

CAPÍTULO IV

SITUACIÓN CON PROYECTO CNA

4.1 Descripción física del proyecto

El proyecto propuesto por la CNA consiste en construir una obra de toma en la presa Amado Nervo, de donde saldrá un canal principal que se conecta al canal existente en la estación de bombeo El Capomal.

A partir de la estación El Capomal, el canal principal se conecta con redes de canales revestidos de distribución y drenes sin revestir. Adicionalmente, se construye una red de caminos de terracería y se nivela una superficie de 14,645 has.

En la figura 4.1 se muestra esquemáticamente el proyecto diseñado por la CNA.

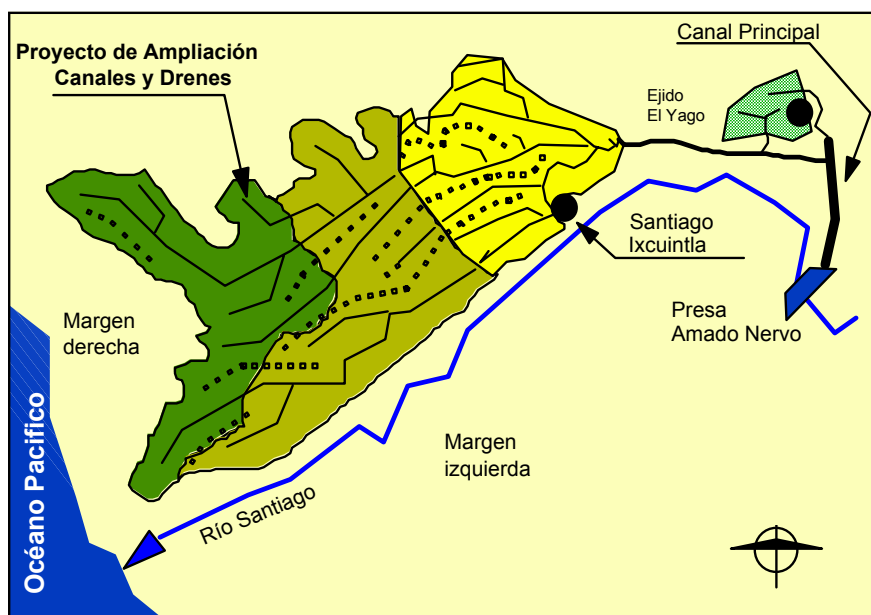


Figura 4.1 Proyecto de riego CNA

La descripción detallada de cada componente del proyecto es la siguiente:

a) Obra de toma

La obra de toma es un sistema mediante el cual se extrae agua del río Santiago con una capacidad de 20 m³/seg.; incluyendo válvulas y compuertas, construida sobre la presa derivadora Amado Nervo, aprovechando instalaciones existentes.

b) Red de canales

Consiste en un canal principal y una red de distribución de canales laterales y sublaterales. El diseño de los canales será de forma trapezoidal, revestidos con concreto simple; el tamaño de cada uno de ellos dependerá del número de hectáreas a las que se dará servicio, como se muestra en la figura 4.2.

La longitud del canal principal será de 20 kms, para un gasto de 20 m³/seg. y la eficiencia de conducción del 90%.

En relación a los canales laterales y sublaterales, una parte se hará en la zona del Yago y el resto en el área de temporal, la cual concluirá en la localidad de Villa de Juárez.

Estos canales tendrán una longitud total de 173 kms, mientras que su gasto será de 0.4 a 2 m³/seg. y la eficiencia de la conducción del 80%.

