



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

**ANALISIS COSTO – BENEFICIO DE LA AMPLIACIÓN DEL  
DISTRITO DE RIEGO N° 110 “RÍO VERDE – PROGRESO, OAX.”**

JOSE FILIBERTO RAMOS SOLANO

**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 costo – beneficio de la ampliación del Distrito de Riego N° 110 "Río Verde – Progreso, Oax.", realizada por el Alumno: José Filiberto Ramos Solano, 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. JESÚS CHÁVEZ MORALES

DIRECTOR  
DE TESIS



DR. ROBERTO ASCENCIO HERNÁNDEZ

ASESOR:



DR. HÉCTOR FLORES MAGDALENO

Montecillo, Texcoco, Estado de México; Abril de 2013

## RESUMEN

Se presenta una propuesta de ampliación del Distrito de Riego 110 “Río Verde – Progreso, Oax.”, como una de las acciones complementarias del proyecto de generación de energía eléctrica “Paso de la Reyna”, impulsada por el Gobierno Federal a través de la Comisión Federal de Electricidad. El proyecto de inversión considera incorporar la superficie dominada por la COTA 35, que parte de la base de la cortina de la presa de regulación que se ubicará aguas abajo de la presa “Paso de la Reyna”, y que suman 8,566 hectáreas. Para fines de análisis, el proyecto de ampliación se dividió en dos partes: a) dos líneas principales de conducción, una a cada margen del Río Verde, que suman una longitud total de 56,307 m y que dominan toda la superficie de ampliación considerada, y b) La tecnificación parcelaria de la superficie de ampliación propuesta con la introducción de diferentes tipos de sistemas de riego presurizados. La presión requerida para la operación de los sistemas de riego considerados, será suministrada por la carga geométrica originada por el desnivel topográfico de la zona. El análisis costo – beneficio practicado al proyecto de inversión propuesto, en los términos referidos, arrojó los siguientes indicadores financieros: VAN: 215.98 millones de pesos anuales a plena maduración del proyecto, TIR:15.33% y una R CB: 1.29. Lo que indica que el proyecto es económicamente viable. Por otra parte, el análisis de sensibilidad indicó que el proyecto no es sensible ante incrementos en la magnitud de la inversión ni a los costos de producción, pudiendo soportar incrementos del orden de 28 y 59%, respectivamente. Así mismo, permite una reducción en los beneficios obtenidos y en los precios de las cosechas del orden 22 y 15%, respectivamente. Por lo anterior, se concluye que el proyecto de ampliación del Distrito de Riego 110, es técnica y económicamente viable e impactará positivamente como detonante de la economía de la región.

**Palabras clave:** Modernización del riego, Paso de la Reyna, riego presurizado, análisis costo-beneficio.

## ABSTRACT

A proposal to increase the irrigation area of the Distrito de Riego 110 “Río Verde – Progreso, Oax.” is presented. This proposal is part of the project of electrical energy generation “Paso de la Reyna”, recommended by the Mexican Federal Government through the Comisión Federal de Electricidad. The project considers to incorporate the area dominated by the LEVEL 35, which starts on the base of the regulation dam that will be established downstream from the dam “Paso de la Reyna”. The new irrigated area would add 8,566 hectares. The analysis of the increase project is divided into two parts: a) the construction of two principal conduction lines in each margin of the Rio Verde with an total length of 56,307 m embracing the new total area to be incorporated, and b) The technological improvement with the installation of the different types of pressurized irrigation systems in the new proposed area. The operational pressure for the suggested irrigation systems will be supplied by the geometric head which source is the topographic level difference between the new area and the dam. The cost–benefit analysis applied to the proposed investment project under the above-mentioned terms gives the following financial indicators: VAN: 215.98 million of pesos per year in the complete maturation of the project, TIR:15.33 % and one R B/C: 1.29. Those values evidence that the project is economically viable. On the other hand, the sensitivity analysis indicated that the project is not sensitive to the increases in the magnitude of the investment neither to the production costs being able to support increases of 28% and 59 % respectively. In addition, the project allows a reduction in the obtained benefits and in the prices of the crops of 22% and 15 %, respectively. Therefore it can be concluded that the project of an area increase of the Distrito de Riego 110 is technical and economically feasible and will help positively to the regional economy.

**Palabras clave:** Irrigation improvement, Paso de la Reyna, pressurized irrigation, cost-benefit analysis.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
INDICE DE CUADROS DEL ANEXO .....	vii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
2.3 Hipótesis .....	3
3 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Características del área. ....	4
3.1.1 Ubicación.....	4
3.1.2 Fisiografía.....	5
3.1.3 Clima. ....	5
3.1.4 Hidrología.....	6
3.1.5 Calidad del Agua. ....	6
3.1.6 Suelos. ....	7
3.1.7 Uso del suelo y vegetación.....	7
3.1.8 Impacto Ambiental. ....	8
3.1.9 Organización básica para el riego.....	9
3.2 Características del Proyecto de la Presa Paso de la Reyna.....	9
3.3 Requerimientos hídricos de los cultivos. ....	9
3.4 Los sistemas de Riego.....	10
3.4.1 Riego Superficial o por gravedad .....	10
3.4.2 Riego presurizado.....	11
3.5 Los sistemas de Información Geográfica.....	16
3.6 Modelos de Elevación Digital.....	16
3.7 Evaluación económica. ....	16
4 MATERIALES, EQUIPOS Y MÉTODOS.....	19
4.1 Materiales.....	19
4.2 Equipo.....	19
4.3 Área de estudio. ....	19
4.4 Método de estudio de la zona. ....	19
4.4.1 Ubicación, delimitación de la zona de ampliación de riego.....	19
4.4.2 Caracterización de la situación sin proyecto y posibles soluciones. ....	20
4.4.3 Elaboración del anteproyecto de la ampliación del DR110. ....	20
4.4.4 Caracterización de la situación con proyecto. ....	21
4.4.5 Evaluación económica del proyecto.....	21
4.4.6 Análisis de sensibilidad y riesgos de la ampliación de la zona de riego en el DR110.....	22
5 RESULTADOS.....	23
5.1 Delimitación de la zona de ampliación de riego.....	23
5.2 Caracterización de la situación sin proyecto y posibles soluciones.....	23
5.2.1 Volumen y valor de la producción para la situación actual.....	23

5.2.2 Diagnostico de la situación actual. ....	24
5.2.3 Descripción de la situación actual optimizada. ....	25
5.3 Elaboración del proyecto de la ampliación del DR 110 .....	25
5.3.1 Requerimiento de riego de los cultivos. ....	25
5.3.2 Red de Distribución. ....	28
5.3.3 Riego parcelario.....	29
5.4 Impactos y beneficios económicos del proyecto. ....	29
5.5 Evaluación del proyecto.....	30
5.5.1 Valoración y cuantificación de costos. ....	30
5.5.2 Valoración y cuantificación de los beneficios.....	32
5.5.3 Flujo de costos y beneficios .....	33
5.5.4 Indicadores de rentabilidad.....	34
5.6 Análisis de sensibilidad y riesgos. ....	34
5.6.1 Cambio en el precio medio rural. ....	34
5.6.2 Cambio en los costos de producción. ....	35
5.6.3 Cambios en la magnitud de la inversión.....	35
5.6.4 Cambios en los beneficios. ....	36
5.6.5 Análisis de riesgo .....	36
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
6.1 Conclusiones.....	38
6.2 Recomendaciones .....	38
7 BIBLIOGRAFÍA.....	39
8 ANEXOS.....	40
8.1 Normales climatológicas de la Estación Río Grande.....	40
8.2 Requerimiento de riego y calendario de riego.....	41
8.3 Análisis de sensibilidad. ....	54
8.4 Plano de cultivos actuales.....	78
8.5 Plano de Curvas de Nivel.....	79
8.6 Plano de secciones de riego .....	80
8.7 Plano diseño hidráulico de tuberías .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1.	Localización del área de estudio.....	4
Figura 3. 2.	Gastos medios mensuales en el sitio del PH Paso de la Reyna (m <sup>3</sup> /s). .....	6
Figura 3. 3.	Uso del suelo y vegetación. ....	8
Figura 3. 4.	Impacto ambiental. ....	8
Figura 3. 5.	Esquema del Proyecto de la Presa “Paso de la Reyna”. ....	9

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Valores generales del clima.....	5
Cuadro 5.1. Cultivos, número de productores y superficies establecidos .....	23
Cuadro 5.2. Valor Neto de la Producción a Precios Sociales del 2012 sin Proyecto.....	24
Cuadro 5.3. Patrón de cultivos y superficies.....	25
Cuadro 5.4. Datos de clima y ETo. ....	26
Cuadro 5.5. Precipitación efectiva calculada.....	26
Cuadro 5.6. Requerimientos de riego de los diferentes cultivos propuestos (mm).....	27
Cuadro 5.7. Volumen de riego en m <sup>3</sup> . ....	27
Cuadro 5.8. Calculo de la línea principal margen derecha.....	28
Cuadro 5.9. Cálculo de la línea principal margen izquierda. ....	28
Cuadro 5.10. Superficie por tipo de sistema de riego.....	29
Cuadro 5.11. Valor de la producción, a plena maduración y a precios del mercado de 2012. .....	30
Cuadro 5.12. Factores de ajuste utilizados en el análisis económico del proyecto .....	30
Cuadro 5.13. Inversiones requeridas en infraestructura para la implementación de la totalidad del proyecto .....	31
Cuadro 5.14. Costos de operación y mantenimiento del proyecto a precios de 2012.....	31
Cuadro 5.15. Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios sociales de 2012. ....	31
Cuadro 5.16. Incremento en el valor de la producción a plena madurez del proyecto completo, a precios sociales de 2012 .....	32
Cuadro 5.17. Flujo de efectivo de los costos y beneficios del proyecto, a precios sociales de 2012. ....	33
Cuadro 5.18. Indicadores económicos ante los cambios en los precios agrícolas, a precios sociales de 2012,.....	34
Cuadro 5.19. Indicadores económicos ante los cambios en Costos de Producción, a precios sociales de 2012.....	35
Cuadro 5. 20. Indicadores económicos ante los cambios en Magnitud de la Inversión a precios sociales de 2012, .....	36
Cuadro 5.21. Indicadores económicos ante los cambios en los beneficios .....	36



## INDICE DE CUADROS DEL ANEXO

Cuadro 8. 1.	Requerimientos de riego del maíz.....	41
Cuadro 8. 2.	Requerimientos de riego del sorgo .....	41
Cuadro 8. 3.	Requerimiento de riego cacahuate .....	42
Cuadro 8. 4.	Requerimiento de riego limón .....	43
Cuadro 8. 5.	Requerimientos de riego mango .....	44
Cuadro 8. 6.	Requerimientos de riego del Papayo.....	45
Cuadro 8. 7.	Requerimientos de riego plátano .....	46
Cuadro 8. 8.	Requerimientos de riego pasto.....	47
Cuadro 8. 9.	Requerimiento de riego cocotero .....	48
Cuadro 8. 10.	Calendario de riegos del maíz.....	49
Cuadro 8. 11.	Calendario de riegos del sorgo.....	49
Cuadro 8. 12.	Calendario de riegos cacahuate.....	49
Cuadro 8. 13.	Calendario de riegos Limón.....	50
Cuadro 8. 14.	Calendario de riegos mango.....	50
Cuadro 8. 15.	Calendario de riegos del Papayo.....	51
Cuadro 8. 16.	Calendarios de riego plátano.....	52
Cuadro 8. 17.	Calendario de riegos pasto .....	52
Cuadro 8. 18.	Calendario de riego cocotero .....	53

# 1 INTRODUCCIÓN

El Distrito de Riego N° 110 “Río Verde – Progreso, Oax.”, se localiza al SW del Estado de Oaxaca, México, en los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa Tututepec de Melchor Ocampo. Cuenta con 6,500 ha con infraestructura hidroagrícola donde se siembran cultivos como limón, plátano, mango, papaya, cocotero, pastos, maíz, cacahuete y sorgo.

El gobierno federal a través de la Comisión Federal de Electricidad, promueve el proyecto para la generación de energía eléctrica “Paso de la Reyna”, en la Costa de Oaxaca y al mismo tiempo busca que este sea un posible detonante económico en la región, mediante acciones complementarias tales como:

- ✚ Ampliación de la superficie de riego.
- ✚ Control de avenidas.
- ✚ Disponibilidad de agua para consumo humano.
- ✚ Transporte fluvial.
- ✚ Desarrollo de actividades productivas alternas.
- ✚ Ecoturismo.
- ✚ Mejoramiento de la infraestructura municipal.
- ✚ Desarrollo comunitario.
- ✚ Construcción y mejoramiento de caminos.
- ✚ Empleo temporal.

Para este propósito, se está consultando e involucrando diferentes sectores de la población, niveles de gobierno e instituciones relacionados con el sector, mediante diferentes estrategias:

- Reuniones informativas con: estudiantes, habitantes de las localidades, personal del Gobierno Federal, Estatal, Municipal y Agrario, usuarios del Distrito de Riego, organizaciones no gubernamentales, líderes religiosos, centros de investigación y educación superior.
- Asambleas para la solicitud y obtención de anuencias para desarrollar los estudios que permitirán definir la sustentabilidad del proyecto.
- Visitas de pobladores y autoridades locales a centrales hidroeléctricas, en otras partes de la Republica Mexicana.
- Entrega de información (trípticos, videos), referente a proyectos hidroeléctricos.
- Promoción y conformación del Comité Intersectorial para la planeación y desarrollo del proyecto.

Considerando este proceso de consulta e involucramiento de las diferentes componentes de la sociedad y en base a los resultados preliminares de los estudios, es posible afirmar que sí es factible realizar el proyecto de Aprovechamiento Hidráulico de Usos Múltiples “Paso de la Reyna, Oax.”

Por otra parte, el uso de las tierras en la zona de ampliación del Distrito de Riego N° 110, se realiza de manera limitativa debido a la falta de agua para los cultivos, de ahí la importancia de incorporar esta superficie a los procesos productivos bajo riego, con lo que se esperan optimizar los procesos productivos y potenciar los rendimientos y beneficios alcanzados en el área de interés.

## **2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **2.1 Objetivo general**

Realizar el análisis costo - beneficio para determinar la factibilidad económica de ampliar la zona de riego en el DR 110.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Recopilar la información básica de estudios de factibilidad técnica de ampliación de la zona de riego en el DR110.
- Evaluación económica para la ampliación de la zona de riego en el DR110.
- Análisis de sensibilidad y riesgos de la ampliación de la zona de riego en el DR110.

### **2.3 Hipótesis**

- Existe potencial para la ampliación de la zona de riego en el Distrito de Riego N°110, una vez construida la Presa Hidroeléctrica Paso de la Reyna.
- La ampliación de la zona de riego del Distrito de Riego 110 es factible técnica y económicamente

### 3 REVISIÓN DE LITERATURA.

#### 3.1 Características del área.

##### 3.1.1 Ubicación.

El Distrito de riego N° 110: “Río Verde - Progreso, Oaxaca”; se encuentra ubicado en el sureste de la planicie costera del Estado de Oaxaca, en los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, ambos en las márgenes del Río Verde (Figura 3. 1). Geográficamente, es el área comprendida entre las coordenadas extremas 15° 57' 30" y 16° 12' 00" de Latitud Norte y 97° 32' 00" y 97° 48' 00" Longitud Oeste de Greenwich

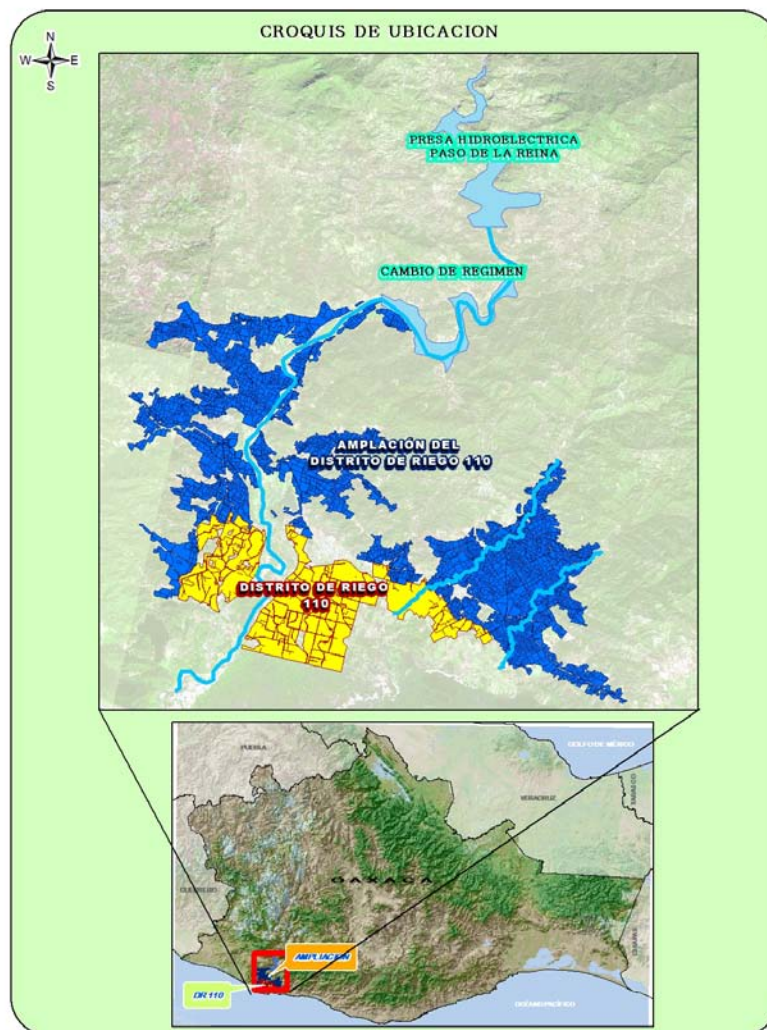


Figura 3. 1. Localización del área de estudio.

### 3.1.2 Fisiografía.

Fisiográficamente, la zona de ampliación del Distrito de Riego 110 se ubica en las estribaciones de la provincia de la Sierra Madre del Sur, en la subprovincia de las Costas del Sur, (en la llanura costera del Océano Pacífico) en un sistema de topofomas de llanuras tendidas, asociada con lomeríos.

Los materiales de depósitos lacustres, aluvión y caliche que conforman la región, corresponden a la era Cenozoica del período Cuaternario hasta el Reciente, formando el aluvión material arenoso mal graduado y poco consolidado, que lo hace apto para aprovechamiento de riego, (SARH (1985).

De acuerdo con los estudios Geohidrológicos realizados por la SARH (1985) indican que las elevaciones del nivel freático varían entre 10 y 50 msnm, llegando en la línea de la costa hasta un metro; la profundidad media del nivel oscila entre 0.90 y 5.30 metro.

### 3.1.3 Clima.

La estación meteorológica representativa es la ubicada en Río Grande, Oax., con coordenadas de 17° 59' de latitud norte y a 97° 25' de latitud oeste. Los datos de las normales climatológicas se anotan en el Anexo 1.

Cuadro 3.1. Valores generales del clima.

Concepto	Valores
Precipitación media anual	1,202.3 mm.
Temperatura media anual	26.6° C.
Temperatura máxima extrema	37.5° C.
Temperatura mínima extrema	12.0° C.
Evaporación media anual	2055.5 mm.

El clima que predomina, según clasificación del Dr. C.W. Thorntwaite, es semiseco, con gran demasía de agua en el invierno, cálido y régimen normal de calor en verano.

El periodo lluvioso inicia en el mes de junio, en el cual se presenta una demasía de agua, hasta de 130 mm por arriba de la evaporación, por lo que en este periodo de cuatro meses se da una saturación excesiva en los suelos, que de no funcionar los drenes, se corre el riesgo de inundación.

Por el contrario, el periodo seco se inicia en el mes de noviembre, al mes de abril, siendo el mes más crítico el de marzo con cero precipitación.

La temperatura media anual oscila entre 25.5° C a 28.3° C. En el periodo de primavera, la temperatura media más alta se presenta en el mes de mayo con 28.3° C; en el verano es en el mes de junio con 27.2° C; en otoño en el mes de julio con 27.1° C y para el invierno la

temperatura media es de 25.5° C. En el área de influencia propuesta para la ampliación del Distrito de Riego no se han presentado heladas ni granizo.

Respecto a las temperaturas extremas, la máxima se presenta en el mes de abril con 37.5° C y la mínima en el mes de enero con 12.0° C.

Los vientos predominantes van de noroeste a suroeste con intensidad débil. En ocasiones se presentan ciclones en los meses de agosto a octubre, perjudicando a los cultivos, sin embargo los daños más cuantiosos han sido ocasionados por inundaciones.

### 3.1.4 Hidrología.

La cuenca del Río Verde hasta la estación Paso de la Reina es de 17,617 km<sup>2</sup> y se ubica en la Región Hidrológica No. 20 (Costa Chica-Río Verde). Los datos hidrométricos disponibles de la estación hidrométrica Paso de la Reina (Figura 3. 2), indican que escurren durante el período comprendido entre junio a octubre más de 700 m<sup>3</sup>/s y de noviembre a mayo menos de 240 m<sup>3</sup>/s alcanzando los mayores gastos más de 908 m<sup>3</sup>/s durante el mes de septiembre. De 1961 a 1974 se han registrado los gastos siguientes: Máximo de 1,000 m<sup>3</sup>/s el 18 de junio de 1974; mínimo de 7.38 m<sup>3</sup>/s el 15 de mayo de 1967. (CFE, 2008).

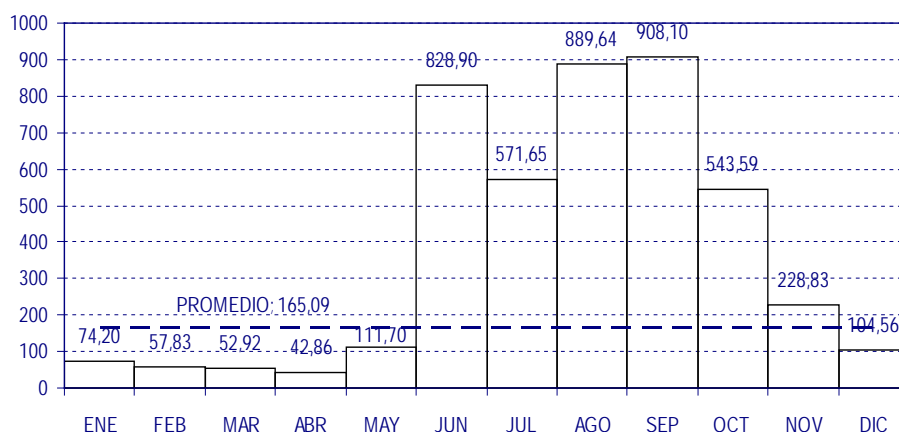


Figura 3. 2. Gastos medios mensuales en el sitio del PH Paso de la Reina (m<sup>3</sup>/s).

