

Elaboración del proyecto de riego a
la demanda de la zona de riego de la
Presa "I. Mariano Abasolo", Guanajuato.

Informe final
Proyecto: RD-0434

DIRECTORIO

SAGARPA

Sr. Javier Usabiaga Arroyo
Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Ing. Francisco López Tostado
Subsecretario de Agricultura

Ing. Eduardo Benítez Paulín
Director General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico

Ing. Joaquín A. Castro Bautista
Director de Sustentabilidad

Ing. José Alfredo Ruiz Ayala
Subdirector del Agua

IMTA

Dr. Álvaro A. Aldama Rodríguez
Director General del Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua

Dr. Benjamín de León Mojarro
Coordinador de Ingeniería de Riego y Drenaje

M.C. Efrén Peña Peña
Subcoordinador de Ingeniería de Riego

M.Sc. Raúl Medina Mendoza
Subcoordinador de Conservación de Cuencas

M.C. Juan Manuel Angeles Hernández
Jefe de Proyecto

"El presente proyecto fue financiado en el marco del Programa de Fomento Agrícola de la Alianza Contigo. Este Programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Esta prohibido el uso de este Programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este Programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente"

PROYECTO: RD 0434

Participantes del IMTA

Juan Manuel Angeles Hernández
Manuel Zavala Trejo
Eduardo Moreno Bañuelos
Alfonso Aguayo Mavridis
Mario Alberto Montiel Gutiérrez
Helene Unland Weiss
Armando De Los Santos García
Araceli Nava Ocampo
Efrén Peña Peña
Benjamín Mojarro de León

Apoyo técnico

Ing. Manuel Alejandro Andrade Rodríguez
Ing. Juan Carlos Serafín Payán
Tec. José Gilberto Carreón
L.I. Angeles Martínez Morales
Ing. Joel Luis Méndez Pérez
Ing. Enrique Hernández Hernández

Participantes de la SAGARPA

Ing. Eduardo Benítez Paulín
Ing. Joaquín A. Castro Bautista
Ing. José Alfredo Ruiz Ayala

Participantes de Instituciones locales:

Subsecretaría del Agua del gobierno de Guanajuato

Ing. Miguel Angel Solís
Ing. Buenaventura Calderón Moreno
Ing. Fernando Méndez Torres

SAGARPA en el estado de Guanajuato

Ing. Juan Pablo Flores

Asociación de Usuarios de la Presa Mariano Abasolo

Ing. Samuel Enriques Macias

INDICE

	Pág.
DIRECTORIO	i
PARTICIPANTES	ii
INDICE	iii
Indice de Cuadros	vii
Indice de Fotos	x
Indice de Láminas	xi
Indice de Tablas	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	1
ANTECEDENTES	4
I. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE RIEGO	5
1.1. Localización geográfica y política	5
1.2. Características fisiográficas	5
1.3. Fuente de abastecimiento	5
1.4. Cultivos	5
1.5. Clima y evapotranspiración de referencia	6
1.5.1. Temperatura	6
1.5.2. Humedad relativa	7
1.5.3. Velocidad del viento	8
1.5.4. Radiación solar (Insolación)	8
1.5.5. Precipitación y evapotranspiración	9
II. DIAGNÓSTICO DE TECNIFICACIÓN DEL RIEGO	10
2.1. Objetivo	10
2.2. Descripción	10
2.3. Diagnostico	12
2.3.1. Tramo muerto de la conducción principal	12
2.3.2. Red de conducción principal	12
2.3.3. Red de conducción interparcelaria y parcelaria	13
2.3.4. Pozos profundos	15
2.4. Manejo del riego parcelario	19

2.5. Rebombear desde el arroyo	19
2.6. Resultados	20
2.7. Recomendaciones para la tecnificación del riego	21
III. ANTEPROYECTOS	22
3.1. Análisis del problema general	22
3.2. Definir las propuestas de anteproyectos	24
3.2.1. Carga de presión hidráulica disponible	25
3.2.2. Capacidad de conducción por tramo, con base en la superficie acumulada que domina cada tramo	25
3.2.3. Trazo de la conducción principal	25
3.2.4. Costo de energía	47
3.2.5. Análisis de las propuestas	50
3.2.6. Presentación de los anteproyectos	51
IV. PROYECTO EJECUTIVO	52
4.1. Requerimientos de riego	52
4.1.1. Evapotranspiración potencial y precipitación efectiva	52
4.2. Capacidad del sistema de riego	54
4.3. Diseño hidráulico de la red de conducción principal	55
4.3.1. Diseño hidráulico de la red (NAMIN y gasto máximo)	57
4.3.2. Revisión hidráulica de la red (NAMO y gasto mínimo)	67
4.4. Selección y ubicación de válvulas reguladoras de presión	70
4.5. Concreto para atraques, silletas y cruces de ríos y barrancas	72
4.6. Catálogo de conceptos y presupuesto base	75
4.7. Diseño de la red interparcelaria y parcelaria	84
4.7.1. Información topográfica	84
4.7.2. Tubería y materiales principales	86
4.7.2. Presupuesto	86
4.8. Resumen presupuesto total	87
V. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA	89
5.1. Situación sin proyecto	89
5.1.1. Superficie actual	89
5.1.2. Rendimiento de los cultivos	89
5.1.3. Precio medio rural	90
5.1.4. Costo de producción	90
5.1.5. Inversiones sin proyecto	90