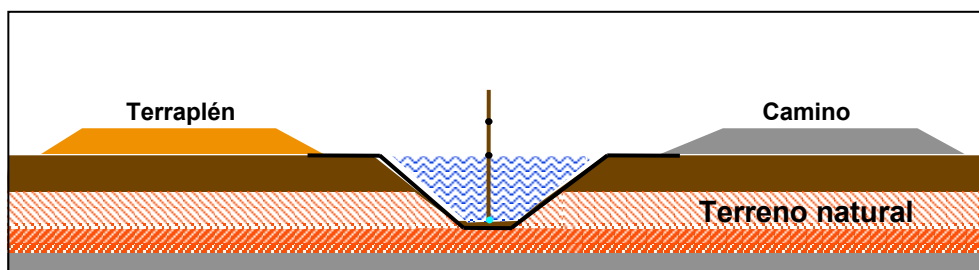


Figura 4.2 Diseño de canal y camino

c) Caminos

Se construirá una red de caminos con una longitud total de 183 kms, distribuidos en tres tipos. El camino principal, de 21 kms será paralelo al canal principal; los caminos secundarios tendrán una longitud total de 135 kms y serán paralelos a los sistemas de distribución. Por último, los caminos de enlace, que comunican los anteriores, tendrán una longitud de 27 kms; el camino principal tendrá un ancho de 7.5 m y el resto de sólo 4 m. La figura 4.2 ilustra el diseño de dichos caminos.

d) Red de drenes

Esta red estará compuesta por drenes principales, secundarios y terciarios, de tipo trapezoidal sin revestir; los primarios estarán constituidos por los drenes naturales; los drenes secundarios, serán en parte natural y el resto se construirán; los terciarios, recolectarán agua directamente de las parcelas. La figura 4.3 ilustra el esquema de drenes.

La longitud total de éstos será de 153 kms, dimensionados para un desagüe de 9 lts./seg. por hectárea, en un tiempo de 36 horas y una velocidad de infiltración de 1.5 mm/h. La eficiencia en la conducción será del 70%.

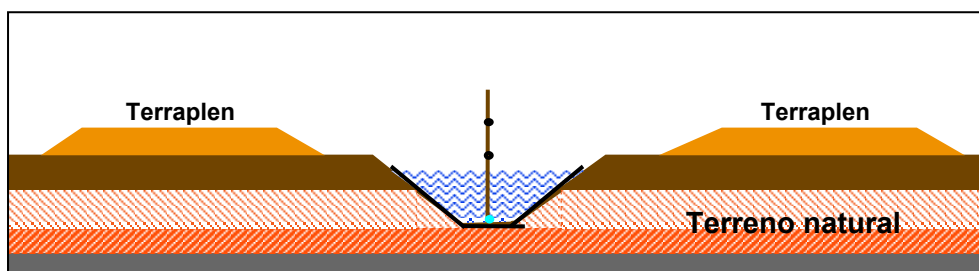


Figura 4.3 Diseño de dren

e) Nivelación

Se nivelarán 14,645 has, tanto de la zona de riego como de la de temporal, para corregir la topografía irregular del terreno. La Zona I no se nivelará; en la Zona II se nivelarán 4,658 has, en la Zona III 6,295 has y 3,692 has en la Zona IV.

4.2 Descripción operacional

El flujo de agua del río Santiago está regulado por la presa Aguamilpa y la presa San Rafael, que posteriormente será una presa hidroeléctrica. Con el régimen de operación normal de Aguamilpa, la presa San Rafael está en condiciones de verter un flujo regular las 24 horas del día de 187 m³/seg., de los cuales, actualmente se utilizan para riego sólo 25 m³/seg.

Con el proyecto, de los 187 m³/seg. de la presa San Rafael se extraerán 20 m³/seg. adicionales a los 25 actuales (45 m³/seg. en total). Como se observa, la seguridad de riego será prácticamente de 100%, sin costo social de oportunidad alguno, pues el agua del proyecto se resta de la que desemboca finalmente en el mar.

En el estudio de evaluación de la central hidroeléctrica San Rafael¹⁰, se simuló por el método de Montecarlo la hidrología del río Santiago y la operación de Aguamilpa, concluyéndose que la probabilidad de que existan problemas de escasez de agua que afecten seriamente la operación de Aguamilpa y San Rafael, es prácticamente cero. Ello entrega un sólido respaldo a la afirmación de que la seguridad de riego será del 100%.