### 3.1.5 Calidad del Agua.

En un estudio realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH,1978), se encontró que los elementos hierro y manganeso rebasan la norma para agua potable, pero en general es aceptable para consumo humano. El agua para uso agrícola es del tipo C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, ya que poseen salinidad media y escasas posibilidades de elevar la concentración de sodio intercambiable, considerándose aceptables para este fin (Ayers y Westcot, 1987)

### 3.1.6 Suelos.

Las principales limitantes de suelos en la planicie costera pueden ser: la textura, la profundidad del manto freático, la salinidad y el microrelieve. La cartografía del INEGI (1981), señala que en el área de proyecto se identifican cinco unidades taxonómicas: fluvisol éutrico, solonchak ótrico, gleysol sódico y regosol éutrico.

**Fluvisol éutrico.** Son suelos derivados del intemperismo de sedimentos recientes depositados por vía aluvial, provenientes de la alteración de granitos que constituyen el batolito de la costa de Oaxaca. En la planicie costera de la zona, son completamente dominantes. En cuanto al tipo de arcillas y el carácter de saturación, estos suelos se han tipificado como sialíticos, es decir, que en su formación han intervenido por igual los elementos de sílice y aluminio; la relación  $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$  varía de 2 a 4. La mayor parte de estos suelos son utilizados en la agricultura de temporal y en actividades agropecuarias de carácter extensivo.

**Solonchak ótrico.** Son suelos aledaños a las lagunas costeras, así como de áreas bajas o en depresiones, desarrollan procesos salinos incipientes y en ocasiones acentuados, al grado de producir pequeñas áreas aisladas desprovistas de vegetación. Las sales que se manifiestan son los cloruros, predominando los de sodio, que propician el desarrollo de plantas halófitas. Los procesos de salinización no son severos debido a que las texturas no son pesadas e inclusive el tipo de arcilla que tiende a desarrollarse es de baja capacidad de intercambio; aunado a estos factores se tiene que la lluvia promueve lavados en forma natural. Su uso actual es de vegetación natural.

**Gleysol sódico.** Son suelos que se desarrollan en ambientes paludales y parálidos; es decir, en los ambientes pantanosos. Por sus condiciones se exceptúan de la clasificación agrológica por su difícil e incosteable recuperación con fines agrícolas.

**Regosol éutrico.** Son suelos delgados, producto del intemperismo de granitos, pertenecientes a los suelos de las serranías o montañas complejas, constituidas principalmente por rocas graníticas, presentan un proceso de laterización incipiente. Por su escasa profundidad y la topografía abrupta en que se encuentran, no son recomendables para fines agrícolas.

### 3.1.7 Uso del suelo y vegetación.

Tomando como referencia el estudio elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (Figura 3. 3), se determina que para la zona de ampliación del DR110, el suelo y vegetación son los siguientes: Agricultura de riego, agricultura de temporal, asentamientos humanos y pastizales.



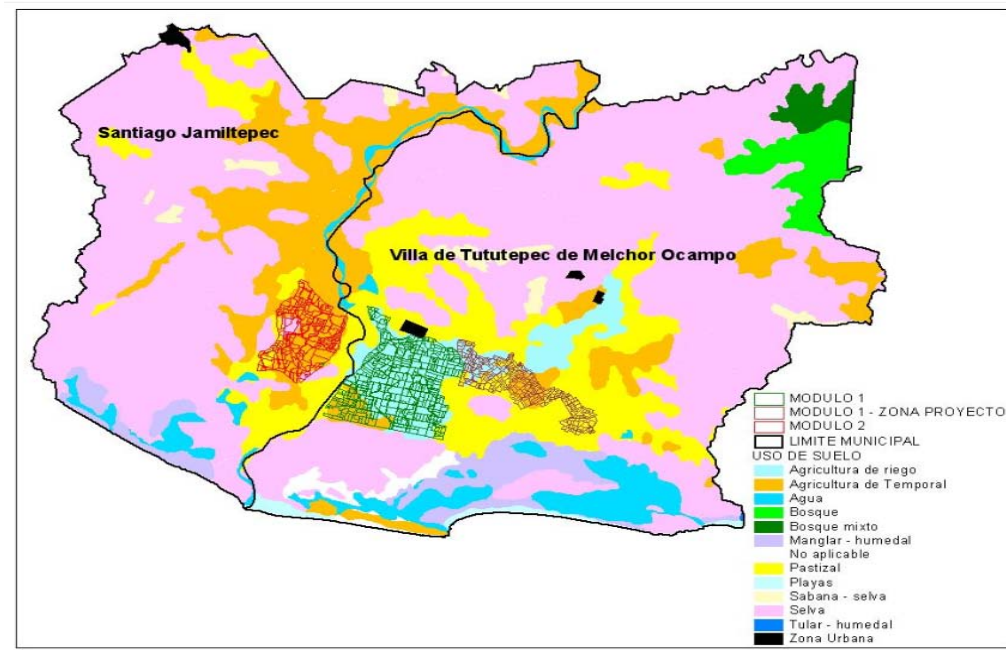


Figura 3. 3. Uso del suelo y vegetación.

### 3.1.8 Impacto Ambiental.

El impacto ambiental de la zona del proyecto de la Presa Hidroeléctrica “Paso de la Reyna”, se ilustra en la (Figura 3. 4).

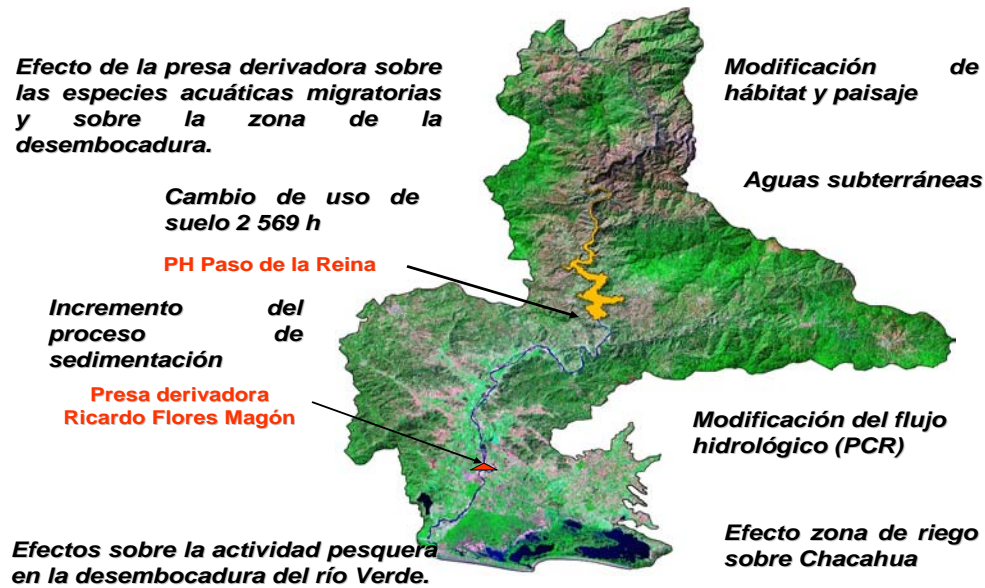


Figura 3. 4. Impacto ambiental.

### 3.1.9 Organización básica para el riego.

La organización básica del Distrito de Riego 110, para la distribución del agua, lo integran dos Asociaciones de usuarios de riego legalmente constituidas:

- Usuarios de riego de la margen izquierda (zona de gravedad) del distrito de riego Rio Verde - Progreso, A. C.
- Agropecuarios del Sistema de Riego Rio Verde, Oaxaca.

Estas asociaciones son las responsables de operar, conservar y administrar la infraestructura de riego, en concordancia con lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.

### 3.2 Características del Proyecto de la Presa Paso de la Reyna.

En la (Figura 3. 5), se ilustra las características principales del proyecto constructivo, de la presa hidroeléctrica “Paso de la Reyna”.

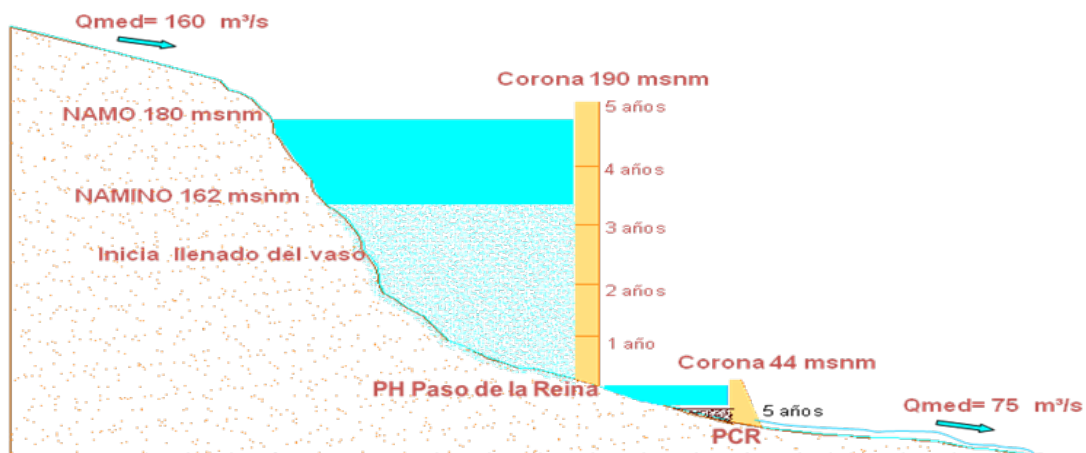


Figura 3. 5. Esquema del Proyecto de la Presa “Paso de la Reyna”.

### 3.3 Requerimientos hídricos de los cultivos.

Para satisfacer, los requerimientos de agua de los cultivos, es indispensable conocer i) la estimación del consumo de agua diario de cada cultivo, ii) la cuantificación de las necesidades hídricas de los cultivos establecidos o a establecer en un futuro, y iii) la distribución de los riegos en la superficie, durante el año (IMTA, 1997).

El CROPWAT 8.0 es una herramienta de apoyo desarrollada por el Departamento de Desarrollo de Tierras y Aguas de la FAO. El programa CROPWAT 8.0 permite realizar el cálculo de los requerimientos hídricos de los cultivos y la programación de riegos. El programa puede utilizar bases de datos climáticos existentes o recibir registros nuevos de clima de alguna estación automática. La estimación de los requerimientos hídricos de los cultivos requiere de información climática, edáfica e información sobre el estado de desarrollo del cultivo (CP, 2011<sup>b</sup>).

Mediante este programa es posible desarrollar calendarios de riego bajo diferentes condiciones de manejo y para diferentes patrones de cultivo. El programa puede ser utilizado para evaluar las prácticas de riego de los agricultores, para evaluar el desempeño de los cultivos bajo condiciones de riego y de temporal (CP, 2011<sup>b</sup>).

Todos los procedimientos de cálculo utilizados en el programa están basados en las publicaciones de la FAO de la serie de Riego y Drenaje: la publicación No 56: “Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements” y la publicación No 33: “Yield response to water” (CP, 2011<sup>b</sup>).

Entre las nuevas características de la versión 8.0 de CROPWAT se incluyen: la utilización de datos mensuales, decenales y diarios de clima para realizar la estimación de la evapotranspiración (ET) de referencia; presenta compatibilidad para leer la información climática de la base de datos mundial CLIMWAT desarrollado por la FAO; permite la estimación de datos climáticos en la ausencia de datos medidos; permite estimar los requerimientos hídricos de los cultivos a nivel decenal y diario; permite realizar un balance hídrico a nivel diario; etc. (CP, 2011<sup>b</sup>).

### **3.4 Los sistemas de Riego.**

Se denomina sistema de riego, al conjunto de elementos y estructuras, que permite conducir, distribuir y aplicar agua hasta la zona de raíces de las plantas. Existen diferentes tipos de sistemas de riego, a continuación se describen brevemente las de más comunes.

#### **3.4.1 Riego Superficial o por gravedad**

Riego donde la superficie del suelo es usada como conducto. El agua no se bombea, pero fluye y es distribuida por gravedad (CP, 2011<sup>b</sup>).

Riego por surcos.

Con este método, pequeños canales a surcos son usados para conducir el agua sobre la superficie del suelo en flujos pequeños, individuales y paralelos. Este método es todavía muy común en cultivos en hileras a través del mundo. Las corrugaciones a pequeños surcos son frecuentemente usados en cultivos de siembra densa. Este método es especialmente

bueno para suelos de baja velocidad de infiltración o que sus partículas se dispersan cuando se inundan formando costras duras cuando se secan. Los surcos en contorno facilitan el riego en terrenos con pendientes más pronunciadas sin crear problemas potenciales de erosión (CP, 2011<sup>b</sup>).

#### Riego por melgas

Consiste en regar controlando la inundación de la superficie. El campo es dividido en franjas (melgas) mediante bordos paralelos creando un canal ancho de poca profundidad. El agua es introducida en la cabeza superior y progresivamente cubre la superficie completa. Existen principalmente dos tipos de riego por melgas: Abiertas, y a nivel o cerradas (CP, 2011<sup>b</sup>).

#### 3.4.2 Riego presurizado

El riego presurizado consiste básicamente en aplicar el agua de riego en forma localizada en los cultivos. Pertenece al tipo de sistema de riego tecnificado, que permite que el agua se deposite en forma controlada en una determinada zona del suelo evitando el escurrimiento superficial (CP, 2011<sup>b</sup>).

Cuando se habla de Riego presurizado es aquel que para funcionar necesita una cierta presión de operación, la cual es aportada por un sistema de bombeo; existen diferentes tipos y pueden ser diferenciados dependiendo de sus características, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

##### Entubado y Multicompuertas.

Una forma de tecnificación del riego por gravedad es usando entubados o tuberías multicompuertas (sistemas de baja presión que buscan reducir la pérdida por infiltración al eliminar los canales a cielo abierto hasta la parcela). Se estima una eficiencia de aplicación entre el 40 y el 75 % (CP, 2011<sup>b</sup>).

##### Aspersión.

En general, un sistema de riego por aspersión se caracteriza por una aplicación del agua que simula una lluvia más o menos intensa, preferentemente uniforme sobre la parcela con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae, y que presumiblemente es la zona de raíces del cultivo (CP, 2011<sup>b</sup>).

En función del caudal, presión y forma de montar los aspersores puede variar, en general todos los sistemas de aspersión usa dispositivos de emisión o descarga en los que la presión disponible en el ramal o lateral de riego induce un caudal de salida. La diferencia básica entre los diversos métodos radica en la magnitud de la presión y en la geometría del aspersor (CP, 2011<sup>b</sup>).

Este sistema de riego se aplica a través de tubos perforados o boquillas operadas a presión para formar el patrón de mojado que simula la lluvia. Su eficiencia de aplicación va del 60 al 80 % (CP, 2011<sup>b</sup>).

**Aspersión portátil.** Se refiere a equipos que tienen la facilidad de desmontar la tubería regante y los aspersores de un lugar a otro (CP, 2011<sup>b</sup>).

**Aspersión fija.** Son equipos de aspersión con todos sus elementos permanentes sobre el campo (CP, 2011<sup>b</sup>).

**Cañones.** Son aspersores de gran tamaño que cubren diámetros mayores a 70 m. Pueden moverse manual o mecánicamente. Sus desventajas, son:

- Costos de instalación y mantenimiento altos, por lo que es necesario adoptar programas de mantenimiento preventivos así como ajustes correctivos.
- En zonas con vientos fuertes (mayores a 8 km/h) ocasiona baja uniformidad del riego, lo que se traduce en un desarrollo irregular del cultivo.
- En zonas con baja humedad relativa, ésta favorece la evaporación.
- Estos sistemas requieren de más energía para el mismo volumen de agua que los sistemas superficiales, esto porque es necesario una elevación adicional y mantener la presión en los aspersores. (CP, 2011<sup>b</sup>).

**Aspersión Mecanizada.** Son sistemas de aspersión, donde las líneas laterales para su operación emplean un mecanismo motorizado y la aplicación del riego se realiza con el equipo en movimiento, a excepción del side roll. La eficiencia de aplicación que se alcanza con este tipo de equipos de riego es del orden de 70-85% (CP, 2011<sup>b</sup>).

Side-roll. Se caracteriza por tener un sistema de ruedas que le dan movilidad a la tubería regante, la que sirve como eje, es un sistema limitado en su operación a terrenos muy regulares en su topografía, tendiendo a ser rectangulares (CP, 2011<sup>b</sup>).

Es un sistema que consiste de una línea lateral de tubo de aluminio de 100 o 125 mm (4" o 5") montados sobre ruedas de 1.2 a 2.4 m (4 a 8 pies) de diámetro, donde los tubos actúan como ejes y en ellos se conectan los aspersores del sistema. El sistema se mueve de una posición a otra mediante un motor montado usualmente en la mitad de la línea lateral. El riego se realiza con el sistema en forma estática en cada posición y una vez que se han completado las necesidades de riego, se arranca el motor y se desplaza a la siguiente posición (CP, 2011<sup>b</sup>).

Pivote Central. Riego por aspersión automatizado que se efectúa girando automáticamente la tubería de aspersores, supliendo de agua a las boquillas de los aspersores, como un radio desde el centro de la superficie que será regada (CP, 2011<sup>b</sup>).

Avance Frontal. La estructura de un equipo de avance frontal, también conocido como movimiento lateral, es muy similar al pivote central, con la diferencia de que no tienen

anclado uno de sus extremos (punto pivote) por el que se abastece de agua al equipo y en lugar de moverse en círculo, el equipo de movimiento lateral se mueve en línea recta a través del campo, generalmente en el sentido y orientación de los surcos. En lugar de tener un punto pivote, un movimiento lateral cuenta con una torre maestra que mueve el resto del equipo. El suministro eléctrico puede ser mediante un generador que generalmente va montado sobre el carro del equipo, o bien se puede conectar a una red de energía eléctrica convencional (CP, 2011<sup>b</sup>).

El suministro de agua en un movimiento lateral puede hacerse ya sea por un punto ubicado al centro de la línea lateral o en uno de los extremos del equipo. El suministro puede ser entregado mediante un hidrante o por un canal. En el caso de los equipos abastecidos por un canal a cielo abierto, estos deben contar con un sistema de bombeo para proporcionar la presión requerida para su operación, mientras que en los equipos que se entrega el agua a través de una válvula hidrante deben incluir una manguera flexible para conectar esta válvula con el equipo y a través de la misma suministrar el agua y hacer llegar la presión necesaria para su operación (CP, 2011<sup>b</sup>).

Cañón viajero. Sistema de riego por aspersión, consiste de un solo aspersor que rota y se mueve automáticamente. El nombre se refiere al hecho de que la base está sobre ruedas y puede moverse por el regador o fijado a una cuerda guía (CP, 2011<sup>b</sup>).

Ventajas:

- Permiten una mejor distribución del agua en las zonas de riego.
- Menores presiones de operación con respecto a los sistemas no mecanizados.
- Alta eficiencia de aplicación.
- Se logran altos grados de automatización con el consiguiente ahorro de agua y energía.

Desventajas:

- Disponibilidad de energía.
- Geometría regular del terreno.
- Pendiente del terreno menor de 6%.
- Superficies mayores de 4 ha.

Microaspersión.

Es un sistema que se caracteriza por aplicar el agua en un punto específico en forma de lluvia fina o de niebla, permite uniformidades de riego muy altas, es excelente para usarse en sistemas de ferti-irrigación, también es usado para combate de heladas. La eficiencia de aplicación de este tipo de sistemas es del orden de 80-90%. (CP, 2011<sup>b</sup>).

### Ventajas:

- No moja la totalidad del suelo.
- Permite el riego por debajo de las copas de las plantas sin mojarlas.
- Se disminuye el efecto negativo del viento, pudiendo dirigir el chorro hacia abajo.
- Tiene menos pérdidas por evaporación que los anteriores.
- Facilidad de incorporación el fertirriego.

### Desventajas:

- Alto costo de instalación altos.
- Susceptibilidad de taponamiento de los emisores.

### Goteo

El riego por goteo es el sistema de riego localizado más popular, en el cual el agua circula a presión por un sistema de tuberías hasta llegar a emisores de bajo caudal conocidos como goteros y en los que se pierde presión y velocidad, por lo que el agua sale en forma de gota sobre la superficie del suelo o subsuperficialmente. Los goteros suelen operar a una presión de  $1 \text{ kgcm}^{-2}$  aproximadamente y suministran caudales de 1 a  $16 \text{ Lh}^{-1}$ . (CP, 2011<sup>b</sup>).

Este sistema se utiliza para diferentes cultivos, desde aquellos con marco de plantación amplio como frutales, cultivos en invernadero que se producen en contenedores (tomate, ornamentales, etc.), así como cultivos en hileras o surcos, principalmente hortalizas. (CP, 2011<sup>b</sup>).

Es un sistema de riego planeado, mediante el cual el agua se aplica con alta frecuencia directamente a la zona de raíces (aplicación puntual) mediante emisores (orificios, tuberías perforadas, cinta de riego, goteros, etc.). Los emisores pueden ser colocados sobre o debajo de la superficie del suelo. Por lo anterior resulta ideal para cultivos en hilera y recomendable en sistemas de ferti-irrigación. Con este sistema se alcanza eficiencia de aplicación alrededor de 85 a 98%. (CP, 2011<sup>b</sup>).

El sistema de riego localizado por goteo, presenta considerables ventajas en la aplicación del agua, se pretende una aplicación del agua lenta, puntual y uniforme, logrando humedecer solo una parte del terreno, en la que la planta tiene influencia y manteniendo así constantemente altos niveles de humedad en el suelo. (CP, 2011<sup>b</sup>).

El efecto de la localización tiene influencia en la evaporación y transpiración, la distribución de las raíces, etc. Al ser poco el volumen de suelo mojado, la capacidad de almacenamiento es baja y por tanto obliga a aplicar pequeñas dosis de riego, con alta frecuencia. (CP, 2011<sup>b</sup>).

#### Ventajas:

- Ahorro significativo de agua
- Reducción muy significativa en mano de obra
- Ahorro en productos agroquímicos y abonos
- Incremento notable en la cantidad y calidad de los cultivos
- Adaptación a todo tipo de superficies y desniveles en su relieve natural

#### Desventajas:

- Contaminación del suelo con sales
- La obstrucción de los orificios de riego
- El sistema resulta costoso
- Complejidad en las instalaciones

Riego subterráneo. El humedecimiento del suelo se realiza por medio de humidificadores colocados debajo de la planta, aproximadamente a 40 - 45 cm. También puede regarse en forma subterránea, a través del control de niveles freáticos, donde se mantiene la humedad del terreno en niveles deseados. (CP, 2011<sup>b</sup>).

#### Ventajas del sistema de riego por goteo:

- Aplicación del agua en la zona radicular de la planta; manteniendo potencialmente el suelo a capacidad de campo.
- Ahorro entre el 40 y el 60% de agua respecto a los sistemas tradicionales de riego.
- Evaporación mínima y percolación despreciable de agua y sales solubles bajo la zona radicular.
- Genera incremento en la producción.
- Adaptación a todo tipo de superficies y desniveles en su relieve natural.