5.1.6. Utilidad aparente	91
5.1.7. Rentabilidad del sistema sin proyecto	91
5.2. Situación con proyecto	96
5.2.1. El Cambio para lograr la tecnificación y rentabilidad aceptables	96
5.2.2. Superficie proyectada	96
5.2.3. Proyección de los rendimientos	97
5.2.4. Precios	98
5.2.5. Costo de producción	98
5.2.6. Inversión fija	98
5.2.7. Costo de operación y mantenimiento	99
5.2.8. Utilidad aparente y flujo de beneficios	100
5.2.9. Rentabilidad del proyecto y análisis de sensibilidad	102
VI. DIAGNÓSTICO DE ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN	106
6.1. Diagnóstico Socio-Organizativo de los usuarios de la Asociación Civil "Presa Insurgentes Mariano Abasolo", Municipio de Pénjamo, Gto.	108
6.1.1. Problemática detectada en relación con los aspectos de administración y operación del consejo directivo	110
6.1.2. Problemática en relación con la conservación de la Unidad de Riego	112
6.1.3. Problemática en relación con el agua para riego	113
6.1.4. Aspectos sociales favorables para la organización de la Unidad de Riego	113
6.1.5. Aspectos sociales que inciden negativamente en la Organización de la Unidad de Riego	115
6.1.6. Expectativas para la tecnificación del sistema de riego de los canales principales y parcelarios	116
6.2. Necesidades de captación detectadas en la Unidad de Riego "Presa I. Mariano Abasolo A.C."	116
6.2.1. Talleres en cada uno de los Ejidos	116
6.2.2. Talleres con los delegados y la Mesa Directiva	117
6.3. Conclusiones	122
6.4. Oportunidades de desarrollo	122
6.5. Análisis de la visita de dirigentes de la Unidad de Riego Presa "I. Mariano Abasolo", Pénjamo, Gto., al Módulo de Riego Valle de Santiago, Gto.	123
VII. OPERACIÓN DE LA RED ENTUBADA	124
7.1. Infraestructura de la zona de riego	124
7.1.1. Obra de toma	124
7.2. Red de conducción principal	124
7.2.1. Tubería	124

7.2.2. Piezas especiales.	126
7.3. Red de conducción interparcelaria y parcelaria	126
7.3.1. Tubería	127
7.3.2. Piezas especiales	128
7.4. Operación de la red de conducción principal	129
7.4.1. Llenado de la red	130
7.4.2. Número de hidrantes operando	132
7.4.3. Presión de operación	133
7.5. Manejo del riego parcelario	134
7.6. Mantenimiento y conservación del sistema de riego	137
7.6.1. El mantenimiento básico, de limpieza y pintura	137
7.6.2. Reparación de tubería o hidrantes	137
VIII. CONCLUSIONES	139

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.1. Características de la presa de almacenamiento "I. Mariano Abasolo"	5
Cuadro 1.2. Variables climatológicas (Pénjamo, Guanajuato)	6
Cuadro 2.1. Principales cultivos, superficiales y rendimiento promedio de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo, Gto."	10
Cuadro 3.1. Tramos de canal principal de la Unidad de Riego de la Presa Mariano Abasolo, Pénjamo, Gto., que presenta problemas de losas levantadas	23
Cuadro 3.2. Tramo de los canales principales de la Unidad de Riego de la Presa Mariano Abasolo, Pénjamo, Gto., que presenta problemas de baja capacidad y/o contaminación del agua de riego al cruce con poblaciones	24
Cuadro 3.3. Superficie y gasto requerido y ajustado para cada punto de entrega	26
Cuadro 3.4. <u>Anteproyecto 1.</u> Datos hidráulicos del entubamiento de la red de conducción	31
Cuadro 3.5. <u>Anteproyecto 2.</u> Datos hidráulicos del entubamiento de la red de conducción y de la distribución principal desde la Presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN)	33
Cuadro 3.6. <u>Anteproyecto 3.</u> Datos hidráulicos del enturbamiento conectado a la obra de toma de la presa, con el trazo de la propuesta N°2, utilizando como cota de partida la 1,734 m.s.n.m (NAMO)	35
Cuadro 3.7. <u>Anteproyecto 4.</u> Datos hidráulicos del enturbamiento conectado de la red de conducción y distribución principal a partir del Inicio de la zona de riego con el trazo de la propuesta N°2, utilizando como cota de partida la 1,701 m.s.n.m.....	36
Cuadro 3.8. <u>Anteproyecto 5.</u> Capacidad (gasto) requerida en cada punto de entrega, para la propuesta de aprovechar el canal existente y entubado tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población	37
Cuadro 3.9. <u>Anteproyecto 5.</u> Datos hidráulicos de entubamiento aprovechando el canal existente, y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población	39
Cuadro 3.10. <u>Anteproyecto 6.</u> Aprovechando el canal existente y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población y construyendo reservorios para incrementar la flexibilidad en el servicio de riego	40
Cuadro 3.11. Presupuesto de la tecnificación de la red del Ejido Joya de Mulás, considerando el entubamiento desde la presa (superficie 93 ha.)	44
Cuadro 3.12. Presupuesto de la tecnificación de la red del Ejido Los Ocotes, considerando el entubamiento desde la Presa (superficie 149 ha)	45
Cuadro 3.13. Presupuesto de la tecnificación de la red del Ejido Santa Elena, conside-	