Adicionalmente, es conveniente señalar que la presa San Rafael es reguladora del riego, por lo que cuando funcione la central hidroeléctrica proyectada, su operación estará supeditada a las necesidades de riego aguas abajo.

El agua para la zona de riego del proyecto será tomada desde la presa Amado Nervo, a través de un canal que pasará por El Yago, donde se destinará parte del flujo. El resto del agua continuará hasta El Capomal y una vez eliminada esta planta, se aprovechará el canal que opera actualmente en la zona de riego de la margen derecha.

Este canal se prolongará y se dotará de las obras requeridas para la zona de temporal, esto es, para cubrir la totalidad de la margen derecha del río Santiago.

El flujo de agua se conducirá por gravedad en todo su recorrido, tanto en el canal principal, canales laterales y sublaterales, así como en drenes. En la figura 4.4 se presenta un esquema explicativo de la trayectoria del agua desde la Presa Amado Nervo hasta el mar.

El canal principal en la presa Amado Nervo tomará un flujo de 20 m³/seg., para abastecer toda la infraestructura de la margen derecha; la función de la red canalera es llevar agua hacia las parcelas, para que los productores puedan tomarla para el riego.

El sistema de drenes contemplará una corrección de los cauces naturales para que sigan cumpliendo la misión de drenaje natural, tomando en cuenta el trazo de la red de distribución, para evitar el estancamiento de las aguas provenientes de las lluvias y desalojar los excedentes que no son utilizados para riego.

10 Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Evaluación social de la hidroeléctrica San Rafael en Nayarit. 1996.

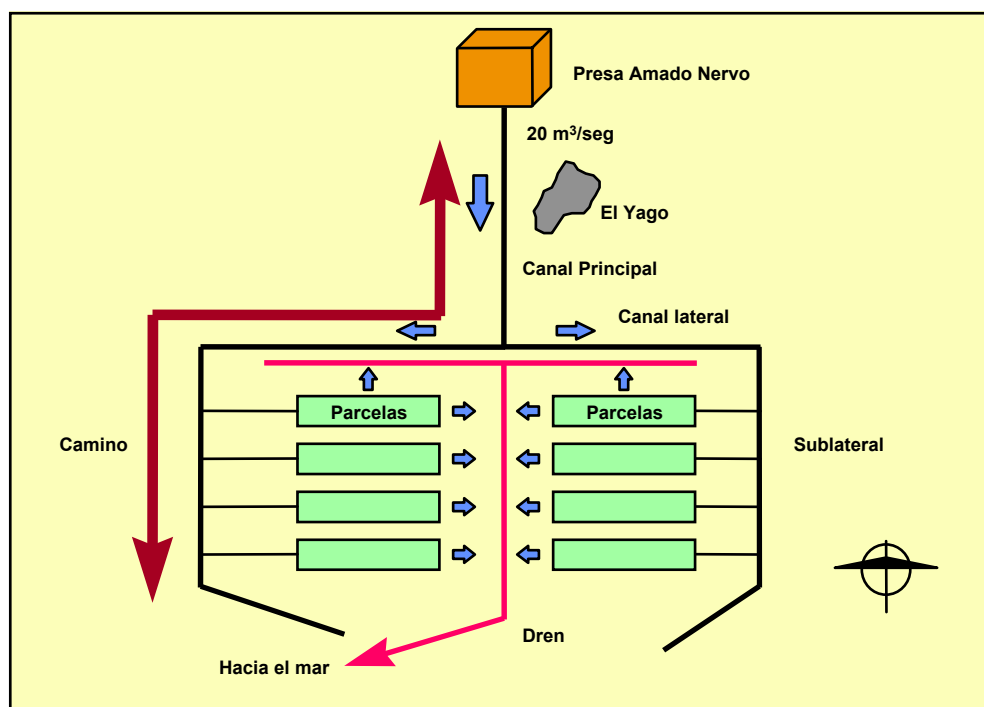


Figura 4.4 Flujo de agua en la zona de riego margen derecha

La función de los caminos es facilitar las labores de mantenimiento y conservación de las obras de infraestructura, comunicar los centros de población y servir a los productores para el transporte de insumos y sacar sus cosechas.