#### Desventajas del sistema de riego por goteo:

- Costos de instalación altos.
- Susceptibilidad de taponamiento de los emisores.



### **3.5 Los sistemas de Información Geográfica**

Un sistema de información geográfica (SIG, o más común GIS por sus iniciales en Inglés), es una herramienta para la adquisición, almacenamiento, manejo y despliegue gráfico, de información espacialmente dispuesta. Se define como un sistema automatizado para la captura almacenamiento, recuperación, análisis y visualización de información espacialmente referenciada mediante sus coordenadas geográficas, utilizando software especialmente diseñado con este objetivo, sobre diferentes plataformas, algunas gratis. (CP, 2011<sup>c</sup>).

Los sistemas de información geográfica están compuestos por capas con datos geográficamente referenciados, que pueden colocarse en un número indeterminado, con fines de estudio y de exploración de fácil ubicación que pueden intercalarse de acuerdo a las necesidades de los usuarios. Todas las capas están geográficamente relacionadas, generalmente las superiores son de tipo vectorial, que pueden ser transparentes y las de abajo son mallas (rasters) que representan vegetación, suelos, edificios y otro tipo de información matricialmente representada. (CP, 2011<sup>c</sup>).

Los sistemas de información geográfica, permiten desplegar imágenes, mapas y dibujos vectoriales, georeferenciados y ligados a bases de datos. Estos polígonos de los planos catastrales, se elaboran con base en ortofotos o imágenes satelitales de alta resolución, como las del SPOT 5, de 2.5 m. El software permite la búsqueda de información en la base de datos y se despliega en la plataforma, mediante un buscador. (CP, 2011<sup>c</sup>).

### **3.6 Modelos de Elevación Digital**

Los modelos de la elevación de Digital (DEMs) son archivos digitales que consisten en puntos de elevaciones, muestreados sistemáticamente en los intervalos igualmente espaciados. Los espaciamientos suelen darse en segundos de arco. En México pueden obtenerse del INEGI con resolución de un segundo de arco (30.9 m) y permiten calcular curvas de nivel. Aún en zonas planas, permiten conocer las pendientes y podrían utilizarse para anteproyectos de riego. (CP, 2011<sup>c</sup>).

### **3.7 Evaluación económica.**

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), establece cuatro tipos de estudios, en correspondencia con los rangos definidos de montos de inversión y con los tipos de Programas y Proyectos de Inversión. El análisis costo - beneficio debe realizarse sin importar el monto total de inversión en proyectos de infraestructura productiva de largo plazo. Este estudio debe presentarse a nivel de prefactibilidad, de tal modo que los elementos de información que los sustenten permitan una cuantificación de los costos y beneficios en términos monetarios, en forma detallada. (CP, 2011<sup>a</sup>).

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.

El VPN se calcula con la fórmula:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} \quad (3.1)$$

Donde:

FNE= flujo neto de efectivo del año  $n$ , que corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el año  $n$ .

P = inversión inicial en el año cero.

$i$  = tasa de referencia que corresponde a la TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento).

El VPN, tal y como se calcula, simplemente indica si el inversionista está ganando un aproximado del porcentaje de ganancia que él mismo fijó como mínimo aceptable. Los criterios para tomar una decisión con el VPN son:

Si  $VPN > 0$ , es conveniente aceptar la inversión, ya que se estaría ganando más del rendimiento solicitado.

Si  $VPN < 0$ , se debe rechazar la inversión porque no se estaría ganando el rendimiento mínimo solicitado.

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un programa o proyecto de inversión sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversión es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada. La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{(1+TIR)^t} = 0 \quad 3.2$$

Donde:

Bt: son los beneficios totales en el año  $t$

Ct: son los costos totales en el año  $t$

Bt-Ct: flujo neto en el año  $t$

$n$ : número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

$t$ : año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un programa o proyecto de inversión, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

#### Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)

La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t} \quad 3.3$$

Donde:

- B<sub>t+1</sub>: es el beneficio total en el año t+1
- C<sub>t+1</sub>: es el costo total en el año t+1
- I<sub>t</sub>: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)
- t: año anterior al primer año de operación
- t+1: primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento.

En el documento de Análisis Costo-Beneficio para la estimación del valor presente de los flujos de costos y beneficios, debe anotarse la tasa social de descuento que se asume y el horizonte de evaluación. La SHCP recomienda una tasa del 12% para reflejar el valor real de los recursos públicos y privados a ser empleados durante la ejecución y operación de los proyectos hidroagrícolas. El horizonte de evaluación es compatible con la vida útil de las principales obras por ejecutar con el proyecto.

## **4 MATERIALES, EQUIPOS Y MÉTODOS**

### **4.1 Materiales.**

Para el desarrollo de la propuesta de inversión, se utilizó la información existente en la zona de la ampliación del DR110 y que han sido realizados para propósitos de la estructuración de la propuesta del Aprovechamiento Hidráulico de Usos Múltiples “Paso de la Reyna, Oax.”, y que para el caso del proyecto de inversión de la ampliación del Distrito de Riego 110, se usaron los siguientes estudios:

- Estudios geohidrológicos, hidrológico, agrológicos.
- Impacto ambiental de la construcción de la presa.
- Proyecto constructivo de la presa.
- Plan director del DR110.
- Estadísticas agrícolas del DR110.

### **4.2 Equipo.**

- Plotter.
- Laptop.
- GPS.

### **4.3 Área de estudio.**

El Distrito de Riego Río Verde - Progreso, se encuentra ubicado en el sureste de la planicie costera del Estado de Oaxaca, en los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, ambos en las márgenes del Río Verde. Geográficamente es el área comprendida entre las coordenadas extremas 15° 57' 30" y 16° 12' 00" de Latitud Norte y 97° 32' 00" y 97° 48' 00" Longitud Oeste de Greenwich..

### **4.4 Método de estudio de la zona.**

#### **4.4.1 Ubicación, delimitación de la zona de ampliación de riego.**

Para la delimitación de la zona de ampliación de riego se hizo uso de las tecnologías de la información. Para ello, se utilizaron ortofotos con escalas 1:20,000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, que abarcan el área de ampliación del Distrito de Riego, estas ortofotos fueron procesadas e integradas por el Colegio de Posgraduados.

Se generó la información catastral con los cultivos actualmente establecidos, con apoyo de equipo GPS mediante recorridos y verificación en campo.

Con el modelo de elevación digital, se determinaron las curvas de nivel con equidistancias de un metro, misma que sirvió para delimitar la poligonal de la ampliación del Distrito de Riego. El software utilizado para la manipulación del entorno SIG, es el Arcview Gis 3.2.

#### 4.4.2 Caracterización de la situación sin proyecto y posibles soluciones.

Con la manipulación del entorno SIG, se obtuvo el patrón de cultivos con sus respectivas superficies. Mediante encuestas de campo, se obtuvieron los rendimientos, precio medio rural y costos de producción con los que se calcularon el volumen de la producción, el valor de la producción y la utilidad generada. Para la optimización de la situación actual se definieron las acciones requeridas que no representen gastos significativos y que conlleven a mejorar los beneficios y fue la base sobre la cual se realizaron las evaluaciones para la comparación con la situación con proyecto.

#### 4.4.3 Elaboración del anteproyecto de la ampliación del DR110.

El proyecto consiste en la construcción de infraestructura hidroagrícola con tecnificación del riego en la superficie de la ampliación del Distrito de Riego 110. La fuente de abastecimiento del agua de riego se consideró la presa de regulación de cambio de régimen, que se ubicará aguas debajo de la Presa Paso de la Reyna. Por lo que las líneas de conducción partirán de la cortina de dicha presa y su trayecto se definió en función de la ubicación de las áreas de ampliación. Se consideró una línea de conducción en cada margen del Río Verde.

En lo que respecta a la tecnificación del riego, se considera la introducción de sistemas de riego presurizados de goteo, microaspersión y por aspersión con cañones semifijos, dependiendo del cultivo establecido y su arreglo topológico.

Calculo de requerimientos de riego de los cultivos.

El cálculo de los requerimientos hídricos de los cultivos se realizó mediante el programa CROPWAT 8.0, empleando la información climática de la estación Río Grande, Oaxaca. La precipitación le permite al programa realizar el cálculo de la precipitación efectiva, para este caso se usó el método del USDA. Para la definición y el cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia, se usó el método de Penman-Monteith, presentado por la FAO. La información sobre el cultivo, fue generada a partir de las recomendaciones propuestas en la publicación No 56 de la FAO. Las fechas de siembra de los cultivos consideradas son las propuestas por el INIFAP, Campus Río Grande, Oax. Los parámetros del suelo considerados, corresponden a las características medias del área de ampliación propuesta.

## Red de Distribución.

La red de conducción se determinó en correspondencia a la distribución espacial de las superficies a beneficiar y de sus correspondientes necesidades hídricas. Se consideró una línea de conducción a cada margen del Río Verde, para abastecer las superficies ubicadas en ambas márgenes. Se indican sus características, gastos, diámetros, superficie regada por sección y costos. El cálculo hidráulico se realizó utilizando la ecuación de Hazen-Williams:

$$hr = 10.7 \frac{Q^{1.85} L}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad (4.1)$$

Donde:

- hr: pérdida de carga, m
- Q: gasto en m<sup>3</sup>/s
- D: diámetro del conducto, m
- L: longitud del conducto, m

## Riego parcelario.

Los sistemas de riego que se consideraron para la tecnificación a nivel parcelario son sistemas presurizados y dependiendo del tipo de cultivo establecido; se propusieron riego por aspersión, microaspersión y goteo. Se consideraron equipos de riego de cañones para pastizales. El riego por goteo con cintilla se propone para cultivos anuales y el riego por microaspersión para árboles frutales.

### 4.4.4 Caracterización de la situación con proyecto.

Se determinaron las variables productivas con las condiciones esperadas en la situación con plena madurez del proyecto, mismas que son: rendimiento y volumen de producción. Así mismo los beneficios económicos se precisaron con la utilidad neta obtenida para cada uno de los cultivos considerados y el total de los mismos.

### 4.4.5 Evaluación económica del proyecto.

Evaluación económica para la ampliación de la zona de riego en el DR110.

Para la evaluación del proyecto se consideraron las tasas de descuento de la inversión, de costos indirectos, imprevistos y descuentos considerados para la generación de precios privados y precios sociales.

Para la valoración y cuantificación de costos se consideraron las inversiones requeridas en la implementación del proyecto a precios sociales y privados y los costos de operación y mantenimiento del proyecto de inversión.

#### Indicadores de rentabilidad

En la estimación del valor presente de los flujos de costos y beneficios se asumió la tasa social de descuento recomendada por la SHCP y un horizonte de evaluación de 30 años. Los indicadores que se calcularon fueron: Relación beneficio-costos (B/C), Valor presente neto (VPN) y Tasa interna de retorno (TIR).

#### 4.4.6 Análisis de sensibilidad y riesgos de la ampliación de la zona de riego en el DR110.

##### Cambio en el precio medio rural.

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en los precios agrícolas, se definieron diferentes escenarios: sin cambios en los precios agrícolas y cuatro diferentes porcentajes en la disminución del promedio en los precios agrícolas, que exploran el rango en el que es viable el proyecto.

##### Cambio en los costos de producción.

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en los costos de producción se evaluó la respuesta de los indicadores económicos ante diferentes escenarios: sin cambios en los costos de producción y cuatro diferentes aumentos del promedio en los costos de producción.

##### Cambios en la magnitud de la inversión.

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en la magnitud de inversión se estudiaron los siguientes posibles escenarios: sin aumento en la magnitud de inversión y cuatro diferentes aumentos en la magnitud de inversión.

##### Cambios en los beneficios.

Para evaluar la rentabilidad ante los cambios en los beneficios se simuló los siguientes escenarios: sin disminución en la magnitud de los beneficios y cuatro diferentes reducciones en la magnitud de los beneficios.

#### Análisis de riesgo

Se interpretaron los resultados para indicar la sensibilidad a las variaciones que pudieran presentarse durante su construcción y su aprovechamiento, y de la componente que se excluya.

## 5 RESULTADOS.

### 5.1 Delimitación de la zona de ampliación de riego.

Como se observa en el Cuadro 5.1, una vez delimitada la superficie por la COTA 35 msnm, y haciendo el inventario de los cultivos establecidos en las parcelas de los productores, la superficie dominada con agricultura en la situación actual es de 8,234 ha (96.12 %) y sin actividad agropecuaria se tienen 332 ha (3.88 %). Los cultivos que predominan son pastizales y limón.

Cuadro 5.1. Cultivos, número de productores y superficies establecidos

CICLO	CULTIVO	NUMERO PRODUCTORES	SUPERFICIE	
			HECTAREAS	%
OTOÑO - INVIERNO	SORGO	1	8	0.09
	CACAHUATE	3	23	0.27
<b>SUBTOTAL</b>		<b>4</b>	<b>31</b>	<b>0.36</b>
PERENNES	LIMON	443	1,567	18.29
	MANGO	14	82	0.96
	PASTO	1,496	6,343	74.05
	PAPAYA	21	55	0.64
	COCOTERO	17	156	1.82
<b>SUBTOTAL</b>		<b>1,991</b>	<b>8,203</b>	<b>95.76</b>
MONTE		21	116	1.35
SIN CULTIVO		45	216	2.52
<b>SUBTOTAL</b>		<b>66</b>	<b>332</b>	<b>3.88</b>
<b>TOTAL</b>		<b>2,061</b>	<b>8,566</b>	<b>100.00</b>

### 5.2 Caracterización de la situación sin proyecto y posibles soluciones.

#### 5.2.1 Volumen y valor de la producción para la situación actual

En el Cuadro 5.2, se indica el valor de la producción de los principales cultivos, que para la situación actual representa un valor de 20,800.3 millones de pesos.



Cuadro 5.2. Valor Neto de la Producción a Precios Sociales del 2012 sin Proyecto

Cultivos	Superficie media (ha)	Rendimiento (ton/ha)	Producción Total (ton)	Precio Medio R. (\$/ton)	Valor Bruto (%)	Costos Sociales (\$)	Valor Neto Privados (\$)
Maiz	0	2	0	4,500	0	0	0
Sorgo	8	15	120	250	30,000	40,320	-10,320
Cacahuete	23	2	35	12,000	414,000	154,560	259,440
Limon	1,567	12	18,804	1,900	35,727,600	14,479,080	21,248,520
Mango	82	9	738	2,300	1,697,400	826,560	870,840
Papaya	55	60	3,300	2,000	6,600,000	3,696,000	2,904,000
Pasto	6,343	10	63,430	250	15,857,500	21,312,480	-5,454,980
Cocotero	156	2	234	7,000	1,638,000	655,200	982,800
Plátano	0	20	0	2,500	0	0	0
Total	8,234		86,661		61,964,500	41,164,200	20,800,300

### 5.2.2 Diagnostico de la situación actual.

Derivado de la información disponible y del análisis de la misma, se pueden exponer lo siguiente:

- La ampliación del Distrito de Riego 110, tiene superficie factible para incorporar al riego de 8,566 ha.
- Por las condiciones fisiográficas, la ampliación de Distrito de Riego permitirá introducir sistemas de riego presurizados.
- El gasto de agua disponible es de 75 m<sup>3</sup>/s, en la presa de cambio de régimen, misma que servirá como gasto ecológico muy superior a los escurrimientos mínimos en la época de estiaje que actualmente corren en el río.
- Los pastizales y frutales constituyen la superficie cultivada más importante, por ser una zona con vocación ganadera y frutícola.
- El patrón de cultivos de la actualidad es el mismo que se propone a futuro, con algunos ajustes en sus superficies.
- No se vislumbra problemática para la venta de los productos, existen en la región compradores para los mismos.

### 5.2.3 Descripción de la situación actual optimizada.

Las acciones consideradas para alcanzar la optimización de la situación actual son:

- En la superficie con riego, proporcionar asesoría técnica relacionada con el uso eficiente del agua y sobre el manejo de los cultivos, debido a que se aplican láminas de riego excesivas, con esto se reducirían los consumos de combustible por volúmenes bombeados y que se pierden por infiltración.
- Uso de paquetes tecnológicos apropiados que incluyan el manejo y nutrición requerido para los diferentes cultivos establecidos.

## 5.3 Elaboración del proyecto de la ampliación del DR 110

### 5.3.1 Requerimiento de riego de los cultivos.

Patrón de cultivos y superficies.

En el Cuadro 5.3, se indican los cultivos y superficies propuestos en el proyecto de ampliación del Distrito de Riego 110.

Cuadro 5.3. Patrón de cultivos y superficies.

CICLO	CULTIVO	SUPERFICIE	
		HECTAREAS	%
OTOÑO - INVIERNO	Maíz	1,114	13.46
	Sorgo	171	2.02
	Cacahuate	171	2.02
PERENNES	Limón	2,570	30.28
	Mango	942	11.44
	Papaya	343	3.36
	Plátano	343	3.36
	Pastos	2,227	25.98
	Cocotero	685	8.08
TOTAL		8,566	100.00

Datos de clima y Evapotranspiración del Cultivo de referencia (Eto).

Con los datos de clima de la estación climatológica de Río Grande, Oax, se obtuvieron los valores de ETo, misma que se indica en el Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Datos de clima y ETo.

Mes	Min Temp	Max Temp	Humedad Rel	Viento	Insolación	Radiación	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
Enero	19.5	31.5	75	173	7.40	16.40	3.73
Febrero	19.9	31.8	75	173	7.50	18.20	4.12
Marzo	20.5	32.0	75	173	7.60	20.10	4.52
Abril	22.4	32.7	77	173	7.20	20.50	4.70
Mayo	23.7	33.0	79	173	6.80	20.10	4.71
Junio	23.0	31.5	80	173	6.40	19.30	4.42
Julio	22.6	31.7	79	173	6.90	20.10	4.56
Agosto	22.2	31.5	79	173	6.90	20.00	4.51
Septiembre	22.0	30.4	81	173	6.00	17.90	3.98
Octubre	21.9	31.3	79	173	6.40	17.00	3.86
Noviembre	21.4	31.6	77	173	6.60	15.70	3.62
Diciembre	20.4	31.4	76	173	6.90	15.20	3.50
<b>Media</b>	<b>21.6</b>	<b>31.7</b>	<b>78</b>	<b>173</b>	<b>6.90</b>	<b>18.40</b>	<b>4.19</b>

Calculo de la precipitación efectiva.

En el Cuadro 5.5, se presenta la información de precipitación correspondiente a la estación de Río Grande, Oax. Así mismo, se consigna la precipitación efectiva obtenida.

Cuadro 5.5. Precipitación efectiva calculada.

Mes	Precipitación	Precipitación efectiva
	mm	mm
Enero	3.4	3.4
Febrero	8.6	8.5
Marzo	-	-
Abril	12.0	11.8
Mayo	43.0	40.0
Junio	294.2	154.4
Julio	133.0	104.7
Agosto	256.5	150.7
Septiembre	294.2	154.4
Octubre	142.0	109.7
Noviembre	12.7	12.4
Diciembre	2.7	2.7
<b>Total</b>	<b>1,202.3</b>	<b>752.7</b>

## Resumen del requerimiento de Riego

El resumen de los requerimientos de riego derivados de los cálculos realizados con el programa CROPWAT 8.0, se indica en el Cuadro 5.6.

Cuadro 5.6. Requerimientos de riego de los diferentes cultivos propuestos (mm).

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Maíz	134.3	102.8	16.6	0	0	0	0	0	0	0	25.4	98.3	377.4
Sorgo	134.3	102.8	16.6	0	0	0	0	0	0	0	25.4	98.3	377.4
Cacahuate	129.2	100.9	2.6	0	0	0	0	0	0	0	30.5	94.1	357.3
Limón	88.4	80.4	104.8	92.6	67.5	0	3.6	0	0	3.4	60.1	85.1	585.9
Mango	101.3	97.8	134.4	130	109.1	2.5	40	0	0	7.8	67.6	96.1	786.6
Papaya	101.9	102.3	143.1	134.8	111.1	3.2	42	0.8	0	8.7	67.7	96.1	811.7
Plátano	112.9	106.7	144.1	143.5	124.9	7.4	55.3	7.5	0	25.5	75.6	107.1	910.5
Pastos	89.6	83.7	111.4	102.2	79.9	0	11.8	0	0	7.2	60.4	85.1	631.3
Cocotero	101.3	95.2	125.1	112	86.8	0	18.3	0	0	9.1	71	96.1	714.9

## Resumen del volumen de riego

Para el cálculo de los volúmenes de riego requeridos para cada uno de los cultivos, se consideró una eficiencia global de 0.70, la lámina neta promedio por hectárea es de 665.17 mm, y la lámina bruta promedio resultó de 950.23 mm. El volumen mensual requerido por los diferentes cultivos se indica en el Cuadro 5.7.

Cuadro 5.7. Volumen de riego en m<sup>3</sup>.

Cultivo	Maíz	Sorgo	Cacahuate	Limón	Mango	Papaya	Plátano	Pastos	Cocotero	Vol. Neto	Vol. Bruto
Ene	1,495,537.9	230,082.8	221,345.4	2,271,703.2	954,509.4	349,150.2	386,840.6	1,995,535.4	694,188.6	8,598,893.44	12,284,133.49
Feb	1,144,760.2	176,117.0	172,861.9	2,066,119.2	921,530.3	350,520.7	365,596.9	1,864,132.9	652,386.6	7,714,025.6	11,020,036.63
Mar	184,854.3	28,439.1	4,454.3	2,693,150.4	1,266,397.4	490,317.8	493,744.2	2,481,056.2	857,285.3	8,499,699.2	12,142,427.37
Abr	0.0	0.0	0.0	1,031,175.1	1,447,654.0	1,501,105.8	1,597,987.3	1,138,078.8	1,247,209.6	7,963,210.6	11,376,015.11
May	0.0	0.0	0.0	751,666.5	1,214,915.8	1,237,187.4	1,390,861.4	889,750.4	966,587.4	6,450,968.9	9,215,669.91
Jun	0.0	0.0	0.0	0.0	27,839.5	35,634.6	82,404.9	0.0	0.0	145,879.0	208,398.54
Jul	0.0	0.0	0.0	40,088.9	445,432.0	467,703.6	615,809.7	131,402.4	203,785.1	1,904,221.8	2,720,316.86
Ago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,908.6	83,518.5	0.0	0.0	92,427.1	132,038.77
Sep	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Oct	0.0	0.0	0.0	37,861.7	86,859.2	96,881.5	283,962.9	80,177.8	101,335.8	687,078.9	981,541.23
Nov	282,849.3	282,849.3	339,641.9	669,261.6	752,780.1	753,893.7	841,866.5	672,602.3	790,641.8	5,386,386.5	7,694,837.80
Dic	1,094,649.1	1,094,649.1	1,047,878.8	947,656.6	1,070,150.4	1,070,150.4	1,192,644.2	947,656.6	1,070,150.4	9,535,585.5	13,622,265.06
Total										56,978,376.54	81,397,680.77

### 5.3.2 Red de Distribución.

En el plano de secciones de riego del anexo, se ubican las líneas de distribución y las superficies de las secciones de riego. Los supuestos para el diseño de las líneas principales y derivado de los cálculos realizados se consideró un gasto unitario de 0.8 lps/ha y riego cada tres días. En el Cuadro 5.8 y Cuadro 5.9 se reportan los resultados del cálculo de las líneas de conducción principales en ambas márgenes del Río Verde.