rando el entubamiento desde la presa (superficie 144 ha.)	46
Cuadro 3.14. Resumen del costo de la red interparcelaria, parcelaria y de conducción principal de cada uno de los 6 anteproyectos	47
Cuadro 3.15. Requerimientos de riego para el cultivo de trigo en la máxima demanda Fecha de siembra: 15 de diciembre del 2004.	
Superficie sembrada: 149 ha	48
Cuadro 3.16. Costo por concepto de energía eléctrica para una superficie de 140 ha del Ejido de Los Ocotes	49
Cuadro 4.1. Requerimientos de riego para trigo (otoño/invierno), Pénjamo, Gto., Regado cada 10 días con fecha de siembra de 15 de diciembre	52
Cuadro 4.2. Requerimiento de riego para maíz (Grano), ciclo (primavera-verano), Pénjamo, Gto. Regado cada 10 días con fecha de siembra 12 de Julio	53
Cuadro 4.3. Requerimiento de riego para sorgo (grano), Ciclo (primavera-verano), Pénjamo, Gto., regado cada 10 días con fecha de Siembra 20 de Mayo	53
Cuadro 4.4. Puntos de entrega, superficies, gastos, y capacidad de la red de construcción principal	55
Cuadro 4.5. Datos hidráulicos de la red de conducción principal que va desde la Presa I. Mariano Abasolo hasta el punto de entrega de la comunidad de Laguna Larga	58
Cuadro 4.6. Datos hidráulicos de la red de conducción lateral 1 (inicia en el kilómetro 1+855.86 de la red principal)	62
Cuadro 4.7. Datos hidráulicos de la red de conducción lateral 2 (inicia en el kilómetro 4+596.19 de la red principal)	63
Cuadro 4.8. Datos hidráulicos de la red de conducción lateral 3 (inicia en el kilómetro 6+470.66 de la red principal)	64
Cuadro 4.9. Datos hidráulicos de la red de conducción lateral 4 (inicia en el kilómetro 7+448.14 de la red principal)	65
Cuadro 4.10. Datos hidráulicos de la red de conducción lateral 5 (inicia en el kilómetro 8+677.70 de la red principal)	66
Cuadro 4.11. Datos hidráulicos de la red de conducción lateral 5-1 (inicia en el kilómetro 3+255.99 de la red principal)	67
Cuadro 4.12. Datos hidráulicos de la red de conducción lateral 6 (inicia en el kilómetro 12+099.19 de la red Principal)	67
Cuadro 4.13. Variación de la presión en puntos de entrega y bifurcaciones de la red de conducción para condiciones hidráulicas extremas	68
Cuadro 4.14. Características de operación de las válvulas reguladoras de presión	70
Cuadro 4.15. Volúmenes totales de excavación y relleno	71
Cuadro 4.16. Volúmenes de concreto para recubrir la tubería en cruces de ríos y Barrancas	72
Cuadro 4.17. Volúmenes de concreto para atraques y silletas	72
Cuadro 4.18. Catálogo de conceptos de la obra de entubamiento de la red de	

conducción y distribución principal de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo", Penjamo, Gto.	75
Cuadro 4.19. Características hidráulicas de tubos de PRFV, PEAD y PVC	84
Cuadro 4.20. Relación de algunos de los principales materiales requeridos para el entubamiento de la red interparcelaria y parcelaria de la zona de riego de la presa Mariano Abasolo, Gto.	86
Cuadro 4.21. Presupuesto base para la tecnificación del riego interparcelario y parcelario de la zona de Riego de la Presa Mariano Abasolo, Gto. en una superficie total de 1,962.45 ha	87
Cuadro 4.22. Resumen presupuesto total	88
Cuadro 6.1. Superficie y usuarios de por tipo de tenencia de la tierra para cada área compacta de la Unidad de Riego de la Presa I. Mariano Abasolo, Gto.	110
Cuadro 7.1. Diámetro, longitud y tipo de tubería propuesta en el proyecto ejecutivo de red de conducción principal de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo", Gto.	124
Cuadro 7.2. Ubicación de las válvulas reductoras/reguladoras de presión de la red de conducción principal	126
Cuadro 7.3. Superficie compactada y usuarios beneficiados, en cada punto de entrega de agua de riego	127
Cuadro 7.4. Relación de los principales materiales de la red interparcelaria y parcelaria	127
Cuadro 7.5. Cantidades de los principales materiales propuestos para la tecnificación de la red interparcelaria y parcelaria, indicados por área compacta o ejido	128
Cuadro 7.6. Características hidráulicas y operativas de la red de conducción principal	129
Cuadro 7.7. Tiempo de llenado de la red de conducción principal, con un gasto promedio de 150 l/s	130
Cuadro 7.8. Tiempo de llenado de la red de conducción interparcelaria, y parcelaria Para un gasto de 150 l/s	131
Cuadro 7.9. Gasto aproximado para el Llenado de la red de conducción interparcelaria y parcelaria de cada una de las áreas compactas y/o ejidos, para distribuir un Gasto total de 150 l/s.	131
Cuadro 7.10. Número de riegos simultáneos para cada área compacta o Ejido, en función de la superficie y del gasto ajustado	132
Cuadro 7.11. Se presenta la presión de operación a que deberán estar operando las válvulas reductoras/reguladoras de presión, tanto para la red de conducción principal, como para la red interparcelaria y parcelaria	133
Cuadro 7.12. Se presentan los datos generales de operación del sistema de riego	134
Cuadro 7.13. Se presenta la superficie, el volumen y el gasto por hidrante, el tiempo de riego y el número de riegos para cada subárea de cada ejido o área compacta	135

INDICE DE FOTOS

Foto 2.1. Problemas de rompimiento de la losa en algunos tramos del canal principal	12
Foto 2.2. Equipos de bombeo ubicado en canales con nivel de agua inferior al nivel de las parcelas	12
Foto 2.3. Asentamientos humanos y contaminación del agua de riego en canales principales	13
Foto 2.4. Escurrimiento del agua de riego que llegan al arroyo principal	13
Foto 2.5. Canales y regaderas interparcelarios sin revestimiento	18
Foto 2.6. Red entubada en el Ejido de Laguna Larga, entregando el agua con un hidrante para cada parcela	18
Foto 2.7. Sistema de riego por gravedad, abriendo bocas en la cabecera de la parcela para su aplicación	19
Foto 2.8. Sistema de riego por gravedad, aplicando el riego con multicompuertas	19
Foto 3.1. Presa Mariano Abasolo, con capacidad de 21 millones de m ³	22
Foto 3.2. Equipo de bombeo ubicado en canal con nivel de agua inferior al nivel de las parcelas	22
Foto 3.3. Problemas de rompimiento de la losa en algunos tramos del canal principal.	23
Foto 3.4. Asentamientos humanos y contaminación del agua de riego en canales principales	23