La nivelación tiene la finalidad de conducir el agua a través de las parcelas en forma natural por gravedad, eliminando el sistema anterior de riego por aspersión.

No será posible nivelar 4,665 has de las Zonas III y IV, por lo que se deberá utilizar riego por aspersión. En términos de proyecto, se supondrá que las actuales bombas y demás infraestructura de riego por aspersión existente en la Zona II, serán trasladadas a las hectáreas en cuestión de las Zonas III y IV, así como los respectivos costos de operación.

El grupo evaluador ha identificado una alternativa de diseño del proyecto consistente en independizar la Zona I, El Yago, del resto de las zonas, con lo que el proyecto se separa en dos partes :

- *Conducción de Amado Nervo a El Yago:* conduce las aguas exclusivamente para satisfacer la demanda de la Zona I por lo que su capacidad de conducción es de 1.1 m³/seg..

- *Conducción 10.7 kms aguas abajo de Amado Nervo a la Zona II:* conduce las aguas para riego de las Zonas II, III y IV, variando su capacidad en función del tamaño del proyecto.

La figura 4.5 muestra esquemáticamente el diseño de esta alternativa de proyecto.

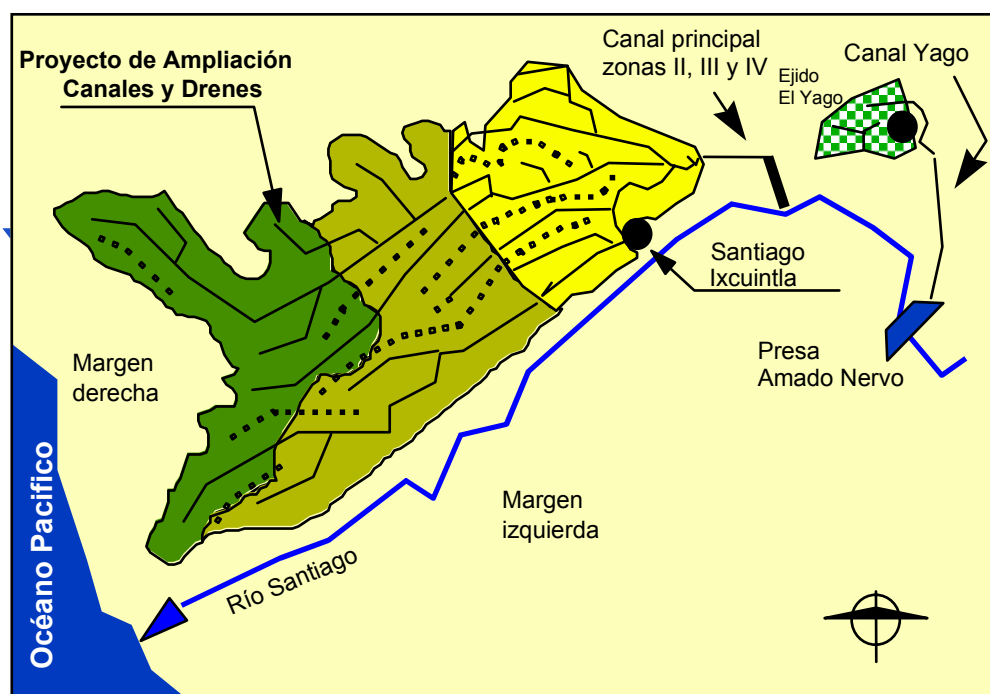


Figura 4.5 Proyecto propuesto por CEPEP

4.3 Requerimientos de agua

En las tierras con poca o nula humedad residual, se requiere de agua de riego, variable en cantidad según el tipo de cultivo. Para poder proporcionar esa humedad, se aplica un volumen de agua, estimado técnicamente a partir de las láminas de riego.