Cuadro 5.8. Cálculo de la línea principal margen derecha

Sección riego	Núm. Parcelas	Superficie (ha)	Gasto req (m3/s)	Q_Acum (m3/s)	Gasto cada 3 días (m3/s)	Longitud del tramo (m)	Diam nominal (mm)	Pérdida de carga	
								(m/100m)	(m/por tramo)
				2731.03	910.34	3,328.00	1200	0.034	1.15
1	45	318.03	254.42	2476.61	825.54	7,308.00	1100	0.044	3.21
2	47	289.41	231.53		0.00				
3	110	436.47	349.17		0.00				
4	55	331.37	265.10	1630.81	543.60	2,325.00	900	0.054	1.25
5	58	314.57	251.65		0.00				
6	119	485.28	388.22	1379.16	459.72	4,180.00	800	0.069	2.89
7	70	369.70	295.76	990.93	330.31	1,280.00	700	0.072	0.92
8	42	245.53	196.42	695.17	231.72	2,100.00	600	0.079	1.66
9	70	292.00	233.60	498.75	166.25	858.00	500	0.089	0.77
10	85	331.43	265.15	265.15	88.38	3,196.00	400	0.079	2.53
			2731.03			24,575.00			14.38

Cuadro 5.9. Cálculo de la línea principal margen izquierda.

Sección riego	Núm. Parcelas	Superficie (ha)	Gasto req (m3/s)	Q_Acum (m3/s)	Gasto cada 3 días (m3/s)	Longitud del tramo (m)	Diam nominal (mm)	Pérdida de carga	
								(m/100m)	(m/por tramo)
				4121.57	1373.86	4,750.00	1400	0.035	1.66
11	104	415.29	332.23	3789.34	1,263.11	8,110.00	1300	0.043	3.48
12	191	936.69	749.35						
13	85	227.29	181.83	3039.99	1,013.33	8,530.00	1200	0.042	3.59
14	41	177.52	142.02	2858.15	952.72	2,038.00	1200	0.038	0.76
15	99	328.25	262.60						
16	137	449.42	359.53	2453.53	817.84	2,962.00	1100	0.043	1.28
17	57	249.96	199.97						
18	118	345.98	276.78						
19	96	489.81	391.85	1617.25	539.08	1,600.00	900	0.053	0.85
20	82	279.57	223.66						
21	93	312.06	249.64	1001.74	333.91	1118	700	0.074	0.82
22	81	238.03	190.43	752.10	250.70	1515	600	0.091	1.39
23	117	375.92	300.74	561.67	187.22	1109	500	0.111	1.23
24	59	326.17	260.93						
TOTAL	1360	5,151.96	4121.57			31,732.00			15.06

La superficie ubicada en la margen derecha del Río Verde es de 3,414.79 ha y 5,151.96 ha en su margen izquierda. Por lo anterior, la capacidad requerida de la línea de conducción en la margen izquierda es mayor a la de la margen derecha del Río Verde.

En este sentido, la línea de conducción del margen derecho tendrá la capacidad de conducir un gasto de 910.34 lps, con diámetros nominales de tubería FlowTite que van de 400 a 1,200 mm y una longitud total de la línea de 24,575 m, generándose pérdidas por fricción de 14.4 m hasta el punto final. En lo que corresponde a la línea de conducción de la margen izquierda, se tendrá una capacidad de conducción de 1,373.9 lps, con diámetros de 500 a 1,400 mm y una longitud total de 31,732 m, donde se generan pérdidas de 15.06 m.

### 5.3.3 Riego parcelario.

Las superficies para cada tipo de sistema de riego se determinó en considerando el cultivo propuesto y su arreglo topológico considerado o establecido. Las superficies resultantes se indican en el Cuadro 5.10, en el que se muestra una superficie de 2,227 ha de riego con cañón viajero semifijo, 1,456 ha con cintillas de riego y 4,883 ha con riego por microaspersión.

Cuadro 5.10. Superficie por tipo de sistema de riego

CULTIVO	SUPERFICIE	SUPERFICIE POR SISTEMA (ha)		
		CAÑON	GOTEO (CINTILLA)	MICROASPERSIÓN
Maíz	1,114		1,114	
Sorgo	171		171	
Cacahuate	171		171	
Limón	2,570			2,570
Mango	942			942
Papayo	343			343
Plátano	343			343
Pastos	2,227	2,227		
Cocotero	685			685
<b>Total</b>	<b>8,566</b>	<b>2,227</b>	<b>1,456</b>	<b>4,883</b>

### 5.4 Impactos y beneficios económicos del proyecto.

Los beneficios económicos esperados de la inversión con el proyecto a plena maduración se indican en el Cuadro 5.11, asimismo se presenta la utilidad neta obtenida para cada uno de los cultivos considerados y el total. El valor de la producción esperado a plena madurez del proyecto es de \$333,217,000 al año.

Cuadro 5.11. Valor de la producción, a plena maduración y a precios del mercado de 2012.

<b>Cultivos</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Rendimiento (ton/ha)</b>	<b>PMR (\$/ton)</b>	<b>Valor de la Producción (\$)</b>
Maiz	1,114.00	8.00	4,500	40,104,000
Sorgo	171.00	30.00	250	1,282,500
Cacahuate	171.00	3.00	12,000	6,156,000
Limon	2,570.00	25.00	1,900	122,075,000
Mango	942.00	20.00	2,300	43,332,000
Papaya	343.00	80.00	2,000	54,880,000
Pasto	2,227.00	30.00	250	16,702,500
Cocotero	685.00	3.00	7,000	14,385,000
Plátano	343.00	40.00	2,500	34,300,000
<b>Total</b>	<b>8,566.00</b>			<b>333,217,000</b>

## 5.5 Evaluación del proyecto.

### 5.5.1 Valoración y cuantificación de costos.

Para la evaluación del proyecto se considera una tasa de descuento de la inversión del 12%. Las tasas de costos indirectos, imprevistos y descuentos considerados para la generación de precios privados y precios sociales son los que se presentan en el siguiente el Cuadro 5.12.

Cuadro 5.12. Factores de ajuste utilizados en el análisis económico del proyecto

<b>CONCEPTO</b>	<b>TASA UTILIZADA</b>	
	<b>Precios Privados</b>	<b>Precios Sociales</b>
Ingeniería, Administración y Supervisión	0.05	0.05
Imprevistos	0.05	0.05
IVA	0.16	---

En el Cuadro 5.13, se presentan las inversiones requeridas para la implementación del proyecto a precios sociales y privados. En este sentido, para la implementación del proyecto propuesto se requerirán 1,208.67 millones de pesos a precios privados de 2012.

Cuadro 5.13. Inversiones requeridas en infraestructura para la implementación de la totalidad del proyecto

CONCEPTO	IMPORTE A PRECIOS SOCIALES (Miles de \$)	IMPORTE A PRECIOS PRIVADOS DE 2012 (Miles de \$)
Entubamiento Línea Principal	564,589.32	672,130.1
Tecnificación Parcelaria	241,191.15	287,132.3
Subtotal:	<b>805,780.47</b>	<b>959,262.4</b>
Imprevistos	40,289.02	47,963.12
Ingeniería Administración y Supervisión	40,289.02	47,963.12
Impuesto al valor agregado	0	153,481.99
<b>Total:</b>	<b>886,358.52</b>	<b>1,208,670.71</b>

En el Cuadro 5.14, se presentan los costos de operación y mantenimiento del proyecto de inversión. Estos costos, fueron calculados con base en el calendario de inversiones de cada uno de los conceptos, y se consideran constantes a lo largo del horizonte de evaluación a partir del último año de inversión e incluye todos costos de operación y mantenimiento de cada uno de los conceptos.

Cuadro 5.14. Costos de operación y mantenimiento del proyecto a precios de 2012.

Concepto	Unidad	Total	2013	2014	2015	2016	2017	ACUMULADO (2012-2042)
ENTUBAMIENTO LINEA PRINCIPAL	Miles (\$)	7,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	
TECNIFICACIÓN PARCELARIA	Miles (\$)	15,512.96	1,034.20	2,068.39	3,102.59	4,136.79	5,170.99	
<b>Subtotal Costos</b>	Miles (\$)	<b>23,012.96</b>	<b>0.00</b>	<b>2,534.20</b>	<b>3,568.39</b>	<b>4,602.59</b>	<b>5,636.79</b>	157,261.69
Integración de Costos de Operación y Mantenimiento a Precios Privados	Miles (\$)	Con IVA	0.00	2,534.20	3,568.39	4,602.59	5,636.79	157,261.69
Integración de Costos de Operación y Mantenimiento a Precios Sociales	Miles (\$)	Sin IVA	0.00	2,128.73	2,997.45	3,866.18	4,734.90	132,099.82

Por otra parte, el índice de productividad del agua a precios sociales de 2012, esperada para el proyecto se indica en el Cuadro 5.15, que es de \$2.85 por cada metro cúbico de agua utilizada.

Cuadro 5.15. Índice de productividad neta del agua del área de estudio, a precios sociales de 2012.

Superficie regada	Volumen bruto	Utilidad neta de la producción	Índice de productividad neta del agua
(ha)	(m <sup>3</sup> )	(\$)	(\$/m <sup>3</sup> )
8,566.00	81,397,680.77	231,934,000.00	2.85



En los trabajos de la ampliación del Distrito de Riego 110, no se afectarán centros de población, ni infraestructura, por lo que no se tienen costos por molestias.

Este proyecto, no considera afectaciones a terceros, por lo que no requieran indemnizaciones ni mitigación de daños.

### 5.5.2 Valoración y cuantificación de los beneficios

Con la implementación de este proyecto, se lograrán beneficios en diferentes ámbitos que incluye en primer término alcanzará un uso más eficiente y sustentable del recurso agua y se optimizará el uso de los demás recursos utilizados en el proceso productivo de los cultivos establecidos, con lo que se logrará un incremento en la productividad y producción agropecuaria y como consecuencia incrementos sustanciales en la utilidad neta. El incremento en el valor de la producción se indica en el Cuadro 5.16, y que significa un excedente en la producción de \$181.07 millones de pesos anuales.

Cuadro 5.16. Incremento en el valor de la producción a plena madurez del proyecto completo, a precios sociales de 2012

CULTIVOS	SIN PROYECTO		CON PROYECTO		INCREMENTO POR PROYECTO (\$)
	Superficie (ha)	Utilidad Neta (\$)	Superficie (ha)	Utilidad Neta (\$)	
Maíz	1,114.00	0.00	1,114.00	28,874,880.00	28,874,880.00
Sorgo	171.00	-220,590.00	171.00	420,660.00	641,250.00
Cacahuete	171.00	1,928,880.00	171.00	5,006,880.00	3,078,000.00
Limón	2570	34,849,200.00	2570	98,328,200.00	63,479,000.00
Mango	942.00	10,004,040.00	942.00	33,836,640.00	23,832,600.00
Papaya	343.00	18,110,400.00	343.00	31,830,400.00	13,720,000.00
Pasto	2,227.00	-1,915,220.00	2,227.00	9,219,780.00	11,135,000.00
Cocotero	685.00	4,315,500.00	685.00	11,508,000.00	7,192,500.00
Plátano	343.00	0.00	343.00	29,113,840.00	29,113,840.00
<b>Total</b>	<b>8,566.00</b>	<b>67,072,210.00</b>	<b>8,566.00</b>	<b>248,139,280.00</b>	<b>181,067,070.00</b>

El valor residual de los sistemas de riego se considerará de cero al término de la vida útil del proyecto.

Otros beneficios asociados al proyecto, será el incremento en la derrama económica asociados a la comercialización de insumos, transporte y compra-venta de productos agropecuarios, generación de empleos con especialización para el manejo de la infraestructura, mano de obra para el campo y mejor calidad de vida de los productores y sus familias.

### 5.5.3 Flujo de costos y beneficios

En el Cuadro 5.17, se muestra el flujo de efectivo del proyecto de inversión, el valor presente de los costos y beneficios, mismos que se emplean para determinar los indicadores de rentabilidad. Del cual se obtienen los siguientes valores de los indicadores básicos de rentabilidad: TIR= 15.13%; VPN= 215,974.38 en miles de pesos y B/C=1.29.

Cuadro 5.17. Flujo de efectivo de los costos y beneficios del proyecto, a precios sociales de 2012.

Año	Costo total (miles \$)	Beneficio Neto Marginal (miles \$)	Flujo Neto	Costo total Actualizado (miles \$)	Beneficio marginal actualizado (miles \$)	Flujo Neto actualizado (miles \$)
2013	177,272	0	-177,272	177,272	0	-177,272
2014	179,400	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2015	180,269	0	-180,269	143,709	0	-143,709
2016	181,138	45,406	-135,732	128,930	32,319	-96,611
2017	182,007	90,815	-91,192	115,668	57,714	-57,954
2018	5,604	136,233	130,629	3,180	77,302	74,123
2019	5,604	181,664	176,060	2,839	92,036	89,197
2020	5,604	181,642	176,038	2,535	82,166	79,631
2021	5,604	181,642	176,038	2,263	73,362	71,099
2022	5,604	181,642	176,038	2,021	65,502	63,481
2023	5,604	181,642	176,038	1,804	58,484	56,680
2024	5,604	181,642	176,038	1,611	52,218	50,607
2025	5,604	181,642	176,038	1,438	46,623	45,185
2026	5,604	181,642	176,038	1,284	41,628	40,343
2027	5,604	181,642	176,038	1,147	37,168	36,021
2028	5,604	181,642	176,038	1,024	33,185	32,162
2029	5,604	181,642	176,038	914	29,630	28,716
2030	5,604	181,642	176,038	816	26,455	25,639
2031	5,604	181,642	176,038	729	23,621	22,892
2032	5,604	181,642	176,038	651	21,090	20,439
2033	5,604	181,642	176,038	581	18,830	18,249
2034	5,604	181,642	176,038	519	16,813	16,294
2035	5,604	181,642	176,038	463	15,011	14,548
2036	5,604	181,642	176,038	413	13,403	12,990
2037	5,604	181,642	176,038	369	11,967	11,598
2038	5,604	181,642	176,038	330	10,685	10,355
2039	5,604	181,642	176,038	294	9,540	9,246
2040	5,604	181,642	176,038	263	8,518	8,255
2041	5,604	181,642	176,038	235	7,605	7,371
2042	5,604	181,642	176,038	209	6,790	6,581
Inversión Total (miles \$) =	1,040,176				VPN=	215,974.38

TIR= 15.33%

B/C= 1.29

TRI= 12.96%

#### 5.5.4 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 la 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 proyecto.

Para el proyecto de inversión propuesto, la relación beneficio-costos, arroja un resultado de 1.29, lo que representa un beneficio por encima de los costos de un 29%, que hace atractiva la inversión.

El valor presente neto resulta positivo, a precios sociales es de 215,974.38 en miles de pesos, lo que significa para el proyecto de inversión aplicado en un periodo de cinco años, que al canalizar el Gobierno Federal los recursos planteados en el proyecto 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.

La TIR indica un valor de 15.33% a precios sociales, cifra que es superior en 3.33% con respecto al 12% de rendimiento que tendrían los recursos de no ser invertidos en el proyecto, lo que demuestra un buen nivel de rentabilidad en conjunto.

### 5.6 Análisis de sensibilidad y riesgos.

#### 5.6.1 Cambio en el precio medio rural.

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en los precios agrícolas se definieron los siguientes posibles escenarios: sin cambios en los precios agrícolas, disminución del 4.0% promedio en los precios agrícolas, disminución del 8.0% promedio en los precios agrícolas, disminución del 12.0% promedio en los precios agrícolas y una disminución del 15.20% promedio en los precios agrícolas. Los resultados se señalan en el Cuadro 5.18.

En este factor de análisis, los beneficios obtenidos estarán en función de cada escenario por lo que la situación con proyecto varía para cada uno de ellos.

Cuadro 5.18. Indicadores económicos ante los cambios en los precios agrícolas, a precios sociales de 2012,

Variación	TIR	RBC	VPN (miles de \$)
0%	15.33%	1.29	215,974.38
-4.0%	14.49%	1.21	159,123.83
-8.0%	13.63%	1.14	102,273.27
-12.0%	12.74%	1.06	45,422.72
-15.20%	12.00%	1.00	0.00

El proyecto presenta cierta sensibilidad ante los cambios en los precios agrícolas. Esto se debe a que los beneficios obtenidos están en función directamente de los precios agrícolas, de tal suerte que la variación de éstos últimos afecta los beneficios del proyecto.

### 5.6.2 Cambio en los costos de producción.

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en los costos de producción, se definieron los siguientes posibles escenarios: sin cambios en los costos de producción, aumento del 15% promedio en los costos de producción, aumento del 30% promedio en los costos de producción, aumento del 45% promedio en los costos de producción y aumento del 59.52% promedio en los costos de producción. Los resultados se señalan en el Cuadro 5.19.

En este factor de análisis los beneficios obtenidos estarán en función de cada escenario por lo que la situación con proyecto varía para cada uno de ellos.

Cuadro 5.19. Indicadores económicos ante los cambios en Costos de Producción, a precios sociales de 2012

Variación	TIR	RBC	VPN (miles de \$)
0%	15.33%	1.29	215,974.38
15%	14.53%	1.21	161,542.33
30%	13.70%	1.14	107,110.29
45%	12.85%	1.07	52,678.24
59.52%	12.00%	1.00	0.00

De acuerdo a los indicadores presentados en el Cuadro 5.19 para los diferentes escenarios considerados, el proyecto de inversión no es sensible ante los cambios en los costos de producción. Esto se debe a que los costos de producción son una fuente de variación que afecta los beneficios obtenidos, aunque no con la misma intensidad con lo que lo hacen los precios agrícolas. Es por ello que el proyecto puede sufrir variaciones en los precios de producción y mantener su rentabilidad dentro de ciertos márgenes.

### 5.6.3 Cambios en la magnitud de la inversión.

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en la magnitud de inversión, se definieron los siguientes posibles escenarios: sin aumento en la magnitud de inversión, aumento del 7% en la magnitud de inversión, aumento del 14 % en la magnitud de inversión, aumento del 21% en la magnitud de inversión y aumento del 28.66 % en la magnitud de inversión. Los resultados se señalan en el Cuadro 5.20.

Para este factor de análisis se considera que los beneficios obtenidos se mantendrán constantes, es decir, que la situación con proyecto será la misma independientemente de la magnitud de la inversión.

Cuadro 5. 20. Indicadores económicos ante los cambios en Magnitud de la Inversión a precios sociales de 2012,

Variación	TIR	RBC	VPN
0%	15.33%	1.29	215,974.38
7%	14.39%	1.20	163,216.08
14%	13.55%	1.13	110,457.77
21%	12.77%	1.06	57,699.47
28.66%	12.00%	1.00	0.00

Los indicadores obtenidos para los diferentes escenarios considerados, indican que el proyecto de inversión no es sensible ante los cambios en la magnitud de la inversión. Esto quiere decir básicamente que, los beneficios obtenidos con el proyecto a lo largo del periodo de amortización son lo suficientemente grandes para soportar y amortiguar los posibles cambios en la magnitud de la inversión.

#### 5.6.4 Cambios en los beneficios.

Para evaluar la rentabilidad ante los cambios en los beneficios se simularon los siguientes escenarios: sin disminución en la magnitud de los beneficios, disminución del 5% en la magnitud de los beneficios, disminución del 10% en la magnitud de los beneficios, disminución del 15% en la magnitud de los beneficios y disminución del 22.3% en la magnitud de los beneficios. Los resultados se señalan en el Cuadro 5.21.

Cuadro 5.21. Indicadores económicos ante los cambios en los beneficios

Variación (%)	TIR	RBC	VPN
0.0%	15.33%	1.29	215,974.38
-5.0%	14.62%	1.22	167,491.16
-10.0%	13.89%	1.16	119,007.94
-15.0%	13.13%	1.09	70,524.72
-22.3%	12.00%	1.00	0.00

Los diferentes escenarios analizados muestran que el proyecto de inversión no es sensible ante la disminución de los beneficios. Esto se debe fundamentalmente, a que los beneficios obtenidos en el proyecto de inversión son proporcionales a las inversiones realizadas.

#### 5.6.5 Análisis de riesgo

Los resultados indican que el proyecto no es muy sensible a variaciones que pudieran presentarse durante su construcción y su aprovechamiento en la etapa de riego y de la componente que se excluya, por lo que deberán tomarse en cuenta los siguientes factores de riesgo.

- Administración de proyecto.- Llevar a cabo el control y seguimiento de la operación y que los usuarios legalmente constituidos no desatiendan el proyecto.
- Organización de productores.- Deberá llevarse a cabo el uso adecuado de los sistemas de riego que se adquieran.
- Flujos de inversión anual.- Que los flujos anuales de inversión por parte del gobierno federal y de los productores se lleve a cabo de acuerdo al programa de inversión.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

Una vez practicada las valoraciones técnicas y evaluaciones económicas correspondientes al proyecto de inversión, nos permite hacer las siguientes conclusiones relacionadas con la ampliación de la zona de riego en el Distrito 110.

- El entubamiento de las dos líneas principales y la tecnificación del riego a nivel parcelario con la introducción de sistemas de riego presurizados, permite hacer un uso eficiente del agua de riego, aumentando la productividad de la tierra y el agua y mejorando los beneficios obtenidos por los productores usuarios del riego.
- De acuerdo a los indicadores obtenidos en la evaluación del proyecto de inversión consistente en la ampliación de la zona de riego del Distrito de Riego No. 110, es viable económicamente.
- La introducción de sistemas de riego presurizados en la superficie de ampliación propuesta es factible técnicamente, aprovechando el desnivel topográfico para proporcionar la carga de operación requerida para el funcionamiento de los sistemas.
- El proyecto de inversión no es sensible ante los cambios en la magnitud de la inversión. Esto quiere decir básicamente que, los beneficios obtenidos con el proyecto a lo largo del periodo de amortización son lo suficientemente grandes para soportar y amortiguar los posibles cambios en la magnitud de la inversión.

### **6.2 Recomendaciones**

Las recomendaciones sugeridas para que se concrete este proyecto de ampliación de la zona de riego del Distrito de Riego 110, Río Verde – Progreso, Oaxaca, son:

- Que se elabore el proyecto ejecutivo de las líneas de conducción y el diseño de los sistemas de riego a nivel parcelario.
- Que los indicadores arrojados por la presente evaluación, sean considerados como base en la toma de decisiones para sustentar la aprobación de la implementación del proyecto de usos múltiples “Paso de la Reyna”.
- Que el presente documento se tome como base para la elaboración de la propuesta para solicitar los recursos necesarios para su implementación ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en los términos que dicha institución lo solicita.