INDICE DE LÁMINAS

Lámina 1.1. Temperaturas promedio mensuales en Penjamo, Gto	7
Lámina 1.2. Variación de la humedad relativa promedio mensual en Penjamo, Gto.	7
Lámina 1.3. Variación de la velocidad del viento promedio mensual en Penjamo, Gto.	8
Lámina 1.4. Variación de la relación solar promedio mensual en Penjamo, Gto.	8
Lámina 1.5. Evolución mensual de la precipitación (total y efectiva) y de la evapotranspiración de referencia en Penjamo Gto	9
Lámina 1.6. Evolución diaria de la precipitación (total y efectiva) y de la evapotranspiración de referencia en Penjamo, Gto.	9
Lámina 2.1. Principales cultivos, superficie y rendimiento promedio de la Unidad de Riego "I. Mariano Abasolo, Gto."	10
Lámina 2.2. Red interparcelaria con tubería de PVC en cárcamo de bombeo localizado en el Ejido de Lomita de Aceves	14
Lámina 2.3. Red interparcelaria con tubería de PVC en cárcamo de bombeo localizado en el Ejido de Santa Elena	14
Lámina 2.4. Red interparcelaria con tubería de PVC en cárcamo de bombeo localizado en el Ejido de Los Ocotes (I).	15
Lámina 2.5. Red interparcelaria con tubería de PVC en pozo profundo localizado en el Ejido de Laguna Larga	16
Lámina 2.5. Red interparcelaria con tubería de PVC en pozo profundo localizado en el Ejido de Los Ocotes (II)	17
Lámina 2.5. Red interparcelaria con tubería de PVC en pozo profundo localizado en el Ejido de Las Fichas	17
Lámina 3.1a. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la Presa, siguiendo el trazo del canal margen izquierda y margen derecho.	27
Lámina 3.1b. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la Presa, siguiendo el trazo del canal margen izquierda y margen derecho, utilizando como cota de partida la 1,721 m.s.n.m. (NAMIN). Longitud: 26,775 m.	28
Lámina 3.2a. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la Presa, siguiendo el trazo del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho, cruzando el arroyo.	29
Lámina 3.2b. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la Presa, siguiendo el trazo del canal margen izquierda, abasteciendo la Zona de riego margen derecho, cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN). Longitud de conducción principal: 24,190 m.	30
Lámina 3.3. <u>Anteproyecto 1.</u> Diámetros de la red de conducción y de distribución principal, entubando desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda y margen derecho, utilizando como cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN).	32

Lámina 3.4. <u>Anteproyecto 2.</u> Entubamiento de la red de conducción y de distribución Principal desde la Presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m (NAMIN).	34
Lámina 3.5. <u>Anteproyecto 5.</u> Red de canales principales margen derecha y margen izquierda aprovechando el canal existente, y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población.	38
Lámina 3.6. Trazo y diseño hidráulico de la red interparcelaria y parcelaria del Ejido Joya de Mulas. Se presentan los diámetros y presiones por tramo.	41
Lámina 3.7. Trazo y diseño hidráulico de la red interparcelaria y parcelaria del Ejido Los Ocotes. Se presentan los diámetros y presiones por tramo.	42
Lámina 3.8. Trazo y diseño hidráulico de la red interparcelaria y parcelaria del Ejido Santa Elena. Se presentan los diámetros y presiones por tramo.	43
Lámina 4.1. Esquema de la red de conducción principal de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo".	56
Lámina 4.2. Distribución de la velocidad del agua en la red de conducción para la condición de demanda mínima.	69
Lámina 4.3. Pozos de observación realizados a lo Largo del trazo de la red	71
Lámina 4.4. Instalación de tubo de PRFV en un registro y un atraque	74
Lámina 4.5. Delimitación de la superficie de los Ejidos y Pequeña Propiedad que conforman la Unidad de Riego de la Presa I. Mariano Abasolo, Gto.	109
Lámina 7.1. Red de conducción principal entubada de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo".	125
Lámina 7.2. Esquema de aplicación de riego con tubería de compuertas. Se indica la longitud de tubería de conducción y la longitud con compuertas.	134

INDICE DE TABLAS

Tabla 5.1.1. Cultivo, superficie, rendimiento, precio medio rural y costo de producción..	89
Tabla 5.1.2. Programa de inversiones de la rehabilitación del sistema de riego actual (miles de \$)	91
Tabla 5.1.3. Utilidad aparente en situación actual.	92
Tabla 5.1.4. Utilidad aparente en el Año 1, con rehabilitación de la red y una planta de bombeo de 280 l/s	93
Tabla 5.1.5. Utilidad aparente en el Año 2, con rehabilitación de la red y una planta de bombeo de 280 l/s	93
Tabla 5.1.6. Utilidad aparente en el Año 3, con rehabilitación de la red y una planta de bombeo de 280 l/s	94
Tabla 5.1.7. Cálculo de valor presente neto (VPN) y la razón B/C con flujos actualizados	94
Tabla 5.1.8. Análisis de sensibilidad ante variaciones de costo y beneficios	95
Tabla 5.1.9. Resultados de la evaluación económica y del análisis de sensibilidad sin proyecto.	95
Tabla 5.2.1. Cultivo, superficie, rendimiento, precio medio rural y costo de producción.	97
Tabla 5.2.2. Costo de producción por hectárea de los cultivos más ofertados en la zona de riego (\$/ha.)	98
Tabla 5.2.3. Programa de inversiones fijas y reinversiones del sistema de riego miles de \$	99
Tabla 5.2.4. Utilidad aparente en situación actual.	100
Tabla 5.2.5. Utilidad aparente en el año 1	101
Tabla 5.2.6. Utilidad aparente en el año 2	101
Tabla 5.2.7. Utilidad aparente en el año 3.	101
Tabla 5.2.8. Comparativo de la utilidad aparente por hectárea Actual y con proyecto.	102
Tabla 5.2.9. Cálculo de valor presente neto (VPN) y la razón B/C con flujos actualizados	103
Tabla 5.2.10. Análisis de sensibilidad ante variaciones de costo y beneficios.	104
Tabla 5.2.11. Resultados de la evaluación económica y del análisis de sensibilidad.	105

