V.E., Exebio G.A. y Santos H.A.L.; 2002. Problemas operativos en el manejo del agua en distritos de riego. Terra Latinoamérica, abril-junio, vol. 20, numero 002. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México. pp 217-225
- Palacios V.E., Exebio G.A., Mejía S.E., Santos H.A.L. y Delgadillo P.M.E. 2002. Problemas financieros de las asociaciones de usuarios y su efecto en la conservación y operación de Distritos de Riego. Terra Latinoamericana. Vol. 20, num. 004. Chapingo, México. pp 505-513.
- Palerm V.J. 2005. Gobierno y administración de sistemas de riego. Colegio de Sonora. Región y Sociedad. Vol. XVII, num. 034. Sonora, México. pp 3-33.
- Reyes M.A. y Quintero S. M.L. 2009. Problemática el agua en los distritos de riego por bombeo del estado de Sonora. Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM. Revista Digital Universitaria. Vol. 10, num. 8. México.
- Rubiños P.E., Palacios V.E, Martínez D.M., Valdivia A. R. y Hernández A. E. Caracterización del mercado de los derechos de agua en distritos de riego. Terra Latinoamericana. Vol. 22, num. 2. pp 217-224.
- Sullivan G.W., Wicks E.M. y Luxhoj J.T. 2004. Ingeniería Económica de DeGarmo. Duodécima Edición. Pearson Educación. México.