## 7 BIBLIOGRAFÍA.

1. Ayers, R.S. y D.W. Westcot. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Folleto FAO Riego y Drenaje No. 29. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
2. CFE 2008. Aprovechamiento hidráulico de usos múltiples paso de la reina, Oaxaca. México
3. CP, 2007. Formulación del Plan Director para la Modernización Integral de Riego, del Distrito de Riego 110 Río Verde – Progreso, Oax. México.
4. CP, 2011<sup>a</sup>. Curso 2 “Evaluación económica de proyectos de infraestructura hidroagrícola”, del DIPLOMADO: Administración, operación y evaluación técnica y financiera de sistemas hidroagrícolas. MÉXICO.
5. CP, 2011<sup>b</sup>. DIPLOMADO: Agricultura de precisión, modernización y automatización del riego. México.
6. CP, 2011<sup>c</sup>. Las técnicas de la información en el mejoramiento del riego. México.
7. IMTA. 1997. Manual para pequeñas obras de riego. IMTA. Jiutepec, Mor. México.
8. INEGI 1981. Carta Edafológica, escala 1:250,000. México.
9. SARH 1978. Estudio agrológico del Proyecto Río Verde, Oax. México.
10. SARH 1985. Estudio geohidrológico Proyecto Río Verde, Oax. México.



## 8 ANEXOS

### 8.1 Normales climatológicas de la Estación Río Grande

Cuadro 8.1 Normales climatológicas de la Estación Río Grande, Oaxaca.

Parámetros	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
---Temperaturas---													
Máxima extrema	35.5	35.0	35.5	36.5	36.5	36.5	37.5	36.5	36.5	36.5	36.5	37.0	36.3
-Fecha (Día-Año)	VS/72	28/72	12/72	26/70	28/70	VS/70	24/70	VS/70	VS/VS	VS/72	25/78	22/77	24/04/1970
Promedio de máxima	31.3	31.6	31.4	31.5	31.8	32.0	32.7	33.0	31.5	31.7	31.5	30.4	31.7
Media	26.6	26.5	25.8	25.5	25.8	26.2	27.5	28.3	27.2	27.1	26.8	26.2	26.6
Promedio de mínima	21.9	21.4	20.3	19.5	19.9	20.5	22.4	23.7	23.0	22.6	22.2	22.0	21.6
Mínima extrema	18.0	18.0	16.0	12.0	14.5	15.0	18.0	20.0	17.0	20.0	19.5	20.0	12
-Fecha (Día-Año)	09/76	VS/VS	11/73	14/79	08/71	VS/VS	18/77	VS/VS	22/76	VS/VS	21/79	VS/VS	14/01/1979
Oscilación	9.4	10.2	11.1	12.0	11.9	11.5	10.3	9.3	8.5	9.1	9.3	8.4	10.1
---Humedad---													
Evaporación	154.5	151.6	154.2	169.9	160.8	199.7	216.4	216.2	164.1	171.8	156.1	140.2	2055.5
---Precipitación---													
Media	142.0	12.7	2.7	3.4	8.6	0.0	12.0	43.0	294.2	133.0	256.5	294.2	1202.3
Máxima	568.0	63.5	20.8	15.0	46.0	0.0	72.0	159.1	1108.0	263.5	702.9	669.0	3687.8
-Fecha (Año)	73	77	79	78	78	VS	73	78	74	78	79	74	jun-74
Máxima del mes en 24 hrs.	137.0	63.0	17.8	15.0	33.0	0.0	72.0	53.7	263.0	65.5	144.5	257.0	263
-Fecha (Año)	11/73	02/77	29/79	25/78	07/78	VS/VS	06/73	31/78	16/74	28/78	25/79	21/74	16/06/1974
Mínima	12.7	2.1	1.2	0.4	11.0	0.0	1.0	19.0	76.5	51.3	122.3	66.0	0
-Fecha (Año)	80	74	80	79	73	VS	75	VS	80	76	78	77	03/VS
-----													
Frecuencia de elementos y													
Fenómenos especiales													
-----													
Núm. días con lluvia aprec.	12.00	1.40	0.80	0.72	0.40	0.00	0.80	3.55	9.36	9.00	10.50	12.00	60.53
Núm. días con lluvia inap.	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.50	0.60	0.30	2.04
Núm. días despejados.	3.00	12.20	18.70	17.27	13.60	17.70	12.30	4.22	3.18	2.80	1.80	3.00	109.77
Núm. días medio nublados	6.70	11.10	8.80	8.81	8.50	10.20	13.20	14.00	4.90	8.30	7.20	6.70	108.41
Núm. días nublados/cerrado	20.30	6.70	3.50	4.90	6.20	3.10	4.50	12.77	21.90	19.90	22.00	20.30	146.07
Núm. días con rocío.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Núm. días con granizo.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Núm. días con heladas.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Núm. días con temp. elec.	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	0.00	0.10	0.20	1.78
Núm. días con niebla.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Núm. días con nevada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0

Unidades: Temperatura (°C), humedad relativa (%), evaporación, precipitación (mm) y presión (hPa).

## 8.2 Requerimiento de riego y calendario de riego

Cuadro 8.2 Requerimientos de riego del maíz

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Inicial	0.3	1.11	11.1	12.2	0
Nov	2	Inicial	0.3	1.09	10.9	0	10.9
Nov	3	Desarrollo	0.44	1.57	15.7	0.3	15.4
Dic	1	Desarrollo	0.69	2.45	24.5	1.7	22.8
Dic	2	Desarrollo	0.94	3.31	33.1	0.4	32.6
Dic	3	Medio	1.16	4.16	45.7	0.7	45.1
Ene	1	Medio	1.18	4.33	43.3	1	42.4
Ene	2	Medio	1.18	4.42	44.2	1	43.2
Ene	3	Medio	1.18	4.57	50.3	1.6	48.7
Feb	1	Final	1.13	4.5	45	2.7	42.4
Feb	2	Final	0.93	3.85	38.5	3.4	35
Feb	3	Final	0.75	3.2	25.6	2.3	23.3
Mar	1	Final	0.62	2.73	13.7	0	13.6
					<b>401.6</b>	<b>27.2</b>	<b>375.5</b>

Cuadro 8.3 Requerimientos de riego del sorgo

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Inicial	0.3	1.11	11.1	12.2	0
Nov	2	Inicial	0.3	1.09	10.9	0	10.9
Nov	3	Desarrollo	0.44	1.57	15.7	0.3	15.4
Dic	1	Desarrollo	0.69	2.45	24.5	1.7	22.8
Dic	2	Desarrollo	0.94	3.31	33.1	0.4	32.6
Dic	3	Medio	1.16	4.16	45.7	0.7	45.1
Ene	1	Medio	1.18	4.33	43.3	1	42.4
Ene	2	Medio	1.18	4.42	44.2	1	43.2
Ene	3	Medio	1.18	4.57	50.3	1.6	48.7
Feb	1	Final	1.13	4.5	45	2.7	42.4
Feb	2	Final	0.93	3.85	38.5	3.4	35
Feb	3	Final	0.75	3.2	25.6	2.3	23.3
Mar	1	Final	0.62	2.73	13.7	0	13.6
					<b>401.6</b>	<b>27.2</b>	<b>375.5</b>

Cuadro 8.4 Requerimiento de riego cacahuate

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Inicial	0.4	1.48	14.8	12.2	2.6
Nov	2	Inicial	0.4	1.45	14.5	0	14.5
Nov	3	Desarrollo	0.44	1.57	15.7	0.3	15.3
Dic	1	Desarrollo	0.66	2.34	23.4	1.7	21.7
Dic	2	Desarrollo	0.91	3.17	31.7	0.4	31.3
Dic	3	Medio	1.12	4	44	0.7	43.4
Ene	1	Medio	1.14	4.17	41.7	1	40.8
Ene	2	Medio	1.14	4.26	42.6	1	41.6
Ene	3	Medio	1.14	4.4	48.4	1.6	46.8
Feb	1	Final	1.13	4.52	45.2	2.7	42.5
Feb	2	Final	0.93	3.85	38.5	3.4	35
Feb	3	Final	0.69	2.92	23.3	2.3	21.1
					<b>383.8</b>	<b>27.2</b>	<b>356.6</b>

Cuadro 8.5 Requerimiento de riego limón

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inicial	0.8	2.93	29.3	1	28.3
Ene	2	Inicial	0.8	2.99	29.9	1	28.9
Ene	3	Inicial	0.8	3.09	34	1.6	32.4
Feb	1	Inicial	0.8	3.19	31.9	2.7	29.3
Feb	2	Inicial	0.8	3.3	33	3.4	29.5
Feb	3	Inicial	0.8	3.4	27.2	2.3	24.9
Mar	1	Desarrollo	0.8	3.49	34.9	0	34.9
Mar	2	Desarrollo	0.79	3.57	35.7	0	35.7
Mar	3	Desarrollo	0.78	3.58	39.4	0.1	39.3
Abr	1	Desarrollo	0.78	3.6	36	2.1	33.9
Abr	2	Desarrollo	0.77	3.61	36.1	3.2	33
Abr	3	Desarrollo	0.76	3.58	35.8	6.6	29.3
May	1	Desarrollo	0.75	3.55	35.5	7.5	28
May	2	Desarrollo	0.75	3.52	35.2	9.3	25.9
May	3	Medio	0.74	3.41	37.5	23.4	14.2
Jun	1	Medio	0.74	3.33	33.3	44	0
Jun	2	Medio	0.74	3.25	32.5	59.3	0
Jun	3	Medio	0.74	3.29	32.9	51.1	0
Jul	1	Medio	0.74	3.32	33.2	37.4	0
Jul	2	Medio	0.74	3.36	33.6	30.4	3.2
Jul	3	Medio	0.74	3.35	36.8	37	0
Ago	1	Medio	0.74	3.34	33.4	46.4	0
Ago	2	Medio	0.74	3.33	33.3	52.2	0
Ago	3	Medio	0.74	3.19	35.1	51.9	0
Sep	1	Medio	0.74	3.06	30.6	52.6	0
Sep	2	Medio	0.74	2.93	29.3	53.7	0
Sep	3	Final	0.74	2.93	29.3	48	0
Oct	1	Final	0.76	2.95	29.5	43.2	0
Oct	2	Final	0.76	2.92	29.2	39	0
Oct	3	Final	0.76	2.86	31.5	27.4	4.1
Nov	1	Final	0.76	2.8	28	12.2	15.8
Nov	2	Final	0.76	2.74	27.4	0	27.4
Nov	3	Final	0.76	2.71	27.1	0.3	26.8
Dic	1	Final	0.76	2.68	26.8	1.7	25.1
Dic	2	Final	0.76	2.65	26.5	0.4	26.1
Dic	3	Final	0.76	2.71	29.8	0.7	29.1
					<b>1160.4</b>	<b>752.9</b>	<b>604.9</b>

Cuadro 8.6 Requerimientos de riego mango

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inicial	0.9	3.29	32.9	1	32
Ene	2	Inicial	0.9	3.36	33.6	1	32.6
Ene	3	Inicial	0.9	3.48	38.2	1.6	36.6
Feb	1	Inicial	0.9	3.59	35.9	2.7	33.3
Feb	2	Inicial	0.9	3.71	37.1	3.4	33.6
Feb	3	Inicial	0.9	3.83	30.6	2.3	28.3
Mar	1	Inicial	0.9	3.94	39.4	0	39.4
Mar	2	Inicial	0.9	4.06	40.6	0	40.6
Mar	3	Inicial	0.9	4.12	45.3	0.1	45.3
Abr	1	Desarrollo	0.91	4.21	42.1	2.1	40
Abr	2	Desarrollo	0.92	4.34	43.4	3.2	40.2
Abr	3	Desarrollo	0.94	4.41	44.1	6.6	37.5
May	1	Desarrollo	0.95	4.48	44.8	7.5	37.3
May	2	Desarrollo	0.97	4.55	45.5	9.3	36.2
May	3	Desarrollo	0.98	4.53	49.8	23.4	26.4
Jun	1	Desarrollo	1	4.5	45	44	1
Jun	2	Desarrollo	1.01	4.46	44.6	59.3	0
Jun	3	Medio	1.03	4.58	45.8	51.1	0
Jul	1	Medio	1.03	4.65	46.5	37.4	9.1
Jul	2	Medio	1.03	4.7	47	30.4	16.6
Jul	3	Medio	1.03	4.68	51.5	37	14.5
Ago	1	Medio	1.03	4.67	46.7	46.4	0.2
Ago	2	Medio	1.03	4.65	46.5	52.2	0
Ago	3	Medio	1.03	4.47	49.1	51.9	0
Sep	1	Medio	1.03	4.28	42.8	52.6	0
Sep	2	Medio	1.03	4.1	41	53.7	0
Sep	3	Final	1.03	4.06	40.6	48	0
Oct	1	Final	1.01	3.96	39.6	43.2	0
Oct	2	Final	1	3.85	38.5	39	0
Oct	3	Final	0.98	3.69	40.6	27.4	13.2
Nov	1	Final	0.96	3.54	35.4	12.2	23.2
Nov	2	Final	0.94	3.39	33.9	0	33.9
Nov	3	Final	0.92	3.29	32.9	0.3	32.6
Dic	1	Final	0.9	3.19	31.9	1.7	30.2
Dic	2	Final	0.88	3.08	30.8	0.4	30.4
Dic	3	Final	0.86	3.08	33.9	0.7	33.2
					<b>1468</b>	<b>752.9</b>	<b>777.6</b>

Cuadro 8.7 Requerimientos de riego del Papayo

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Inicial	0.9	3.33	33.3	12.2	21.2
Nov	2	Inicial	0.9	3.26	32.6	0	32.6
Nov	3	Inicial	0.9	3.23	32.3	0.3	31.9
Dic	1	Inicial	0.9	3.19	31.9	1.7	30.2
Dic	2	Inicial	0.9	3.15	31.5	0.4	31.1
Dic	3	Inicial	0.9	3.22	35.5	0.7	34.8
Ene	1	Inicial	0.9	3.29	32.9	1	32
Ene	2	Desarrollo	0.9	3.36	33.6	1	32.6
Ene	3	Desarrollo	0.92	3.54	39	1.6	37.4
Feb	1	Desarrollo	0.94	3.76	37.6	2.7	34.9
Feb	2	Desarrollo	0.97	3.98	39.8	3.4	36.4
Feb	3	Desarrollo	0.99	4.2	33.6	2.3	31.3
Mar	1	Desarrollo	1.01	4.42	44.2	0	44.2
Mar	2	Desarrollo	1.03	4.66	46.6	0	46.6
Mar	3	Medio	1.04	4.78	52.6	0.1	52.5
Abr	1	Medio	1.04	4.84	48.4	2.1	46.3
Abr	2	Medio	1.04	4.91	49.1	3.2	45.9
Abr	3	Medio	1.04	4.91	49.1	6.6	42.6
May	1	Medio	1.04	4.91	49.1	7.5	41.6
May	2	Medio	1.04	4.92	49.2	9.3	39.9
May	3	Medio	1.04	4.81	53	23.4	29.6
Jun	1	Medio	1.04	4.71	47.1	44	3.2
Jun	2	Medio	1.04	4.61	46.1	59.3	0
Jun	3	Medio	1.04	4.66	46.6	51.1	0
Jul	1	Medio	1.04	4.71	47.1	37.4	9.6
Jul	2	Medio	1.04	4.76	47.6	30.4	17.2
Jul	3	Medio	1.04	4.74	52.2	37	15.1
Ago	1	Medio	1.04	4.73	47.3	46.4	0.8
Ago	2	Medio	1.04	4.71	47.1	52.2	0
Ago	3	Medio	1.04	4.53	49.8	51.9	0
Sep	1	Medio	1.04	4.34	43.4	52.6	0
Sep	2	Final	1.04	4.14	41.4	53.7	0
Sep	3	Final	1	3.94	39.4	48	0
Oct	1	Final	0.96	3.73	37.3	43.2	0
Oct	2	Final	0.91	3.52	35.2	39	0
Oct	3	Final	0.86	3.27	35.9	27.4	8.5
					<b>1518.3</b>	<b>752.9</b>	<b>830.1</b>

Cuadro 8.8 Requerimientos de riego plátano

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inicial	1	3.66	36.6	1	35.6
Ene	2	Inicial	1	3.73	37.3	1	36.4
Ene	3	Inicial	1	3.86	42.5	1.6	40.9
Feb	1	Inicial	1	3.99	39.9	2.7	37.2
Feb	2	Inicial	1	4.12	41.2	3.4	37.8
Feb	3	Inicial	1	4.25	34	2.3	31.7
Mar	1	Inicial	1	4.38	43.8	0	43.8
Mar	2	Inicial	1	4.52	45.2	0	45.2
Mar	3	Inicial	1	4.58	50.4	0.1	50.3
Abr	1	Inicial	1	4.64	46.4	2.1	44.3
Abr	2	Inicial	1	4.7	47	3.2	43.9
Abr	3	Inicial	1	4.71	47.1	6.6	40.5
May	1	Desarrollo	1.01	4.77	47.7	7.5	40.2
May	2	Desarrollo	1.04	4.89	48.9	9.3	39.6
May	3	Desarrollo	1.06	4.91	54	23.4	30.6
Jun	1	Desarrollo	1.09	4.92	49.2	44	5.2
Jun	2	Desarrollo	1.11	4.92	49.2	59.3	0
Jun	3	Medio	1.14	5.08	50.8	51.1	0
Jul	1	Medio	1.15	5.17	51.7	37.4	14.3
Jul	2	Medio	1.15	5.23	52.3	30.4	21.9
Jul	3	Medio	1.15	5.21	57.3	37	20.3
Ago	1	Medio	1.15	5.19	51.9	46.4	5.5
Ago	2	Medio	1.15	5.18	51.8	52.2	0
Ago	3	Medio	1.15	4.97	54.7	51.9	2.8
Sep	1	Medio	1.15	4.77	47.7	52.6	0
Sep	2	Medio	1.15	4.56	45.6	53.7	0
Sep	3	Medio	1.15	4.52	45.2	48	0
Oct	1	Medio	1.15	4.48	44.8	43.2	1.6
Oct	2	Medio	1.15	4.43	44.3	39	5.3
Oct	3	Medio	1.15	4.34	47.7	27.4	20.3
Nov	1	Medio	1.15	4.25	42.5	12.2	30.3
Nov	2	Medio	1.15	4.16	41.6	0	41.6
Nov	3	Medio	1.15	4.11	41.1	0.3	40.8
Dic	1	Medio	1.15	4.07	40.7	1.7	39
Dic	2	Medio	1.15	4.02	40.2	0.4	39.7
Dic	3	Final	1.13	4.03	44.3	0.7	43.7
					<b>1656.5</b>	<b>752.9</b>	<b>930.2</b>

Cuadro 8.9 Requerimientos de riego pasto

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	1	Inicial	0.8	2.96	29.6	12.2	17.5
Nov	2	Inicial	0.8	2.9	29	0	29
Nov	3	Inicial	0.8	2.87	28.7	0.3	28.3
Dic	1	Inicial	0.8	2.84	28.4	1.7	26.7
Dic	2	Inicial	0.8	2.8	28	0.4	27.6
Dic	3	Inicial	0.8	2.86	31.5	0.7	30.8
Ene	1	Inicial	0.8	2.93	29.3	1	28.3
Ene	2	Inicial	0.8	2.99	29.9	1	28.9
Ene	3	Inicial	0.8	3.09	34	1.6	32.4
Feb	1	Inicial	0.8	3.19	31.9	2.7	29.3
Feb	2	Inicial	0.8	3.3	33	3.4	29.5
Feb	3	Inicial	0.8	3.4	27.2	2.3	24.9
Mar	1	Inicial	0.8	3.51	35.1	0	35
Mar	2	Inicial	0.8	3.61	36.1	0	36.1
Mar	3	Desarrollo	0.8	3.66	40.3	0.1	40.2
Abr	1	Desarrollo	0.8	3.74	37.4	2.1	35.2
Abr	2	Desarrollo	0.81	3.82	38.2	3.2	35
Abr	3	Desarrollo	0.82	3.86	38.6	6.6	32
May	1	Medio	0.83	3.89	38.9	7.5	31.4
May	2	Medio	0.83	3.91	39.1	9.3	29.8
May	3	Medio	0.83	3.83	42.1	23.4	18.7
Jun	1	Medio	0.83	3.74	37.4	44	0
Jun	2	Medio	0.83	3.66	36.6	59.3	0
Jun	3	Medio	0.83	3.7	37	51.1	0
Jul	1	Medio	0.83	3.74	37.4	37.4	0
Jul	2	Medio	0.83	3.78	37.8	30.4	7.4
Jul	3	Medio	0.83	3.77	41.4	37	4.4
Ago	1	Medio	0.83	3.76	37.6	46.4	0
Ago	2	Medio	0.83	3.74	37.4	52.2	0
Ago	3	Medio	0.83	3.6	39.6	51.9	0
Sep	1	Medio	0.83	3.45	34.5	52.6	0
Sep	2	Final	0.83	3.3	33	53.7	0
Sep	3	Final	0.83	3.27	32.7	48	0
Oct	1	Final	0.83	3.24	32.4	43.2	0
Oct	2	Final	0.83	3.21	32.1	39	0
Oct	3	Final	0.83	3.14	34.6	27.4	7.2
					<b>1247.7</b>	<b>752.9</b>	<b>645.8</b>



Cuadro 8.10 Requerimiento de riego cocotero

MES	DECENA	ETAPA	Kc	ETc	ETc	PREC EFECT	REQ RIEGO
			coef	mm/dia	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inicial	0.9	3.29	32.9	1	32
Ene	2	Inicial	0.9	3.36	33.6	1	32.6
Ene	3	Inicial	0.9	3.48	38.2	1.6	36.6
Feb	1	Inicial	0.9	3.59	35.9	2.7	33.3
Feb	2	Inicial	0.9	3.71	37.1	3.4	33.6
Feb	3	Inicial	0.9	3.83	30.6	2.3	28.3
Mar	1	Inicial	0.9	3.94	39.4	0	39.4
Mar	2	Inicial	0.9	4.06	40.6	0	40.6
Mar	3	Inicial	0.9	4.12	45.3	0.1	45.3
Abr	1	Inicial	0.9	4.18	41.8	2.1	39.7
Abr	2	Inicial	0.9	4.23	42.3	3.2	39.2
Abr	3	Inicial	0.9	4.24	42.4	6.6	35.8
May	1	Inicial	0.9	4.24	42.4	7.5	34.9
May	2	Inicial	0.9	4.24	42.4	9.3	33.1
May	3	Desarrollo	0.9	4.13	45.4	23.4	22.1
Jun	1	Desarrollo	0.89	4.01	40.1	44	0
Jun	2	Medio	0.88	3.89	38.9	59.3	0
Jun	3	Medio	0.88	3.92	39.2	51.1	0
Jul	1	Medio	0.88	3.96	39.6	37.4	2.2
Jul	2	Medio	0.88	4	40	30.4	9.6
Jul	3	Medio	0.88	3.99	43.9	37	6.8
Ago	1	Medio	0.88	3.97	39.7	46.4	0
Ago	2	Medio	0.88	3.96	39.6	52.2	0
Ago	3	Medio	0.88	3.81	41.9	51.9	0
Sep	1	Medio	0.88	3.65	36.5	52.6	0
Sep	2	Medio	0.88	3.49	34.9	53.7	0
Sep	3	Medio	0.88	3.46	34.6	48	0
Oct	1	Medio	0.88	3.43	34.3	43.2	0
Oct	2	Medio	0.88	3.39	33.9	39	0
Oct	3	Medio	0.88	3.32	36.5	27.4	9.1
Nov	1	Medio	0.88	3.25	32.5	12.2	20.3
Nov	2	Final	0.89	3.22	32.2	0	32.2
Nov	3	Final	0.91	3.25	32.5	0.3	32.2
Dic	1	Final	0.91	3.21	32.1	1.7	30.5
Dic	2	Final	0.91	3.18	31.8	0.4	31.3
Dic	3	Final	0.91	3.25	35.7	0.7	35.1
					<b>1360.8</b>	<b>752.9</b>	<b>735.8</b>