RESUMEN EJECUTIVO

La Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo" se localiza en el municipio de Pénjamo, Gto., está integrada por 600 usuarios y tiene una superficie de 1963 ha distribuidas en 11 ejidos y la pequeña propiedad, el 90 % usuarios ejidales con una superficie del 82 %, y el resto 10 % de pequeños propietarios con el 18 % de la superficie. La fuente principal de abastecimiento de agua es la presa de almacenamiento "I. Mariano Abasolo", la cual tiene un volumen disponible de 21 millones de m³ con un gasto en la obra de toma de 2.5 m³/s. Actualmente, el sistema de conducción y distribución de agua de la Unidad de Riego está conformado por 35 km de canales principales revestidos. Los principales cultivos de la zona son el trigo y la cebada en el ciclo otoño-invierno y el sorgo y maíz en el ciclo primavera-verano. En promedio se siembra una superficie de 1,850 ha por ciclo de cultivo.

Dentro de los principales problemas de la infraestructura hidroagrícola de esta Unidad de Riego, se tienen los siguientes: (i) En algunos tramos de la red de canales principales, el nivel del agua en las tomas granja es inferior al nivel topográfico de las parcelas que suministran el servicio de riego; (ii) Se tienen algunos tramos de canal con losas de concreto deterioradas y destruidas, y aunado a lo anterior, en la parte media y baja de la zona de riego los canales tienen una capacidad de conducción inferior a la requerida, originando problemas de oportunidad en el servicio de riego a los usuarios de la parte baja de la zona de riego; (iii) Adicionalmente la red de conducción y de distribución no cuenta con estructuras de medición y control; (iv) Por otro lado, se tienen problemas de contaminación del agua de riego por descargas de aguas residuales a los canales principales generadas por los asentamientos humanos existentes a lo largo del canal principal; (v) A nivel parcelario se tienen problemas en la distribución y manejo del agua debido a las pérdidas que por filtración se tienen en los canales de tierra, a la falta de nivelación de las parcelas y a deficiencias en la operación del riego.

La problemática de la distribución y aplicación del agua en la Unidad de Riego de la presa "I. Mariano Abasolo", puede ser resuelta mediante acciones de mejoramiento de las redes de conducción principal, parcelaria e interparcelaria, para dotar con un servicio de riego eficiente y eficaz a las 1,963 ha que la conforman. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) encargó al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) la elaboración de un proyecto de riego a la demanda de la zona de riego de la presa "I. Mariano Abasolo", Guanajuato. Con la finalidad de aterrizar este tipo de proyectos, la SAGARPA promueve la tecnificación de sistemas de riego, como parte del Subprograma de Inversión y Capitalización del Programa de Fomento Agrícola de Ejecución Nacional de la Alianza Contigo 2004.

La tecnificación de la red de conducción y distribución principal se realizó a partir de la obra de toma de la presa "I. Mariano Abasolo", aprovechando el desnivel topográfico existente entre la salida de la obra de toma hasta el inicio de la zona de riego (26 m en una longitud de 1850 m). Este desnivel o carga hidráulica permite minimizar tanto los diámetros de la tubería de la red principal y parcelaria, así como los requisitos de bombeo cuando la tecnificación parcelaria se realice con sistemas de riego por goteo o aspersión. La capacidad de la red de distribución se determinó considerando eficiencias de conducción y de aplicación del 98 % y 75 % respectivamente, y el requerimiento de riego máximo calculado de 5.97 mm/día para el plan de cultivos propuesto. El gasto de riego calculado para la máxima demanda es de 1,960 lps.

La conducción y distribución de agua desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de entrega en la zona de riego se realiza mediante tubos de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) de clase 6 (diámetros de 48" a 28") y tubos de PVC clase 5 (diámetros de 24" a 6"), siendo la longitud total de PRFV de 10,387m y de PVC de 14,230 m. Se colocaron válvulas reductoras y reguladoras de presión a lo largo de la red para controlar el incremento de carga hidráulica originado por la circulación de un gasto menor al de diseño, el cual se presenta en el periodo de mínima demanda.

La red de conducción interparcelaria y parcelaria se diseñó para satisfacer la demanda de agua requerida para cada área compacta, entregando el agua en la parcela a través de un hidrante. El gasto modular propuesto es de 40 l/s, y podrán operar 49 riegos simultáneos en la etapa de máximo requerimiento. Se consideró una longitud de tubería para la conducción de PVC en clase 5, de 83366 m en diámetro que varían desde 16 a 6 pulgadas, y 11400 m de tubería de compuertas en diámetro de 6 pulgadas, 663 hidrantes parcelarios, y 17 medidores de gasto con totalizador volumétrico.

El presupuesto para entubar la red de conducción principal es de \$ 36´453,663, la red interparcelaria y parcelaria de \$15´103,874, para hacer una cantidad total de \$ 51´557,537, con un costo promedio por hectárea de \$ 26,272.

Como resultados del diagnóstico de tecnificación de la Unidad de Riego, se determinó que existe un consenso entre los usuarios de la parte baja de la unidad de riego (ejidos Los Ocotes (III) y Laguna Larga, así como de la pequeña propiedad La Florida, en construir uno o dos cárcamos de bombeo sobre el arroyo con la finalidad de aprovechar los escurrimientos de agua que se producen en las parcelas ubicadas aguas arriba. Esta propuesta de solución se vislumbra técnicamente viable, y se sugiere estudiarse y llevarse a cabo, en caso que la tecnificación de la zona de riego no se contemple en el corto plazo.