Las láminas de riego consisten en un espesor de agua medido en centímetros, requerido por cada cultivo en fechas específicas para su desarrollo. Dependiendo del cultivo, se define el número de láminas de riego y, a partir de ahí, se obtiene el volumen de agua requerido por hectárea, para posteriormente amplificarse al total de hectáreas a cultivar.

A manera de ejemplo, en la figura 4.6 se ilustra este procedimiento, estableciendo para periodos de diez días las láminas de agua netas requeridas para frijol, sorgo y jitomate.

DECENAL	L Á M I N A S N E T A S (c m)																	
CULTIVOS	OCT			NOV			DIC			ENE			FEB			MAR		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
FRIJOL				SIEMBRA														
				11	11	11	11											
							13	13	13	13								
SORGO GRANO							SIEMBRA											
							12	12	12									
										12	12	12						
													12	12	12			
JITOMATE				SIEMBRA														
				11	11	11	11											
							12	12	12	12								
										12	12	12	12					
													13	13	13	13		
TOTAL	0	0	0	11	22	34	47	60	49	62	37	37	25	12	0	0	0	0

Figura 4.6 Láminas de riego netas para diversos cultivos

Lo anterior refleja la importancia del riego agrícola, en cuanto determina las posibilidades de realizar 2 ó más cultivos por año y los tipos de cultivo a sembrar. El requerimiento de agua es tanto en volumen como en oportunidad, por lo que la infraestructura de riego permite alterar la forma y momentos en que la naturaleza entrega el agua, ampliando las posibilidades productivas.

Las superficies sembradas y cosechadas junto con la estructura de cultivos de la situación con proyecto, determinan un requerimiento de agua para riego de 20 m³/seg. en los periodos de máxima demanda para el proyecto de la CNA.

En el Anexo VIII se presenta el detalle de cálculo de la demanda de agua para la situación con proyecto.

4.4 Producción agrícola

En la situación con proyecto se incorporarían a riego 13,550 hectáreas de temporal de la margen derecha.

Para determinar el comportamiento de la situación agrícola con proyecto se utilizó el *método de asimilación*, ya que, afortunadamente, se dispone tanto en la margen derecha como en la margen izquierda del río Santiago, de superficies que disponen actualmente de riego, es decir, se cuenta con la situación con proyecto funcionando en la realidad.

El procedimiento de determinación de la superficie sembrada por tipo de cultivos y las respectivas producciones es el siguiente:

- a) Del total de hectáreas del proyecto, 19,310, sólo se cosechan en periodo O-I, 17,976 has, quedando un remanente de 7.0% de la superficie potencialmente cultivable que no se cultiva, porcentaje inferior al 9.5 % utilizado en la situación sin proyecto. Ello se debe a que disminuye la posibilidad de siniestros por falta de agua, mejoran las expectativas de rentabilidad privada al cultivar con riego asegurado, lo que incentiva a los agricultores a disminuir la superficie en descanso.
- b) En el periodo P-V se utilizó un factor de repetición de O-I a P-V de 27.2% para la Zona I, tomando como base el que se da en la margen izquierda del río, dado que en esta zona no se realiza la nivelación de terrenos; para el resto de las zonas se estimó un factor de repetición de 40%, fundamentado en el hecho de que existirá agua para riego, un sistema adecuado de drenaje y nivelación de suelos que evitará las inundaciones que actualmente se producen.
- c) En cuanto a la estructura de cultivos el *criterio general* aplicado fue el mismo de la situación sin proyecto: sustitución de frijol por jitomate. Los *criterios específicos* para cada zona y periodo de cultivo fueron los siguientes:

Otoño - Invierno

- Zona I: en la actual superficie de riego se mantuvo la estructura productiva existente; en la superficie de humedad se supuso idéntica estructura que la de la superficie de riego actual.
- Zonas II, III y IV: la superficie de riego actual mantuvo su estructura de cultivos; la superficie de humedad adoptó igual estructura de cultivos que la superficie de riego de la propia zona de la margen derecha.