Cuadro 8.11 Calendario de riegos del maíz

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
06-dic	36	Desarrollo	0	1	100	55	44.6	63.8	0.2
25-dic	55	Desarrollo	0	1	100	56	62.9	89.8	0.55
09-ene	70	Medio	0	1	100	56	62.6	89.5	0.69
24-ene	85	Medio	0	1	100	58	65	92.9	0.72
09-feb	101	Final	0	1	100	62	69	98.6	0.71
05-mar	Final	Final	0	1	100	66			

Cuadro 8.12 Calendario de riegos del sorgo

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
30-nov	30	Desarrollo	0	1	100	56	30.8	44	0.17
16-dic	46	Desarrollo	0	1	100	58	42.4	60.6	0.44
29-dic	59	Medio	0	1	100	59	50	71.4	0.64
09-ene	70	Medio	0	1	100	55	46.3	66.2	0.7
20-ene	81	Medio	0	1	100	57	47.6	67.9	0.71
31-ene	92	Medio	0	1	100	58	48.7	69.6	0.73
12-feb	104	Final	0	1	100	60	50	71.5	0.69
26-feb	118	Final	0	1	100	56	47.1	67.3	0.56
05-mar	Final	Final	0	1	100	21			

Cuadro 8.13 Calendario de riegos cacahuete

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
22-nov	22	Inicial	0	1	100	45	23.6	33.6	0.18
11-dic	41	Desarrollo	0	1	100	47	37.2	53.2	0.32
24-dic	54	Desarrollo	0	1	100	45	43.8	62.5	0.56
05-ene	66	Medio	0	1	100	49	48.1	68.6	0.66
16-ene	77	Medio	0	1	100	46	45.4	64.9	0.68
27-ene	88	Medio	0.8	1	100	47	46.2	66.1	0.7
07-feb	99	Medio	1.3	1	100	47	46.5	66.5	0.7
20-feb	112	Final	0	1	100	50	48.6	69.4	0.62
28-feb	Final	Final	0	1	100	18			

Cuadro 8.14 Calendario de riegos Limón

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
25-ene	25	Inicial	0	1	100	51	71.8	102.6	0.48
19-feb	50	Inicial	0	1	100	52	73.2	104.5	0.48
12-mar	71	Desarrollo	0	1	100	50	70.2	100.3	0.55
01-abr	91	Desarrollo	0	1	100	51	71.5	102.1	0.59
22-abr	112	Desarrollo	0	1	100	50	70.4	100.6	0.55
15-may	135	Desarrollo	0	1	100	52	72.4	103.5	0.52
25-nov	329	Final	0	1	100	50	70.6	100.8	0.06
23-dic	357	Final	0.3	1	100	52	72.4	103.4	0.43
31-dic	Final	Final	0	1	0	13			

Cuadro 8.15 Calendario de riegos mango

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
26-ene	26	Inicial	0	1	100	60	84.6	120.9	0.54
20-feb	51	Inicial	0	1	100	60	84.2	120.3	0.56
15-mar	74	Inicial	0	1	100	63	88	125.7	0.63
05-abr	95	Desarrollo	0	1	100	61	85.6	122.3	0.67
27-abr	117	Desarrollo	3.4	1	100	60	84.3	120.4	0.63
18-may	138	Desarrollo	0	1	100	62	86.6	123.7	0.68
22-nov	326	Final	0	1	100	62	87.1	124.4	0.08
20-dic	354	Final	0	1	100	62	86.7	123.9	0.51
31-dic	Final	Final	0	1	0	22			

Cuadro 8.16 Calendario de riegos del Papayo

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
16-nov	16	Inicial	0	1	100	41	40.3	57.6	0.42
29-nov	29	Inicial	0	1	100	43	41.8	59.7	0.53
12-dic	42	Inicial	0	1	100	41	39.7	56.7	0.51
25-dic	55	Inicial	0	1	100	42	40.8	58.3	0.52
07-ene	68	Inicial	0.5	1	100	42	41.1	58.7	0.52
20-ene	81	Desarrollo	0	1	100	43	42.5	60.7	0.54
01-feb	93	Desarrollo	0	1	100	42	41.1	58.7	0.57
13-feb	105	Desarrollo	1.7	1	100	42	41.3	59.1	0.57
24-feb	116	Desarrollo	0	1	100	43	41.8	59.6	0.63
06-mar	126	Desarrollo	0	1	100	43	42.1	60.2	0.7
15-mar	135	Desarrollo	0	1	100	42	41	58.6	0.75
24-mar	144	Medio	0	1	100	43	42.4	60.6	0.78
02-abr	153	Medio	0	1	100	44	43.1	61.6	0.79
11-abr	162	Medio	0	1	100	43	42.6	60.9	0.78
20-abr	171	Medio	0	1	100	42	41	58.6	0.75
30-abr	181	Medio	0	1	100	43	42.2	60.4	0.7
09-may	190	Medio	0	1	100	41	40.3	57.6	0.74
18-may	199	Medio	0	1	100	41	40.4	57.7	0.74
21-jul	263	Medio	0	1	100	41	40.3	57.6	0.1
31-oct	Final	Final	0	1	0	15			

Cuadro 8.17 Calendarios de riego plátano

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
18-ene	18	Inicial	0	1	100	58	64.5	92.2	0.59
04-feb	35	Inicial	0	1	100	56	63	90	0.61
21-feb	52	Inicial	0	1	100	58	64.6	92.3	0.63
08-mar	67	Inicial	0	1	100	56	62.5	89.2	0.69
22-mar	81	Inicial	0	1	100	56	63.1	90.1	0.74
05-abr	95	Inicial	0	1	100	57	63.3	90.5	0.75
20-abr	110	Inicial	0	1	100	59	66	94.4	0.73
05-may	125	Desarrollo	0	1	100	55	62.1	88.7	0.68
19-may	139	Desarrollo	0	1	100	55	62	88.6	0.73
22-jul	203	Medio	0	1	100	47	52.5	75.1	0.14
06-nov	310	Medio	0	1	100	47	52.4	74.9	0.08
19-nov	323	Medio	0	1	100	49	54.4	77.7	0.69
02-dic	336	Medio	0	1	100	47	53.1	75.9	0.68
15-dic	349	Medio	0	1	100	46	51.5	73.6	0.66
28-dic	362	Final	0	1	100	46	51.4	73.5	0.65
31-dic	Final	Final	0	1	0	7			

Cuadro 8.18 Calendario de riegos pasto

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
17-nov	17	Inicial	0	1	100	54	37.7	53.9	0.37
30-nov	30	Inicial	0	1	100	53	37.1	53	0.47
14-dic	44	Inicial	0	1	100	54	37.6	53.8	0.44
27-dic	57	Inicial	0.3	1	100	51	36	51.4	0.46
09-ene	70	Inicial	0	1	100	53	36.8	52.6	0.47
22-ene	83	Inicial	0	1	100	54	38	54.3	0.48
03-feb	95	Inicial	1.3	1	100	50	35.2	50.3	0.49
15-feb	107	Inicial	0	1	100	51	35.7	51.1	0.49
27-feb	119	Inicial	1.2	1	100	52	36.2	51.8	0.5
10-mar	130	Inicial	0	1	100	55	38.4	54.9	0.58
20-mar	140	Inicial	0	1	100	52	36.1	51.6	0.6
30-mar	150	Inicial	0	1	100	52	36.5	52.2	0.6
09-abr	160	Desarrollo	0	1	100	50	35.2	50.3	0.58
20-abr	171	Desarrollo	0	1	100	55	38.8	55.4	0.58
01-may	182	Desarrollo	0	1	100	51	35.6	50.8	0.53
11-may	192	Medio	0	1	100	50	35	50	0.58
21-may	202	Medio	0	1	100	50	35.1	50.2	0.58
31-oct	Final	Final	0	1	0	18			

Cuadro 8.19 Calendario de riego cocotero

Fecha	Dia desarrollo	Etapa	Prec efect	Ks	Eta	Def permis	RR neto	RR Bruto	Coef unit
			mm	fract.	%	%	mm	mm	l/s/ha
24-ene	24	Inicial	0	1	100	50	77.7	111	0.54
16-feb	47	Inicial	0	1	100	50	77.3	110.4	0.56
09-mar	68	Inicial	0	1	100	51	78.6	112.2	0.62
28-mar	87	Inicial	0	1	100	50	77.5	110.7	0.67
17-abr	107	Inicial	1.6	1	100	51	78.5	112.2	0.65
08-may	128	Inicial	0	1	100	51	78.2	111.7	0.62
23-nov	327	Final	0.1	1	100	52	79.6	113.8	0.07
18-dic	352	Final	0	1	100	51	78	111.5	0.52
31-dic	Final	Final	0	1	0	25			

### 8.3 Análisis de sensibilidad.

#### 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 mostrados en el cuadro.

Cuadro 8.20 Indicadores de rentabilidad de la alternativa básica de inversión a precios sociales de 2012, Alternativa 3, Etapa 1.

VPN (Miles de pesos)	TIR (%)	B/C
438,355.54053	15.33	1.29

#### Cambio en el precio medio rural.

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en los precios agrícolas se definieron los siguientes posibles escenarios: sin cambios en los precios agrícolas, disminución del 1.0% promedio en los precios agrícolas, disminución del 2.0% promedio en los precios agrícolas, disminución del 3.0% promedio en los precios agrícolas y una disminución del 4.73% promedio en los precios agrícolas. En este factor de análisis los beneficios obtenidos estarán en función de cada escenario por lo que la situación con proyecto varía para cada uno de ellos.

Cuadro 8.21 Indicadores económicos ante los cambios en los precios agrícolas, a precios sociales de 201

Variación	TIR	RBC	VPN (miles de \$)
0%	15.33%	1.29	215,974.38
-4.0%	14.49%	1.21	159,123.83
-8.0%	13.63%	1.14	102,273.27
-12.0%	12.74%	1.06	45,422.72
-15.20%	12.00%	1.00	0.00

Cuadro 8.22 Flujo de efectivo, sin cambios en los precios agrícolas.

<b>Año</b>	<b>Costo total (miles \$)</b>	<b>Beneficio Neto Marginal (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Costo total Actualizado (miles \$)</b>	<b>Beneficio marginal actualizado (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto actualizado (miles \$)</b>
2013	177,272	0	-177,272	177,272	0	-177,272
2014	179,400	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2015	180,269	0	-180,269	143,709	0	-143,709
2016	181,138	45,406	-135,732	128,930	32,319	-96,611
2017	182,007	90,815	-91,192	115,668	57,714	-57,954
2018	5,604	136,233	130,629	3,180	77,302	74,123
2019	5,604	181,664	176,060	2,839	92,036	89,197
2020	5,604	181,642	176,038	2,535	82,166	79,631
2021	5,604	181,642	176,038	2,263	73,362	71,099
2022	5,604	181,642	176,038	2,021	65,502	63,481
2023	5,604	181,642	176,038	1,804	58,484	56,680
2024	5,604	181,642	176,038	1,611	52,218	50,607
2025	5,604	181,642	176,038	1,438	46,623	45,185
2026	5,604	181,642	176,038	1,284	41,628	40,343
2027	5,604	181,642	176,038	1,147	37,168	36,021
2028	5,604	181,642	176,038	1,024	33,185	32,162
2029	5,604	181,642	176,038	914	29,630	28,716
2030	5,604	181,642	176,038	816	26,455	25,639
2031	5,604	181,642	176,038	729	23,621	22,892
2032	5,604	181,642	176,038	651	21,090	20,439
2033	5,604	181,642	176,038	581	18,830	18,249
2034	5,604	181,642	176,038	519	16,813	16,294
2035	5,604	181,642	176,038	463	15,011	14,548
2036	5,604	181,642	176,038	413	13,403	12,990
2037	5,604	181,642	176,038	369	11,967	11,598
2038	5,604	181,642	176,038	330	10,685	10,355
2039	5,604	181,642	176,038	294	9,540	9,246
2040	5,604	181,642	176,038	263	8,518	8,255
2041	5,604	181,642	176,038	235	7,605	7,371
2042	5,604	181,642	176,038	209	6,790	6,581

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 15.33%; VAN: \$215,974.38; RB/C: 1.29.



Cuadro 8.23 Flujo de efectivo, cambios en los precios agrícolas de -4.0%.

<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	177,271.70	0	-177,271.70	177,271.70	0	-177,271.70
1	179,400.43	0	-179,400.43	160,178.96	0	-160,178.96
2	180,269.16	0	-180,269.16	143,709.47	0	-143,709.47
3	181,137.88	42,743.73	-138,394.15	128,930.37	30,424.14	-98,506.22
4	182,006.61	85,490.37	-96,516.23	115,668.49	54,330.68	-61,337.81
5	5,603.63	128,245.77	122,642.14	3,179.65	72,770.09	69,590.44
6	5,603.63	171,012.83	165,409.20	2,838.97	86,640.42	83,801.45
7	5,603.63	170,992.41	165,388.79	2,534.80	77,348.28	74,813.49
8	5,603.63	170,992.41	165,388.79	2,263.21	69,060.97	66,797.76
9	5,603.63	170,992.41	165,388.79	2,020.72	61,661.58	59,640.85
10	5,603.63	170,992.41	165,388.79	1,804.22	55,054.98	53,250.76
11	5,603.63	170,992.41	165,388.79	1,610.91	49,156.23	47,545.32
12	5,603.63	170,992.41	165,388.79	1,438.31	43,889.49	42,451.18
13	5,603.63	170,992.41	165,388.79	1,284.21	39,187.05	37,902.84
14	5,603.63	170,992.41	165,388.79	1,146.61	34,988.44	33,841.82
15	5,603.63	170,992.41	165,388.79	1,023.76	31,239.67	30,215.91
16	5,603.63	170,992.41	165,388.79	914.07	27,892.57	26,978.49
17	5,603.63	170,992.41	165,388.79	816.14	24,904.08	24,087.94
18	5,603.63	170,992.41	165,388.79	728.69	22,235.78	21,507.09
19	5,603.63	170,992.41	165,388.79	650.62	19,853.38	19,202.76
20	5,603.63	170,992.41	165,388.79	580.91	17,726.23	17,145.32
21	5,603.63	170,992.41	165,388.79	518.67	15,826.99	15,308.32
22	5,603.63	170,992.41	165,388.79	463.10	14,131.24	13,668.14
23	5,603.63	170,992.41	165,388.79	413.48	12,617.18	12,203.70
24	5,603.63	170,992.41	165,388.79	369.18	11,265.34	10,896.16
25	5,603.63	170,992.41	165,388.79	329.62	10,058.34	9,728.72
26	5,603.63	170,992.41	165,388.79	294.31	8,980.66	8,686.35
27	5,603.63	170,992.41	165,388.79	262.77	8,018.45	7,755.67
28	5,603.63	170,992.41	165,388.79	234.62	7,159.33	6,924.71
29	5,603.63	170,992.41	165,388.79	209.48	6,392.26	6,182.77

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 14.49%; VAN: \$159,123.83; RB/C: 1.21.

Cuadro 8.24 Flujo de efectivo, cambios en los precios agrícolas de -8.0%.

<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	177,271.70	0	-177,271.70	177,271.70	0	-177,271.70
1	179,400.43	0	-179,400.43	160,178.96	0	-160178.955
2	180,269.16	0	-180,269.16	143,709.47	0	-143709.467
3	181,137.88	40,081.63	-141,056.26	128,930.37	28,529.31	-100401.057
4	182,006.61	80,165.99	-101,840.62	115,668.49	50,946.93	-64,721.56
5	5,603.63	120,258.55	114,654.92	3,179.65	68,237.93	65,058.28
6	5,603.63	160,362.06	154,758.43	2,838.97	81,244.41	78,405.44
7	5,603.63	160,342.91	154739.2829	2,534.80	72,530.99	69,996.19
8	5,603.63	160,342.91	154739.2829	2,263.21	64,759.81	62,496.60
9	5,603.63	160,342.91	154,739.28	2,020.72	57,821.26	55,800.54
10	5,603.63	160,342.91	154,739.28	1,804.22	51,626.13	49,821.91
11	5,603.63	160,342.91	154,739.28	1,610.91	46,094.76	44,483.85
12	5,603.63	160,342.91	154739.2829	1,438.31	41,156.03	39,717.72
13	5,603.63	160,342.91	154739.2829	1,284.21	36,746.46	35,462.25
14	5,603.63	160,342.91	154739.2829	1,146.61	32,809.34	31,662.72
15	5,603.63	160,342.91	154,739.28	1,023.76	29,294.05	28,270.29
16	5,603.63	160,342.91	154,739.28	914.07	26,155.40	25,241.33
17	5,603.63	160,342.91	154,739.28	816.14	23,353.04	22,536.90
18	5,603.63	160,342.91	154,739.28	728.69	20,850.93	20,122.23
19	5,603.63	160,342.91	154,739.28	650.62	18,616.90	17,966.28
20	5,603.63	160,342.91	154,739.28	580.91	16,622.23	16,041.32
21	5,603.63	160,342.91	154,739.28	518.67	14,841.28	14,322.61
22	5,603.63	160,342.91	154,739.28	463.10	13,251.14	12,788.04
23	5,603.63	160,342.91	154,739.28	413.48	11,831.38	11,417.90
24	5,603.63	160,342.91	154,739.28	369.18	10,563.73	10,194.55
25	5,603.63	160,342.91	154,739.28	329.62	9,431.90	9,102.28
26	5,603.63	160,342.91	154,739.28	294.31	8,421.34	8,127.03
27	5,603.63	160,342.91	154,739.28	262.77	7,519.05	7,256.28
28	5,603.63	160,342.91	154,739.28	234.62	6,713.44	6,478.82
29	5,603.63	160,342.91	154,739.28	209.48	5,994.14	5,784.66

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 13.63%; VAN: \$102,273.27; RB/C: 1.14

Cuadro 8.25 Flujo de efectivo, cambios en los precios agrícolas de -12.0%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,271.70	177,271.70	0	-177,271.70
1	179,400.43	0	-179,400.43	160,178.96	0	-160178.955
2	180,269.16	0	-180,269.16	143,709.47	0	-143709.467
3	181,137.88	37,419.52	-143,718.36	128,930.37	26,634.48	-102295.889
4	182,006.61	74,841.60	-107,165.01	115,668.49	47,563.19	-68,105.30
5	5,603.63	112,271.33	106,667.71	3,179.65	63,705.77	60,526.12
6	5,603.63	149,711.28	144,107.65	2,838.97	75,848.39	73,009.42
7	5,603.63	149,693.41	144,089.78	2,534.80	67,713.70	65,178.90
8	5,603.63	149,693.41	144,089.78	2,263.21	60,458.66	58,195.45
9	5,603.63	149,693.41	144,089.78	2,020.72	53,980.94	51,960.22
10	5,603.63	149,693.41	144,089.78	1,804.22	48,197.27	46,393.05
11	5,603.63	149,693.41	144,089.78	1,610.91	43,033.28	41,422.37
12	5,603.63	149,693.41	144,089.78	1,438.31	38,422.57	36,984.26
13	5,603.63	149,693.41	144,089.78	1,284.21	34,305.87	33,021.66
14	5,603.63	149,693.41	144,089.78	1,146.61	30,630.24	29,483.62
15	5,603.63	149,693.41	144,089.78	1,023.76	27,348.43	26,324.66
16	5,603.63	149,693.41	144,089.78	914.07	24,418.24	23,504.16
17	5,603.63	149,693.41	144,089.78	816.14	21,802.00	20,985.86
18	5,603.63	149,693.41	144,089.78	728.69	19,466.07	18,737.38
19	5,603.63	149,693.41	144,089.78	650.62	17,380.42	16,729.80
20	5,603.63	149,693.41	144,089.78	580.91	15,518.23	14,937.32
21	5,603.63	149,693.41	144,089.78	518.67	13,855.56	13,336.89
22	5,603.63	149,693.41	144,089.78	463.10	12,371.04	11,907.94
23	5,603.63	149,693.41	144,089.78	413.48	11,045.57	10,632.09
24	5,603.63	149,693.41	144,089.78	369.18	9,862.12	9,492.94
25	5,603.63	149,693.41	144,089.78	329.62	8,805.46	8,475.84
26	5,603.63	149,693.41	144,089.78	294.31	7,862.02	7,567.71
27	5,603.63	149,693.41	144,089.78	262.77	7,019.66	6,756.89
28	5,603.63	149,693.41	144,089.78	234.62	6,267.55	6,032.93
29	5,603.63	149,693.41	144,089.78	209.48	5,596.03	5,386.55

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 12.74%; VAN: \$45,422.72; RB/C: 1.06.

Cuadro 8.26 Flujo de efectivo, cambios en los precios agrícolas de -15.20%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,271.70	177,271.70	0	-177,271.70
1	179,400.43	0	-179,400.43	160,178.96	0	-160,178.96
2	180,269.16	0	-180,269.16	143,709.47	0	-143,709.47
3	181,137.88	35,292.54	-145,845.34	128,930.37	25,120.53	-103,809.83
4	182,006.61	70,587.49	-111,419.11	115,668.49	44,859.63	-70,808.86
5	5,603.63	105,889.67	100,286.04	3,179.65	60,084.64	56,904.99
6	5,603.63	141,201.48	135,597.85	2,838.97	71,537.06	68,698.09
7	5,603.63	141,184.62	135,580.99	2,534.80	63,864.75	61,329.96
8	5,603.63	141,184.62	135,580.99	2,263.21	57,022.10	54,758.89
9	5,603.63	141,184.62	135,580.99	2,020.72	50,912.59	48,891.86
10	5,603.63	141,184.62	135,580.99	1,804.22	45,457.67	43,653.45
11	5,603.63	141,184.62	135,580.99	1,610.91	40,587.20	38,976.30
12	5,603.63	141,184.62	135,580.99	1,438.31	36,238.58	34,800.26
13	5,603.63	141,184.62	135,580.99	1,284.21	32,355.87	31,071.66
14	5,603.63	141,184.62	135,580.99	1,146.61	28,889.17	27,742.56
15	5,603.63	141,184.62	135,580.99	1,023.76	25,793.90	24,770.14
16	5,603.63	141,184.62	135,580.99	914.07	23,030.27	22,116.20
17	5,603.63	141,184.62	135,580.99	816.14	20,562.74	19,746.60
18	5,603.63	141,184.62	135,580.99	728.69	18,359.59	17,630.90
19	5,603.63	141,184.62	135,580.99	650.62	16,392.49	15,741.87
20	5,603.63	141,184.62	135,580.99	580.91	14,636.15	14,055.24
21	5,603.63	141,184.62	135,580.99	518.67	13,067.99	12,549.32
22	5,603.63	141,184.62	135,580.99	463.10	11,667.85	11,204.75
23	5,603.63	141,184.62	135,580.99	413.48	10,417.72	10,004.24
24	5,603.63	141,184.62	135,580.99	369.18	9,301.54	8,932.36
25	5,603.63	141,184.62	135,580.99	329.62	8,304.95	7,975.32
26	5,603.63	141,184.62	135,580.99	294.31	7,415.13	7,120.82
27	5,603.63	141,184.62	135,580.99	262.77	6,620.65	6,357.88
28	5,603.63	141,184.62	135,580.99	234.62	5,911.30	5,676.68
29	5,603.63	141,184.62	135,580.99	209.48	5,277.94	5,068.46

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 12.00%; VAN: \$0.00; RB/C: 1.00.