Con respecto a los sistemas de riego presurizados, no existen aún experiencias en el manejo de éstos, por lo que se considera que los usuarios de esta Unidad todavía no están preparados (económica y técnicamente) en este momento para hacer un cambio de sistemas de riego tradicionales (gravedad) a sistemas de riego presurizados, debido principalmente a lo siguientes:

Con respecto a la tecnificación del riego de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo", a nivel del proyecto ejecutivo está contemplada en dos grandes etapas: (a) la red de conducción principal y (b) la construcción e instalación de la red de conducción interparcelaria y parcelaria. Con base en lo anterior se sugiere entubar en una primera etapa la red de conducción principal, esto es, desde la obra de toma de la presa hasta los puntos de entrega de cada una de las 14 áreas compactas. Para la segunda etapa de tecnificación, se recomienda empezar a entubar la red interparcelaria y parcelaria de las partes más bajas de la Unidad, ya que los usuarios de estas áreas están más concientes de la importancia de aprovechar de manera eficiente el agua de riego, por lo tanto, están en mejor disposición de invertir económicamente en infraestructura de riego. Se iniciaría en primer lugar con los Ejidos de Laguna Larga y Los Ocotes (III) y (II), junto con la pequeña propiedad de La Florida, que son los que más problemas tienen en la oportunidad del servicio de riego, enseguida los ejidos de Zaragoza y Acuitzio.

De los resultados de los escenarios del análisis económico se desprende lo siguiente: (i) para la situación sin proyecto, se presenta una relación beneficio/costo de 2.57; (ii) una relación

beneficio/costo de 4.29 para la situación con proyecto, significativamente mayor a la unidad, un holgado valor presente neto de beneficios por 186.83 millones de pesos, un período de recuperación del capital de 4 años y se confirma con una tasa interna de retorno del 61.9%, por mucho mayor a la tasa de descuento aplicada del 15.00%, por lo anterior se puede asegurar que el proyecto ofrece un buen nivel de rentabilidad, recomendando ampliamente su instalación. Para el caso más desfavorable, el análisis de sensibilidad muestra una recuperación importante de 2.36 pesos por cada peso invertido, un valor presente neto de beneficios de 153.97 millones de pesos, una tasa de rendimiento interno de 49.83% y un periodo de recuperación de 5 años, lo que demuestra que una tecnificación del riego, aunado a una mesurada reconversión productiva, garantizan la rentabilidad y una recuperación segura de la inversión, aún con los sobresaltos que pudieran afectar los resultados esperados.

De los resultados del diagnóstico de la organización y capacitación se desprende lo siguiente: La mayor parte de los usuarios desconoce las obligaciones y responsabilidades que marcan los estatutos de la Asociación Civil formulados en el año 2000. Asimismo, el Consejo de Administración de la Asociación Civil no efectúa la planeación del riego con los usuarios, por ello el riego en ocasiones se realiza mediante acuerdos particulares entre el canalero y los usuarios. Además, se carece de un plan de conservación anual de la infraestructura hidroagrícola, ya que algunos usuarios no pagan la cuota de riego. Se tienen problemas en la comercialización de las cosechas, particularmente el trigo, pues éste en general es adquirido por acaparadores a un precio bajo. La aplicación del agua a nivel parcelario es deficiente, lo que genera escurrimientos importantes hacia el río, desperdiciándose grandes volúmenes de agua. La mayor parte de los usuarios siembra en el ciclo primavera verano utilizando el sistema de labranza mínima, debido a los altos costos de los insumos y de la maquinaria.

La mayor parte de los usuarios está de acuerdo en la tecnificación del sistema de riego. Aceptando la implementación de un plan de riegos anualizado si es equitativo y se elabora de forma transparente. La mayor parte de los usuarios tiene experiencia en la siembra de hortalizas, lo cual puede facilitar la reconversión de cultivos en la zona. Existe la disposición para pagar una cuota de riego mayor si el Consejo de Administración presenta periódicamente un balance de ingresos y egresos.

De la visita de los delegados y de la directiva de la Asociación de usuarios de la Presa Mariano Abasolo, al Módulo de Riego de Valle de Santiago, se tomó conciencia por parte de los asistentes de que la participación de los delegados dentro de las decisiones de la Asociación de usuarios es fundamental en la construcción y operación de la misma, y que además, la dirigencia de la Unidad de Riego "Presa Insurgente Mariano Abasolo", del municipio de Pénjamo, Gto., tiene que transparentar y democratizar sus actividades entre sus agremiados, apoyándose en el programa de capacitación propuesto para eficientarla, dado que de estos elementos depende el éxito de la misma para operar el sistema de riego tecnificado.

ANTECEDENTES

La Unidad de Riego de la presa "I. Mariano Abasolo", se localiza en la parte oeste del estado de Guanajuato, en el municipio de Pénjamo. Los usuarios de riego están organizados para la utilización del agua en una Asociación Civil, la cual se conformó en abril de 1972 y esta integrada por los siguientes ejidos: Sauz de Méndez, Joya de Mulas, Lomita de Aceves, Los Ocotes, Santa Elena, La Ermita, La Cinta, La Madeja, Zaragoza, Laguna Larga (La Laguna), Acuitzio y áreas de la pequeña propiedad.

La fuente de abastecimiento es la presa de almacenamiento "I. Mariano Abasolo" que tiene un volumen disponible de 21 millones de m³, regando una superficie de 1,963 ha con 600 usuarios beneficiados. Además de la presa de almacenamiento, se cuenta con cuatro equipos de bombeos para elevar el agua desde el canal hacia las parcelas, y cuatro pozos profundos dentro del área ejidal y de la pequeña propiedad respectivamente. Los principales cultivos son el trigo en el ciclo otoño-invierno, y el sorgo y maíz en el ciclo primavera-verano, siendo el cultivo de hortalizas como tomate de cáscara, fresa y cebolla poco relevante.