Primavera - Verano

- Zona I: tanto las zonas de riego como de humedad mantienen su actual estructura de cultivos pues el proyecto no incluye nivelación de tierras, por lo que las condiciones actuales no se alterarán en este sentido.
- Zonas II, III y IV: tanto la superficie de riego como la de humedad adoptaron igual estructura de cultivos que la observada en la margen izquierda del río Santiago, en cuanto las condiciones con proyecto serán similares.

- d) Los rendimientos por tipo de cultivo corresponden a los reportados por la CNA y la SAGAR, para el Distrito de Riego de Santiago Ixcuintla bajo condiciones de riego. En el cuadro 4.1 se presentan dichos rendimientos.

Cuadro 4.1 Rendimientos de cultivos en riego en la situación con proyecto (ton/ha)

Cultivo	Otoño-Invierno	Primavera - Verano
Frijol (BMF y GMF)	1.3	-
Tabaco (BSS)	2.1	-
Jitomate (BMF-A y GMF-A)	15.5	15.5
Sorgo grano (BMF y GMF)	5.0	5.0
Maíz (BMF y GMF)	4.0	4.0
Jícama (BMF y GMF)	36.0	-
Melón (BMF y GMF)	8.2	8.2
Chile verde (BMF y GMF)	12.0	12.0
Arroz (BMF y GMF)	-	4.2

Fuente: SAGAR, CNA, Distrito de Riego 043, Estado de Nayarit.

Notas: BMF Bombeo - Mejorado - Fertilizado
GMF Gravedad - Mejorado - Fertilizado
HMF Humedad - Mejorado - Fertilizado
BSS Burley Semi Sombra

A manera de ejemplo, en los cuadros 4.2 al 4.5 se presentan las proyecciones de las superficies cosechadas por tipo de cultivo y zona de estudio para la margen derecha en la situación con proyecto. Para mayores detalles, en el Anexo IX se proporciona la estimación elaborada para todo el horizonte evaluación.

Cuadro 4.2 Proyección de la superficie cosechada por cultivo en riego (R) y humedad (H) con proyecto para la Zona I: El Yago (hectáreas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	175		504		488		473	
Frijol H	176							
Tabaco	144		407		407		407	
Jitomate	53	2	155	3	170	3	186	3
Sorgo R	7	51	20	86	20	86	20	86
Sorgo H	5	3						
Maíz R		20		201		201		201
Maíz H	3	27						
Jícama	5		14		14		14	
Melón		7		9		9		9
Total R	384	80	1,100	299	1,099	299	1,100	299
Total H	184	30						

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo IX.

Cuadro 4.3 Proyección de la superficie cosechada por cultivo en riego (R) y humedad (H) con proyecto para Zona II: Área de riego (hectáreas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	1,295		1,664		1,640		1,613	
Frijol H	1,151							
Arroz				1,410		1,410		1,410
Tabaco	2,416		3,122		3,122		3,122	
Jitomate	131	6	176	13	192	13	211	13
Sorgo R	107	470	138	306	138	306	138	306
Sorgo H	52							
Maíz R	2	16	3	286	3	286	3	286
Maíz H	6	396						
Jícama	111		143		143		143	
Melón	13	61	17	32	17	22	17	32
Chile	62		83	91	91	92	99	91
Total R	4,137	553	5,346	2,138	5,346	2,129	5,346	2,138
Total H	1,209	396						

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo IX.

Cuadro 4.4 Proyección de la superficie cosechada por cultivo en riego (R) y humedad (H) con proyecto para la Zona III: Área baja salinidad (hectáreas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	1,179		2,106		1,991		1,865	
Frijol H	3,176							
Arroz				1,856		1,856		1,855
Tabaco	1,781		3,247		3,247		3,247	
Jitomate	649	3	1,227	18	1,342	18	1,467	17
Sorgo	150	73	273	403	273	403	273	402
Maíz	37	64	67	376	67	376	67	376
Jícama	63		115		115		115	
Melón		9		42		42		42
Chile				120		120		120
Total R	3,859	149	7,035	2,815	7,035	2,815	7,035	2,813
Total H	3,176							

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo IX.