### **Cambios en los costos de producción.**

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en los costos de producción se definieron los siguientes posibles escenarios: sin cambios en los costos de producción, aumento del 15% promedio en los costos de producción, aumento del 30% promedio en los costos de producción, aumento del 45% promedio en los costos de producción y aumento del 59.52% promedio en los costos de producción.

En este factor de análisis los beneficios obtenidos estarán en función de cada escenario por lo que la situación con proyecto varía para cada uno de ellos.

Cuadro 8.27 Indicadores económicos ante los cambios en Costos de Producción, a precios sociales de 2012

<b>Variación</b>	<b>TIR</b>	<b>RBC</b>	<b>VPN (miles de \$)</b>
0%	15.33%	1.29	215,974.38
15%	14.53%	1.21	161,542.33
30%	13.70%	1.14	107,110.29
45%	12.85%	1.07	52,678.24
59.52%	12.00%	1.00	0.00

Cuadro 8.28 Flujo de efectivo, sin cambios en los costos de producción.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	45,406	-135,732	128,930	32,319	-96,611
4	182,006.61	90,815	-91,192	115,668	57,714	-57,954
5	5,603.63	136,233	130,629	3,180	77,302	74,123
6	5,603.63	181,664	176,060	2,839	92,036	89,197
7	5,603.63	181,642	176,038	2,535	82,166	79,631
8	5,603.63	181,642	176,038	2,263	73,362	71,099
9	5,603.63	181,642	176,038	2,021	65,502	63,481
10	5,603.63	181,642	176,038	1,804	58,484	56,680
11	5,603.63	181,642	176,038	1,611	52,218	50,607
12	5,603.63	181,642	176,038	1,438	46,623	45,185
13	5,603.63	181,642	176,038	1,284	41,628	40,343
14	5,603.63	181,642	176,038	1,147	37,168	36,021
15	5,603.63	181,642	176,038	1,024	33,185	32,162
16	5,603.63	181,642	176,038	914	29,630	28,716
17	5,603.63	181,642	176,038	816	26,455	25,639
18	5,603.63	181,642	176,038	729	23,621	22,892
19	5,603.63	181,642	176,038	651	21,090	20,439
20	5,603.63	181,642	176,038	581	18,830	18,249
21	5,603.63	181,642	176,038	519	16,813	16,294
22	5,603.63	181,642	176,038	463	15,011	14,548
23	5,603.63	181,642	176,038	413	13,403	12,990
24	5,603.63	181,642	176,038	369	11,967	11,598
25	5,603.63	181,642	176,038	330	10,685	10,355
26	5,603.63	181,642	176,038	294	9,540	9,246
27	5,603.63	181,642	176,038	263	8,518	8,255
28	5,603.63	181,642	176,038	235	7,605	7,371
29	5,603.63	181,642	176,038	209	6,790	6,581

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 15.33%; VAN: \$215,974.38; RB/C: 1.29.

Cuadro 8.29 Flujo de efectivo, cambios en los costos de producción de +15%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	42,857	-138,281	128,930	30,505	-98,426
4	182,006.61	85,717	-96,290	115,668	54,475	-61,194
5	5,603.63	128,586	122,982	3,180	72,963	69,783
6	5,603.63	171,466	165,862	2,839	86,870	84,031
7	5,603.63	171,445	165,842	2,535	77,553	75,018
8	5,603.63	171,445	165,842	2,263	69,244	66,981
9	5,603.63	171,445	165,842	2,021	61,825	59,804
10	5,603.63	171,445	165,842	1,804	55,201	53,397
11	5,603.63	171,445	165,842	1,611	49,286	47,676
12	5,603.63	171,445	165,842	1,438	44,006	42,567
13	5,603.63	171,445	165,842	1,284	39,291	38,007
14	5,603.63	171,445	165,842	1,147	35,081	33,935
15	5,603.63	171,445	165,842	1,024	31,322	30,299
16	5,603.63	171,445	165,842	914	27,966	27,052
17	5,603.63	171,445	165,842	816	24,970	24,154
18	5,603.63	171,445	165,842	729	22,295	21,566
19	5,603.63	171,445	165,842	651	19,906	19,255
20	5,603.63	171,445	165,842	581	17,773	17,192
21	5,603.63	171,445	165,842	519	15,869	15,350
22	5,603.63	171,445	165,842	463	14,169	13,706
23	5,603.63	171,445	165,842	413	12,651	12,237
24	5,603.63	171,445	165,842	369	11,295	10,926
25	5,603.63	171,445	165,842	330	10,085	9,755
26	5,603.63	171,445	165,842	294	9,004	8,710
27	5,603.63	171,445	165,842	263	8,040	7,777
28	5,603.63	171,445	165,842	235	7,178	6,944
29	5,603.63	171,445	165,842	209	6,409	6,200

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 14.53%; VAN: \$161,542.33; RB/C: 1.21.

Cuadro 8.30 Flujo de efectivo, cambios en los costos de producción de +30%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	40,308	-140,830	128,930	28,691	-100,240
4	182,006.61	80,619	-101,388	115,668	51,235	-64,434
5	5,603.63	120,938	115,334	3,180	68,624	65,444
6	5,603.63	161,268	155,665	2,839	81,704	78,865
7	5,603.63	161,249	155,645	2,535	72,941	70,406
8	5,603.63	161,249	155,645	2,263	65,126	62,863
9	5,603.63	161,249	155,645	2,021	58,148	56,127
10	5,603.63	161,249	155,645	1,804	51,918	50,114
11	5,603.63	161,249	155,645	1,611	46,355	44,744
12	5,603.63	161,249	155,645	1,438	41,389	39,950
13	5,603.63	161,249	155,645	1,284	36,954	35,670
14	5,603.63	161,249	155,645	1,147	32,995	31,848
15	5,603.63	161,249	155,645	1,024	29,460	28,436
16	5,603.63	161,249	155,645	914	26,303	25,389
17	5,603.63	161,249	155,645	816	23,485	22,669
18	5,603.63	161,249	155,645	729	20,969	20,240
19	5,603.63	161,249	155,645	651	18,722	18,071
20	5,603.63	161,249	155,645	581	16,716	16,135
21	5,603.63	161,249	155,645	519	14,925	14,406
22	5,603.63	161,249	155,645	463	13,326	12,863
23	5,603.63	161,249	155,645	413	11,898	11,485
24	5,603.63	161,249	155,645	369	10,623	10,254
25	5,603.63	161,249	155,645	330	9,485	9,156
26	5,603.63	161,249	155,645	294	8,469	8,175
27	5,603.63	161,249	155,645	263	7,562	7,299
28	5,603.63	161,249	155,645	235	6,751	6,517
29	5,603.63	161,249	155,645	209	6,028	5,819

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 13.70%; VAN: \$107,110.29; RB/C: 1.14.



Cuadro 8.31 Flujo de efectivo, cambios en los costos de producción de +45%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	37,759	-143,379	128,930	26,876	-102,054
4	182,006.61	75,521	-106,485	115,668	47,995	-67,673
5	5,603.63	113,291	107,687	3,180	64,284	61,105
6	5,603.63	151,071	145,467	2,839	76,537	73,698
7	5,603.63	151,053	145,449	2,535	68,329	65,794
8	5,603.63	151,053	145,449	2,263	61,008	58,744
9	5,603.63	151,053	145,449	2,021	54,471	52,450
10	5,603.63	151,053	145,449	1,804	48,635	46,831
11	5,603.63	151,053	145,449	1,611	43,424	41,813
12	5,603.63	151,053	145,449	1,438	38,771	37,333
13	5,603.63	151,053	145,449	1,284	34,617	33,333
14	5,603.63	151,053	145,449	1,147	30,908	29,762
15	5,603.63	151,053	145,449	1,024	27,597	26,573
16	5,603.63	151,053	145,449	914	24,640	23,726
17	5,603.63	151,053	145,449	816	22,000	21,184
18	5,603.63	151,053	145,449	729	19,643	18,914
19	5,603.63	151,053	145,449	651	17,538	16,888
20	5,603.63	151,053	145,449	581	15,659	15,078
21	5,603.63	151,053	145,449	519	13,981	13,463
22	5,603.63	151,053	145,449	463	12,483	12,020
23	5,603.63	151,053	145,449	413	11,146	10,732
24	5,603.63	151,053	145,449	369	9,952	9,582
25	5,603.63	151,053	145,449	330	8,885	8,556
26	5,603.63	151,053	145,449	294	7,933	7,639
27	5,603.63	151,053	145,449	263	7,083	6,821
28	5,603.63	151,053	145,449	235	6,324	6,090
29	5,603.63	151,053	145,449	209	5,647	5,437

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 12.85%; VAN: \$52,678.24; RB/C: 1.07.

Cuadro 8.32 Flujo de efectivo, cambios en los costos de producción de +59.52%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	35,293	-145,845	128,930	25,121	-103,810
4	182,006.61	70,587	-111,419	115,668	44,860	-70,809
5	5,603.63	105,890	100,286	3,180	60,085	56,905
6	5,603.63	141,201	135,598	2,839	71,537	68,698
7	5,603.63	141,185	135,581	2,535	63,865	61,330
8	5,603.63	141,185	135,581	2,263	57,022	54,759
9	5,603.63	141,185	135,581	2,021	50,913	48,892
10	5,603.63	141,185	135,581	1,804	45,458	43,653
11	5,603.63	141,185	135,581	1,611	40,587	38,976
12	5,603.63	141,185	135,581	1,438	36,239	34,800
13	5,603.63	141,185	135,581	1,284	32,356	31,072
14	5,603.63	141,185	135,581	1,147	28,889	27,743
15	5,603.63	141,185	135,581	1,024	25,794	24,770
16	5,603.63	141,185	135,581	914	23,030	22,116
17	5,603.63	141,185	135,581	816	20,563	19,747
18	5,603.63	141,185	135,581	729	18,360	17,631
19	5,603.63	141,185	135,581	651	16,392	15,742
20	5,603.63	141,185	135,581	581	14,636	14,055
21	5,603.63	141,185	135,581	519	13,068	12,549
22	5,603.63	141,185	135,581	463	11,668	11,205
23	5,603.63	141,185	135,581	413	10,418	10,004
24	5,603.63	141,185	135,581	369	9,302	8,932
25	5,603.63	141,185	135,581	330	8,305	7,975
26	5,603.63	141,185	135,581	294	7,415	7,121
27	5,603.63	141,185	135,581	263	6,621	6,358
28	5,603.63	141,185	135,581	235	5,911	5,677
29	5,603.63	141,185	135,581	209	5,278	5,068

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 12.00%; VAN: \$0.00; RB/C: 1.00.

### **Cambios en la magnitud de la inversión.**

Para estimar la rentabilidad del proyecto ante los cambios en la magnitud de inversión se definieron los siguientes posibles escenarios: sin aumento en la magnitud de inversión, aumento del 7% en la magnitud de inversión, aumento del 14% en la magnitud de inversión, aumento del 21% en la magnitud de inversión y aumento del 28.66 % en la magnitud de inversión.

Cuadro 8.33 Indicadores económicos ante los cambios en Magnitud de la Inversión a precios sociales de 2012

<b>Variación</b>	<b>TIR</b>	<b>RBC</b>	<b>VPN</b>
0%	15.33%	1.29	215,974.38
7%	14.39%	1.20	163,216.08
14%	13.55%	1.13	110,457.77
21%	12.77%	1.06	57,699.47
28.66%	12.00%	1.00	0.00

Cuadro 8.34 Flujo de efectivo, sin cambios en la magnitud de la inversión.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	45,406	-135,732	128,930	32,319	-96,611
4	182,006.61	90,815	-91,192	115,668	57,714	-57,954
5	5,603.63	136,233	130,629	3,180	77,302	74,123
6	5,603.63	181,664	176,060	2,839	92,036	89,197
7	5,603.63	181,642	176,038	2,535	82,166	79,631
8	5,603.63	181,642	176,038	2,263	73,362	71,099
9	5,603.63	181,642	176,038	2,021	65,502	63,481
10	5,603.63	181,642	176,038	1,804	58,484	56,680
11	5,603.63	181,642	176,038	1,611	52,218	50,607
12	5,603.63	181,642	176,038	1,438	46,623	45,185
13	5,603.63	181,642	176,038	1,284	41,628	40,343
14	5,603.63	181,642	176,038	1,147	37,168	36,021
15	5,603.63	181,642	176,038	1,024	33,185	32,162
16	5,603.63	181,642	176,038	914	29,630	28,716
17	5,603.63	181,642	176,038	816	26,455	25,639
18	5,603.63	181,642	176,038	729	23,621	22,892
19	5,603.63	181,642	176,038	651	21,090	20,439
20	5,603.63	181,642	176,038	581	18,830	18,249
21	5,603.63	181,642	176,038	519	16,813	16,294
22	5,603.63	181,642	176,038	463	15,011	14,548
23	5,603.63	181,642	176,038	413	13,403	12,990
24	5,603.63	181,642	176,038	369	11,967	11,598
25	5,603.63	181,642	176,038	330	10,685	10,355
26	5,603.63	181,642	176,038	294	9,540	9,246
27	5,603.63	181,642	176,038	263	8,518	8,255
28	5,603.63	181,642	176,038	235	7,605	7,371
29	5,603.63	181,642	176,038	209	6,790	6,581

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 15.33%; VAN: \$215.974.38; RB/C: 1.29.

Cuadro 8.35 Flujo de efectivo, cambios en los montos de inversión de +7%.

<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	189,680.72	0	-189,681	189,681	0	-189,681
1	191,958.46	0	-191,958	171,391	0	-171,391
2	192,888.00	0	-192,888	153,769	0	-153,769
3	193,817.53	45,406	-148,412	137,955	32,319	-105,637
4	194,747.07	90,815	-103,932	123,765	57,714	-66,051
5	5,995.88	136,233	130,237	3,402	77,302	73,900
6	5,995.88	181,664	175,668	3,038	92,036	88,999
7	5,995.88	181,642	175,646	2,712	82,166	79,453
8	5,995.88	181,642	175,646	2,422	73,362	70,940
9	5,995.88	181,642	175,646	2,162	65,502	63,340
10	5,995.88	181,642	175,646	1,931	58,484	56,553
11	5,995.88	181,642	175,646	1,724	52,218	50,494
12	5,995.88	181,642	175,646	1,539	46,623	45,084
13	5,995.88	181,642	175,646	1,374	41,628	40,254
14	5,995.88	181,642	175,646	1,227	37,168	35,941
15	5,995.88	181,642	175,646	1,095	33,185	32,090
16	5,995.88	181,642	175,646	978	29,630	28,652
17	5,995.88	181,642	175,646	873	26,455	25,582
18	5,995.88	181,642	175,646	780	23,621	22,841
19	5,995.88	181,642	175,646	696	21,090	20,394
20	5,995.88	181,642	175,646	622	18,830	18,209
21	5,995.88	181,642	175,646	555	16,813	16,258
22	5,995.88	181,642	175,646	496	15,011	14,516
23	5,995.88	181,642	175,646	442	13,403	12,961
24	5,995.88	181,642	175,646	395	11,967	11,572
25	5,995.88	181,642	175,646	353	10,685	10,332
26	5,995.88	181,642	175,646	315	9,540	9,225
27	5,995.88	181,642	175,646	281	8,518	8,237
28	5,995.88	181,642	175,646	251	7,605	7,354
29	5,995.88	181,642	175,646	224	6,790	6,566

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 14.39%; VAN: \$163,216.08; RB/C: 1.20.

Cuadro 8.36 Flujo de efectivo, cambios en los montos de inversión de +14%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	202,089.74	0	-202,090	202,090	0	-202,090
<b>1</b>	<b>204516.4898</b>	<b>0</b>	<b>-204516.49</b>	<b>182604.0087</b>	<b>0</b>	<b>-182604.009</b>
2	205,506.84	0	-205,507	163,829	0	-163,829
3	206,497.18	45,406	-161,091	146,981	32,319	-114,662
4	207,487.53	90,815	-116,673	131,862	57,714	-74,148
5	6,388.14	136,233	129,845	3,625	77,302	73,677
6	6,388.14	181,664	175,275	3,236	92,036	88,800
7	6,388.14	181,642	175,254	2,890	82,166	79,276
8	6,388.14	181,642	175,254	2,580	73,362	70,782
9	6,388.14	181,642	175,254	2,304	65,502	63,198
10	6,388.14	181,642	175,254	2,057	58,484	56,427
11	6,388.14	181,642	175,254	1,836	52,218	50,381
12	6,388.14	181,642	175,254	1,640	46,623	44,983
13	6,388.14	181,642	175,254	1,464	41,628	40,164
14	6,388.14	181,642	175,254	1,307	37,168	35,860
15	6,388.14	181,642	175,254	1,167	33,185	32,018
16	6,388.14	181,642	175,254	1,042	29,630	28,588
17	6,388.14	181,642	175,254	930	26,455	25,525
18	6,388.14	181,642	175,254	831	23,621	22,790
19	6,388.14	181,642	175,254	742	21,090	20,348
20	6,388.14	181,642	175,254	662	18,830	18,168
21	6,388.14	181,642	175,254	591	16,813	16,221
22	6,388.14	181,642	175,254	528	15,011	14,483
23	6,388.14	181,642	175,254	471	13,403	12,932
24	6,388.14	181,642	175,254	421	11,967	11,546
25	6,388.14	181,642	175,254	376	10,685	10,309
26	6,388.14	181,642	175,254	336	9,540	9,204
27	6,388.14	181,642	175,254	300	8,518	8,218
28	6,388.14	181,642	175,254	267	7,605	7,338
29	6,388.14	181,642	175,254	239	6,790	6,552

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 13.55%; VAN: \$110,457.77; RB/C: 1.13.

Cuadro 8.37 Flujo de efectivo, cambios en los montos de inversión de +21%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	214,498.76	0	-214,499	214,499	0	-214,499
1	217,074.52	0	-217,075	193,817	0	-193,817
2	218,125.68	0	-218,126	173,888	0	-173,888
3	219,176.84	45,406	-173,771	156,006	32,319	-123,687
4	220,227.99	90,815	-129,413	139,959	57,714	-82,244
5	6,780.39	136,233	129,453	3,847	77,302	73,455
6	6,780.39	181,664	174,883	3,435	92,036	88,601
7	6,780.39	181,642	174,862	3,067	82,166	79,098
8	6,780.39	181,642	174,862	2,738	73,362	70,624
9	6,780.39	181,642	174,862	2,445	65,502	63,057
10	6,780.39	181,642	174,862	2,183	58,484	56,301
11	6,780.39	181,642	174,862	1,949	52,218	50,269
12	6,780.39	181,642	174,862	1,740	46,623	44,883
13	6,780.39	181,642	174,862	1,554	41,628	40,074
14	6,780.39	181,642	174,862	1,387	37,168	35,780
15	6,780.39	181,642	174,862	1,239	33,185	31,947
16	6,780.39	181,642	174,862	1,106	29,630	28,524
17	6,780.39	181,642	174,862	988	26,455	25,468
18	6,780.39	181,642	174,862	882	23,621	22,739
19	6,780.39	181,642	174,862	787	21,090	20,303
20	6,780.39	181,642	174,862	703	18,830	18,127
21	6,780.39	181,642	174,862	628	16,813	16,185
22	6,780.39	181,642	174,862	560	15,011	14,451
23	6,780.39	181,642	174,862	500	13,403	12,903
24	6,780.39	181,642	174,862	447	11,967	11,520
25	6,780.39	181,642	174,862	399	10,685	10,286
26	6,780.39	181,642	174,862	356	9,540	9,184
27	6,780.39	181,642	174,862	318	8,518	8,200
28	6,780.39	181,642	174,862	284	7,605	7,321
29	6,780.39	181,642	174,862	253	6,790	6,537

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 12.77%; VAN: \$57,699.47; RB/C: 1.06.

Cuadro 8.38 Flujo de efectivo, cambios en los montos de inversión de +28.66%.

<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	228,069.97	0	-228,070	228,070	0	-228,070
1	230,808.69	0	-230,809	206,079	0	-206,079
2	231,926.36	0	-231,926	184,890	0	-184,890
3	233,044.02	45,406	-187,638	165,876	32,319	-133,557
4	234,161.69	90,815	-143,347	148,814	57,714	-91,100
5	7,209.38	136,233	129,024	4,091	77,302	73,211
6	7,209.38	181,664	174,454	3,652	92,036	88,384
7	7,209.38	181,642	174,433	3,261	82,166	78,904
8	7,209.38	181,642	174,433	2,912	73,362	70,450
9	7,209.38	181,642	174,433	2,600	65,502	62,902
10	7,209.38	181,642	174,433	2,321	58,484	56,163
11	7,209.38	181,642	174,433	2,073	52,218	50,145
12	7,209.38	181,642	174,433	1,850	46,623	44,772
13	7,209.38	181,642	174,433	1,652	41,628	39,975
14	7,209.38	181,642	174,433	1,475	37,168	35,692
15	7,209.38	181,642	174,433	1,317	33,185	31,868
16	7,209.38	181,642	174,433	1,176	29,630	28,454
17	7,209.38	181,642	174,433	1,050	26,455	25,405
18	7,209.38	181,642	174,433	938	23,621	22,683
19	7,209.38	181,642	174,433	837	21,090	20,253
20	7,209.38	181,642	174,433	747	18,830	18,083
21	7,209.38	181,642	174,433	667	16,813	16,145
22	7,209.38	181,642	174,433	596	15,011	14,416
23	7,209.38	181,642	174,433	532	13,403	12,871
24	7,209.38	181,642	174,433	475	11,967	11,492
25	7,209.38	181,642	174,433	424	10,685	10,261
26	7,209.38	181,642	174,433	379	9,540	9,161
27	7,209.38	181,642	174,433	338	8,518	8,180
28	7,209.38	181,642	174,433	302	7,605	7,303
29	7,209.38	181,642	174,433	270	6,790	6,521

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 12.00%; VAN: \$0.00; B/C: 1.00.