La Unidad de Riego cuenta con 35 km de canales principales revestidos, y con canales laterales y sublaterales de tierra. Los canales principales presentan un deterioro y destrucción de sus losas en tramos ubicados en la parte intermedia de la zona de riego, y tienen tomas granja cuyo nivel máximo de agua es inferior al nivel topográfico de algunas parcelas que suministran. Entre otros problemas se tiene la contaminación del agua de riego por descargas de aguas residuales de los asentamientos humanos existentes en las orillas del canal. A nivel parcelario existen deficiencias en el manejo del agua debido a una falta de nivelación y empareje de las parcelas y a la mala operación del riego, perdiéndose altos volúmenes de agua por escurrimiento superficial.

Otro problema fuerte para los usuarios de la parte baja de la zona de riego es la baja capacidad de conducción de los canales principales, lo que origina retrasos en la aplicación de los riegos. Lo anterior se ha tratado de mitigar con la instalación de equipos de bombeo portátiles a lo largo del dren/arroyo principal.

Para reducir las láminas brutas de riego, eliminar la contaminación del agua originada por descarga de aguas residuales y disponer de una tecnología en riego que permita acceder a cultivos más redituables, es necesario emprender acciones de entubamiento de la red de conducción principal y tecnificar la aplicación del riego parcelario mediante la instalación de sistemas de riego de alta y de baja presión en una superficie total de 1,956 ha.

Es por estos motivos que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), promueve la tecnificación mediante sistemas de riego a la demanda para aplicaciones a alta y baja presión, de la superficie regada por la presa "I. Mariano Abasolo" Guanajuato, como parte del Subprograma de Inversión y Capitalización del Programa de Fomento Agrícola de Ejecución Nacional de la Alianza Contigo 2005.

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE RIEGO

1.1. Localización geográfica y política

La unidad de riego "Mariano Abasolo" se localiza en Pénjamo, Guanajuato, entre los paralelos 20° 23' 10.22" y 20° 30' 22.85" de latitud norte y los meridianos 101° 55' 45.18" y 101° 58' 52.5" de longitud oeste, dentro de la cuenca hidrológica No. 12 "Lerma-Chapala-Santiago". El municipio de Pénjamo colinda al norte con los municipios de Manuel Doblado y Cuerámara, al sur y poniente con el estado de Michoacán y Jalisco y al oriente con el municipio de Abasolo. El croquis de localización de la zona de riego se presenta en el plano general.

1.2. Características fisiográficas

El área del proyecto se localiza en la provincia fisiográfica "Eje neovolcánico", subprovincia "Sierras y bajíos michoacanos". Esta subprovincia se localiza en el centro de la cuenca del río Lerma, donde se presenta un vulcanismo relativamente reciente, formando cadenas de aparatos volcánicos constituidos en su mayoría por basaltos.

Los sistemas de topo formas presentes en esta región son en general lomeríos suaves y grandes llanuras, con una serie de pequeños valles interconectados. El relieve de las parcelas de la zona de riego es en general de moderado a plano. La tenencia de la tierra es de tipo ejidal y pequeña propiedad.

1.3. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de la unidad de riego es la presa "I. Mariano Abasolo", cuyas características principales se presentan en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Características de la presa de Almacenamiento
"Insurgente Mariano Abasolo"

Estructura y características	Valor
Capacidad del vaso	22 millones de m ³
Capacidad de azolves	1 millón de m ³
Cortina	
Flexible de materiales graduados	
Altura de la cortina	20 m
Longitud de la corona	250 m
Ancho de la corona	6 m
Elevación de la corona	1744.65 msnm
Obra de excedencia	
Canal lateral de cresta libre	
Longitud del vertedor	40 m
Elevación de la cresta	1740.90 msnm
Obra de toma	
Gasto máximo	2.5 m ³ /seg.

1.4. Cultivos

Los cultivos principales que se pretende sembrar con el sistema de riego son trigo, sorgo y maíz. Las características agronómicas y fisiológicas se especifican en el cálculo de los requerimientos de riego.

1.5. Clima y evapotranspiración de referencia

De acuerdo con la clasificación climática propuesta por Thornthwaite, el clima de la zona de proyecto es del tipo PF, HB, TC, VA (ligeramente húmedo con moderada deficiencia de agua stival y templado-cálido con baja concentración de calor en verano).

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia se necesitan los promedios mensuales de las siguientes variables climatológicas: temperatura mínima y máxima, humedad relativa, horas luz (insolación) y velocidad del viento. Los datos de la estación meteorológica Pénjamo, localizada en la vecindad de la zona de proyecto, se usan para estimar la evapotranspiración (Cuadro 1.2).

La precipitación efectiva se calcula aplicando las fórmulas del USDA-SCS (FAO, 1998b):

$$\begin{aligned} \text{Precipitación efectiva} &= (125 - 0.2 * P. \text{ Total}) * P. \text{ Total} / 125 && \text{Para } P. \text{ Total} < 250 \text{ mm/mes} \\ \text{Precipitación efectiva} &= 0.1 * P. \text{ Total} - 125 && \text{Para } P. \text{ Total} > 250 \text{ mm/mes.} \end{aligned}$$

donde P. Total es la precipitación total mensual.

El valor mensual de Eto se calcula considerando los siguientes coeficientes de Angstrom: a=0.25 y b=0.5.