Cuadro 4.5 Proyección de la superficie cosechada por cultivo en riego (R) y humedad (H) con proyecto para la Zona IV: Área alta salinidad (hectáreas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	1,174		3,090		3,022		2,945	
Frijol H	2,340							
Arroz				1,121		1,121		1,121
Jitomate	269		740	11	808	11	883	11
Sorgo R	309			243		243		243
Maíz	120		318	227	318	227	318	227
Jícama	39		103		103		103	
Melón				26		26		26
Chile				73		73		73
Total R	1,602		4,251	1,700	4,251	1,700	4,251	1,700
Total H	2,649							

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo IX.

Utilizando la misma estructura de rendimientos de la situación sin proyecto, las superficies anteriores se expresan en producciones por tipo de cultivo para cada año del horizonte de evaluación.

En los cuadros 4.6 al 4.9 se presenta la proyección de cuatro años representativos del periodo. La información anual para todo el periodo de evaluación se presenta en Anexo X.

Cuadro 4.6 Proyección de la producción por cultivo en riego (R) y humedad (H) con proyecto para la Zona I: El Yago (toneladas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	211		665		661		657	
Frijol H	212							
Tabaco	304		868		890		912	
Jitomate	825	31	2,440	41	2,735	42	3,066	43
Sorgo R	32	231	100	437	103	448	106	459
Sorgo H	23	14						
Maíz R		80		817		837		859
Maíz H	12	109						
Jícama	181		517		530		543	
Melón		58		76		78		80

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo X.

Cuadro 4.7 Proyección de la producción por cultivo en riego (R) y humedad (H) con proyecto para la Zona II: Área de riego (toneladas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	1,692		2,196		2,220		2,237	
Frijol H	1,388							
Arroz				6,011		6,163		6,317
Tabaco	5,099		6,655		6,831		6,995	
Jitomate	2,046	93	2,767	209	3,118	214	3,477	219
Sorgo R	538	2,362	702	1,552	720	1,590	738	1,630
Sorgo H	235							
Maíz R	8	64	10	1,159	11	1,188	11	1,129
Maíz H	24	1,592						
Jícama	4,016		5,241		5,380		5,510	
Melón	108	505	141	270	144	277	148	284
Chile	749		1,013	1,111	1,141	1,140	1,273	1,168

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo X.

Cuadro 4.8 Proyección de la producción por cultivo en riego (R) y humedad (H) con proyecto para la Zona III: Área baja salinidad (toneladas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	1,540		2,779		2,693		2,587	
Frijol H	3,830							
Arroz				7,910		8,109		8,313
Tabaco	3,759		6,921		7,096		7,257	
Jitomate	10,117	47	19,306	275	21,640	282	24,256	289
Sorgo	754	367	1,388	2,041	1,423	2,093	1,459	2,145
Maíz	149	257	274	1,525	281	1,564	288	1,603
Jícama	2,279		4,197		4,303		4,412	
Melón		75		356		366		375
Chile				1,463		1,500		1,538

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo X.

Cuadro 4.9 Proyección de la producción por cultivo e riego (R) y humedad ((H) con proyecto para la Zona IV: Área alta salinidad (toneladas)

Cultivo	1998		2000		2005		2010-2027	
	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V	O-I	P-V
Frijol R	1,227		4,077		4,088		4,086	
Frijol H	2,258							
Arroz				4,779		4,991		5,024
Jitomate	3,349		11,628	166	13,034	170	14,610	174
Sorgo R	1,118			1,233		1,265		1,297
Maíz	386		1,293	922	1,326	945	1,359	969
Jícama	1,129		3,782		3,877		3,975	
Melón				216		221		226
Chile				884		906		929

Fuente: Elaboración propia con información de CNA y SAGAR. Detalles en Anexo X.