## Cambios en los beneficios

Para evaluar la rentabilidad ante los cambios en los beneficios se simularon los siguientes escenarios: sin disminución en la magnitud de los beneficios, disminución del 5% en la magnitud de los beneficios, disminución del 10% en la magnitud de los beneficios, disminución del 15% en la magnitud de los beneficios y disminución del 22.39% en la magnitud de los beneficios.

Cuadro 8.39 Indicadores económicos ante los cambios en los beneficios

<b>Variación (%)</b>	<b>TIR</b>	<b>RBC</b>	<b>VPN</b>
0.0%	15.33%	1.29	215,974.38
-5.0%	14.62%	1.22	167,491.16
-10.0%	13.89%	1.16	119,007.94
-15.0%	13.13%	1.09	70,524.72
-22.3%	12.00%	1.00	0.00

Cuadro 8.40 Flujo de efectivo, sin cambios en los beneficios.

<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	45,406	-135,732	128,930	32,319	-96,611
4	182,006.61	90,815	-91,192	115,668	57,714	-57,954
5	5,603.63	136,233	130,629	3,180	77,302	74,123
6	5,603.63	181,664	176,060	2,839	92,036	89,197
7	5,603.63	181,642	176,038	2,535	82,166	79,631
8	5,603.63	181,642	176,038	2,263	73,362	71,099
9	5,603.63	181,642	176,038	2,021	65,502	63,481
10	5,603.63	181,642	176,038	1,804	58,484	56,680
11	5,603.63	181,642	176,038	1,611	52,218	50,607
12	5,603.63	181,642	176,038	1,438	46,623	45,185
13	5,603.63	181,642	176,038	1,284	41,628	40,343
14	5,603.63	181,642	176,038	1,147	37,168	36,021
15	5,603.63	181,642	176,038	1,024	33,185	32,162
16	5,603.63	181,642	176,038	914	29,630	28,716
17	5,603.63	181,642	176,038	816	26,455	25,639
18	5,603.63	181,642	176,038	729	23,621	22,892
19	5,603.63	181,642	176,038	651	21,090	20,439
20	5,603.63	181,642	176,038	581	18,830	18,249
21	5,603.63	181,642	176,038	519	16,813	16,294
22	5,603.63	181,642	176,038	463	15,011	14,548
23	5,603.63	181,642	176,038	413	13,403	12,990
24	5,603.63	181,642	176,038	369	11,967	11,598
25	5,603.63	181,642	176,038	330	10,685	10,355
26	5,603.63	181,642	176,038	294	9,540	9,246
27	5,603.63	181,642	176,038	263	8,518	8,255
28	5,603.63	181,642	176,038	235	7,605	7,371
29	5,603.63	181,642	176,038	209	6,790	6,581

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 15.33%; VAN: \$215,974.38; RB/C: 1.29.

Cuadro 8.41 Flujo de efectivo, cambio en los beneficios del -5%.

<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	43,136	-138,002	128,930	30,703	-98,227
4	182,006.61	86,274	-95,733	115,668	54,829	-60,840
5	5,603.63	129,421	123,818	3,180	73,437	70,257
6	5,603.63	172,580	166,977	2,839	87,435	84,596
7	5,603.63	172,560	166,956	2,535	78,057	75,523
8	5,603.63	172,560	166,956	2,263	69,694	67,431
9	5,603.63	172,560	166,956	2,021	62,227	60,206
10	5,603.63	172,560	166,956	1,804	55,560	53,755
11	5,603.63	172,560	166,956	1,611	49,607	47,996
12	5,603.63	172,560	166,956	1,438	44,292	42,853
13	5,603.63	172,560	166,956	1,284	39,546	38,262
14	5,603.63	172,560	166,956	1,147	35,309	34,163
15	5,603.63	172,560	166,956	1,024	31,526	30,502
16	5,603.63	172,560	166,956	914	28,148	27,234
17	5,603.63	172,560	166,956	816	25,132	24,316
18	5,603.63	172,560	166,956	729	22,440	21,711
19	5,603.63	172,560	166,956	651	20,035	19,385
20	5,603.63	172,560	166,956	581	17,889	17,308
21	5,603.63	172,560	166,956	519	15,972	15,453
22	5,603.63	172,560	166,956	463	14,261	13,798
23	5,603.63	172,560	166,956	413	12,733	12,319
24	5,603.63	172,560	166,956	369	11,369	10,999
25	5,603.63	172,560	166,956	330	10,151	9,821
26	5,603.63	172,560	166,956	294	9,063	8,769
27	5,603.63	172,560	166,956	263	8,092	7,829
28	5,603.63	172,560	166,956	235	7,225	6,990
29	5,603.63	172,560	166,956	209	6,451	6,241

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 14.62%; VAN: \$167,491.16; RB/C: 1.22.

Cuadro 8.42 Flujo de efectivo, cambio en los beneficios del -10%.

Años	Costos (miles \$)	Beneficios (miles \$)	Flujo Neto	Valor presente de los costos (miles \$)	Valor presente de los beneficios (miles \$)	Valor Actual Neto Social (miles \$)
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	40,865	-140,273	128,930	29,087	-99,843
4	182,006.61	81,733	-100,273	115,668	51,943	-63,726
5	5,603.63	122,610	117,006	3,180	69,572	66,392
6	5,603.63	163,497	157,894	2,839	82,833	79,994
7	5,603.63	163,478	157,874	2,535	73,949	71,414
8	5,603.63	163,478	157,874	2,263	66,026	63,763
9	5,603.63	163,478	157,874	2,021	58,952	56,931
10	5,603.63	163,478	157,874	1,804	52,635	50,831
11	5,603.63	163,478	157,874	1,611	46,996	45,385
12	5,603.63	163,478	157,874	1,438	41,961	40,522
13	5,603.63	163,478	157,874	1,284	37,465	36,181
14	5,603.63	163,478	157,874	1,147	33,451	32,304
15	5,603.63	163,478	157,874	1,024	29,867	28,843
16	5,603.63	163,478	157,874	914	26,667	25,753
17	5,603.63	163,478	157,874	816	23,810	22,993
18	5,603.63	163,478	157,874	729	21,259	20,530
19	5,603.63	163,478	157,874	651	18,981	18,330
20	5,603.63	163,478	157,874	581	16,947	16,366
21	5,603.63	163,478	157,874	519	15,131	14,613
22	5,603.63	163,478	157,874	463	13,510	13,047
23	5,603.63	163,478	157,874	413	12,063	11,649
24	5,603.63	163,478	157,874	369	10,770	10,401
25	5,603.63	163,478	157,874	330	9,616	9,287
26	5,603.63	163,478	157,874	294	8,586	8,292
27	5,603.63	163,478	157,874	263	7,666	7,403
28	5,603.63	163,478	157,874	235	6,845	6,610
29	5,603.63	163,478	157,874	209	6,111	5,902

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 13.89%; VAN: \$119,007.94; RB/C: 1.16.

Cuadro 8.43 Flujo de efectivo, cambio en los beneficios del -15%.

<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	177,271.70	0	-177,272	177,272	0	-177,272
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	38,595	-142,543	128,930	27,471	-101,459
4	182,007.61	77,193	-104,814	115,668	49,057	-66,611
5	5,603.63	115,798	110,194	3,180	65,707	62,527
6	5,603.63	154,414	148,810	2,839	78,231	75,392
7	5,603.63	154,396	148,792	2,535	69,841	67,306
8	5,603.63	154,396	148,792	2,263	62,358	60,095
9	5,603.63	154,396	148,792	2,021	55,677	53,656
10	5,603.63	154,396	148,792	1,804	49,711	47,907
11	5,603.63	154,396	148,792	1,611	44,385	42,774
12	5,603.63	154,396	148,792	1,438	39,630	38,191
13	5,603.63	154,396	148,792	1,284	35,383	34,099
14	5,603.63	154,396	148,792	1,147	31,592	30,446
15	5,603.63	154,396	148,792	1,024	28,208	27,184
16	5,603.63	154,396	148,792	914	25,185	24,271
17	5,603.63	154,396	148,792	816	22,487	21,671
18	5,603.63	154,396	148,792	729	20,078	19,349
19	5,603.63	154,396	148,792	651	17,926	17,276
20	5,603.63	154,396	148,792	581	16,006	15,425
21	5,603.63	154,396	148,792	519	14,291	13,772
22	5,603.63	154,396	148,792	463	12,760	12,297
23	5,603.63	154,396	148,792	413	11,393	10,979
24	5,603.63	154,396	148,792	369	10,172	9,803
25	5,603.63	154,396	148,792	330	9,082	8,752
26	5,603.63	154,396	148,792	294	8,109	7,815
27	5,603.63	154,396	148,792	263	7,240	6,977
28	5,603.63	154,396	148,792	235	6,464	6,230
29	5,603.63	154,396	148,792	209	5,772	5,562

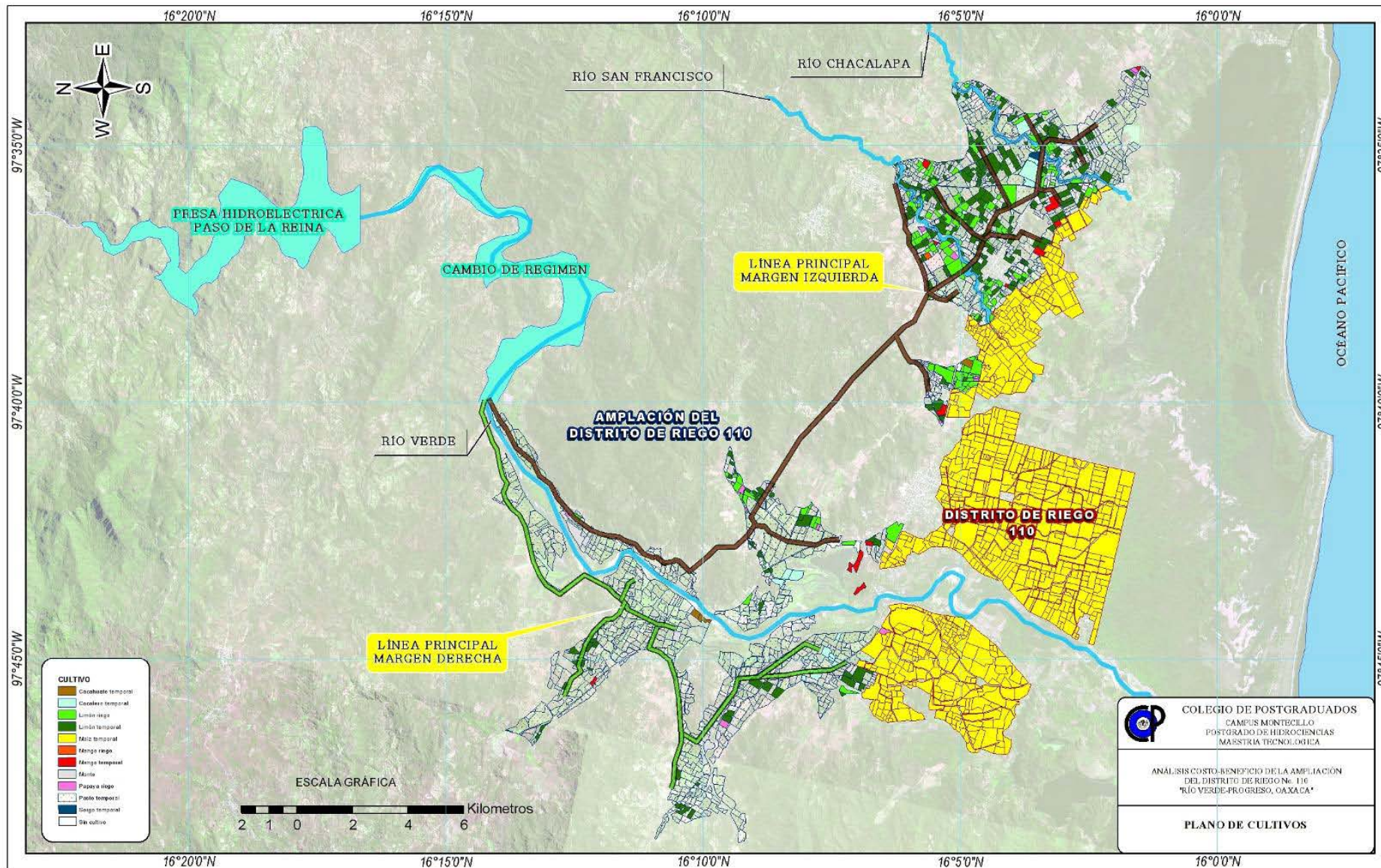
Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 13.13%; VAN: \$70.524.72; RB/C: 1.09.

Cuadro 8.44 Flujo de efectivo, cambio en los beneficios del -22.3%.

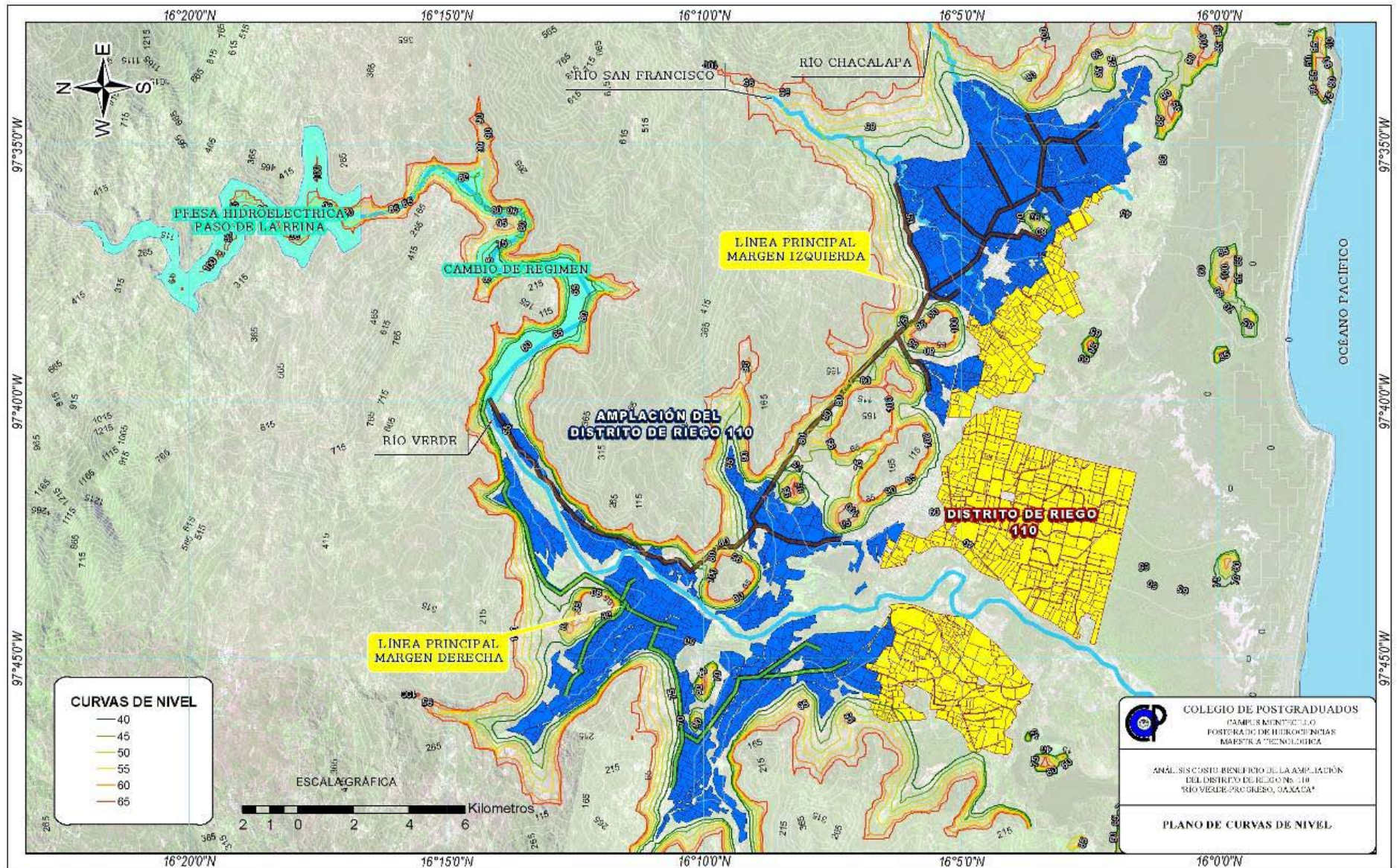
<b>Años</b>	<b>Costos (miles \$)</b>	<b>Beneficios (miles \$)</b>	<b>Flujo Neto</b>	<b>Valor presente de los costos (miles \$)</b>	<b>Valor presente de los beneficios (miles \$)</b>	<b>Valor Actual Neto Social (miles \$)</b>
0	177271.704	0	-177271.704	177271.704	0	-177271.704
1	179,400.43	0	-179,400	160,179	0	-160,179
2	180,269.16	0	-180,269	143,709	0	-143,709
3	181,137.88	35,293	-145,845	128,930	25,121	-103,810
4	182,006.61	70,587	-111,419	115,668	44,860	-70,809
5	5,603.63	105,890	100,286	3,180	60,085	56,905
6	5,603.63	141,201	135,598	2,839	71,537	68,698
7	5,603.63	141,185	135,581	2,535	63,865	61,330
8	5,603.63	141,185	135,581	2,263	57,022	54,759
9	5,603.63	141,185	135,581	2,021	50,913	48,892
10	5,603.63	141,185	135,581	1,804	45,458	43,653
11	5,603.63	141,185	135,581	1,611	40,587	38,976
12	5,603.63	141,185	135,581	1,438	36,239	34,800
13	5,603.63	141,185	135,581	1,284	32,356	31,072
14	5,603.63	141,185	135,581	1,147	28,889	27,743
15	5,603.63	141,185	135,581	1,024	25,794	24,770
16	5,603.63	141,185	135,581	914	23,030	22,116
17	5,603.63	141,185	135,581	816	20,563	19,747
18	5,603.63	141,185	135,581	729	18,360	17,631
19	5,603.63	141,185	135,581	651	16,392	15,742
20	5,603.63	141,185	135,581	581	14,636	14,055
21	5,603.63	141,185	135,581	519	13,068	12,549
22	5,603.63	141,185	135,581	463	11,668	11,205
23	5,603.63	141,185	135,581	413	10,418	10,004
24	5,603.63	141,185	135,581	369	9,302	8,932
25	5,603.63	141,185	135,581	330	8,305	7,975
26	5,603.63	141,185	135,581	294	7,415	7,121
27	5,603.63	141,185	135,581	263	6,621	6,358
28	5,603.63	141,185	135,581	235	5,911	5,677
29	5,603.63	141,185	135,581	209	5,278	5,068

Los indicadores económicos para esta alternativa son: TIR: 12.00%; VAN: \$0.00; RB/C: 1.00.

## 8.4 Plano de cultivos actuales

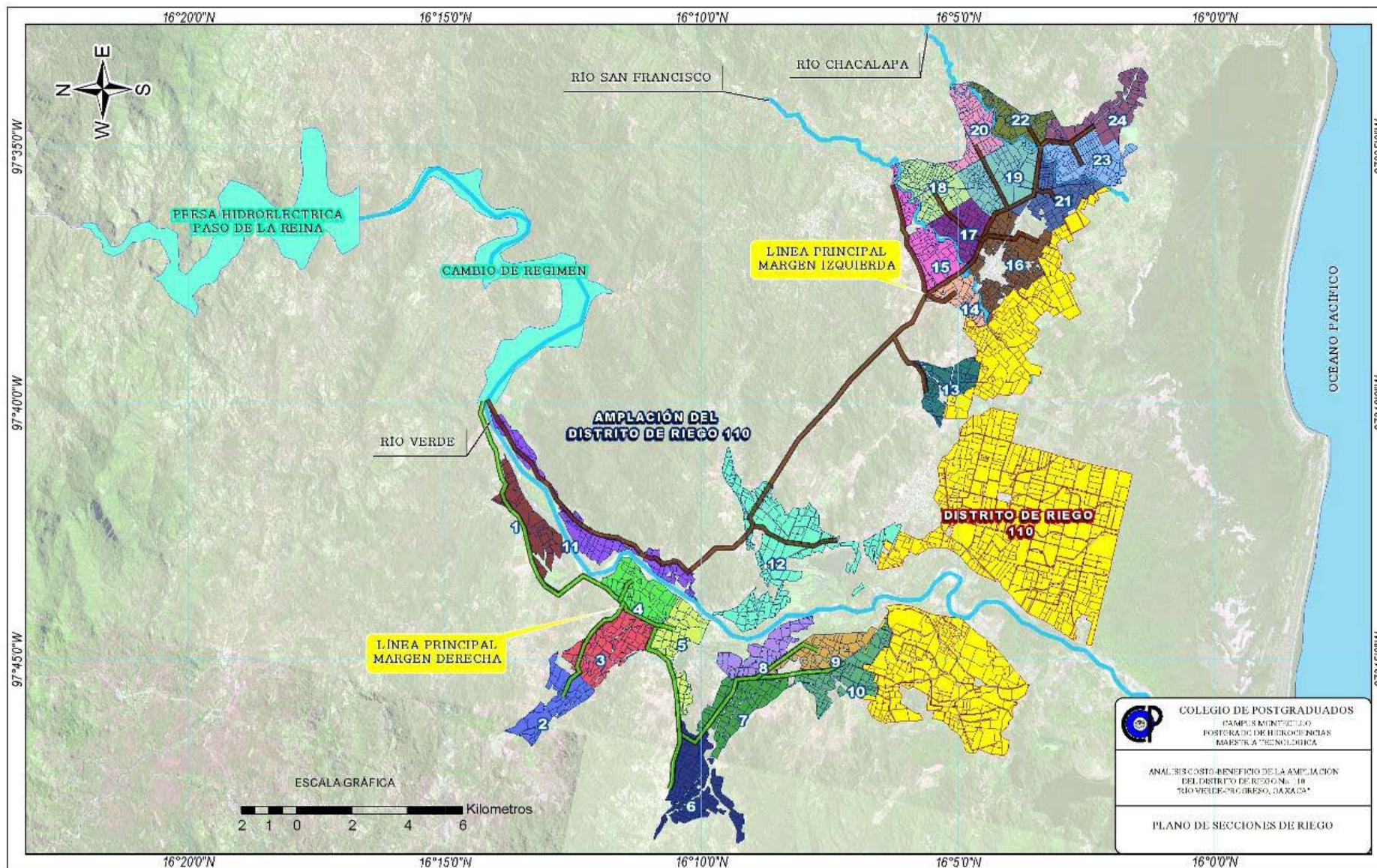


## 8.5 Plano de Curvas de Nivel





## 8.6 Plano de secciones de riego



## 8.7 Plano diseño hidráulico de tuberías