Cuadro 1.2. Variables climatológicas (Pénjamo, Guanajuato)

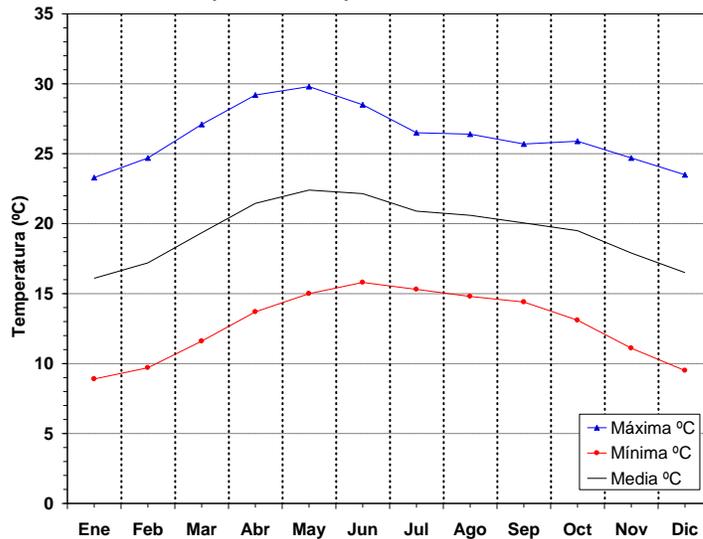
Mes	Temperatura			Hum. relativa	Vel. viento	Insolación	Radiación solar	Precipitación				Eto diaria	Eto mensual
	Máxima	Mínima	Media					Total		Efectiva			
	°C	°C	°C	%	Km/d	Horas/día	MJ/m2/d	mm/mes	mm/d	mm/mes	mm/d	mm	mm
Enero	23.3	8.9	16.1	35.0	129.6	9.8	18.6	13.1	0.42	12.8	0.41	3.5	107.9
Febrero	24.7	9.7	17.2	32.0	121.0	11.2	22.5	2.6	0.09	2.6	0.09	4.1	115.1
Marzo	27.1	11.6	19.4	15.0	138.2	11.5	25.4	15.5	0.50	15.1	0.49	5.2	161.2
Abril	29.2	13.7	21.5	36.0	129.6	12.0	27.7	4.2	0.14	4.2	0.14	5.8	172.5
Mayo	29.8	15.0	22.4	43.0	164.2	12.6	28.9	37.7	1.22	35.4	1.14	6.4	196.9
Junio	28.5	15.8	22.2	54.0	129.6	12.3	28.3	111.9	3.73	91.9	3.06	5.8	173.4
Julio	26.5	15.3	20.9	55.0	77.8	11.8	27.5	161.7	5.22	119.9	3.87	5.1	158.4
Agosto	26.4	14.8	20.6	54.0	86.4	11.8	27.4	146.7	4.73	112.3	3.62	5.1	156.9
Septiembre	25.7	14.4	20.1	53.0	95.0	11.3	25.5	109.9	3.66	90.6	3.02	4.7	139.8
Octubre	25.9	13.1	19.5	50.0	86.4	10.8	22.7	38.3	1.24	36.0	1.16	4.0	123.4
Noviembre	24.7	11.1	17.9	34.0	103.7	10.4	19.8	11.4	0.38	11.2	0.37	3.5	104.1
Diciembre	23.5	9.5	16.5	42.0	121.0	9.8	17.9	10.7	0.35	10.5	0.34	3.2	98.9
Promedio	26.3	12.7	19.5	41.9	115.2	11.3	24.4	55.3	1.8	45.2	1.5	4.7	142.4
Total/año								663.7		542.5			1708.4

1.5.1. Temperatura

La temperatura media anual es de 19.5 °C, siendo poco variable la oscilación de las temperaturas medias mensuales respecto a esta referencia ($\pm 3^\circ\text{C}$). Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de noviembre a febrero, registrándose la temperatura mínima en enero con un valor medio de 16.1°C (Cuadro 1.2 y Lámina 1.1). Las temperaturas más

elevadas se presentan de abril a mayo, que son los meses anteriores a la época de lluvias, teniéndose la temperatura máxima en el mes de mayo con un valor promedio de 22.4 °C (Cuadro 1.2 y Lámina 1.1).

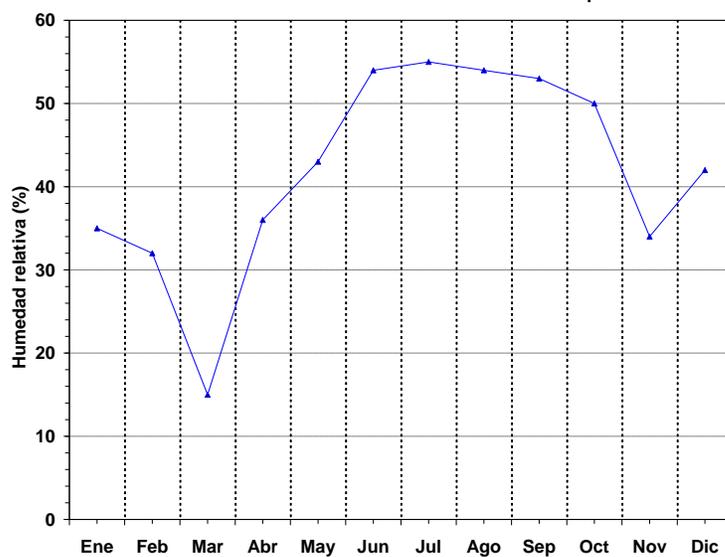
Lámina 1.1 Temperaturas promedio mensuales en Pénjamo, Guanajuato.



1.5.2. Humedad relativa

La humedad relativa promedio anual es de 41.9%, presentándose su valor mensual mínimo en marzo (15 %) y su máximo en julio (55 %). En general los valores más bajos de humedad relativa se presentan de noviembre a mayo, época que precede al periodo de máxima intensidad de lluvias. La variación en el tiempo de la humedad relativa se muestra en la Lámina 1.2.

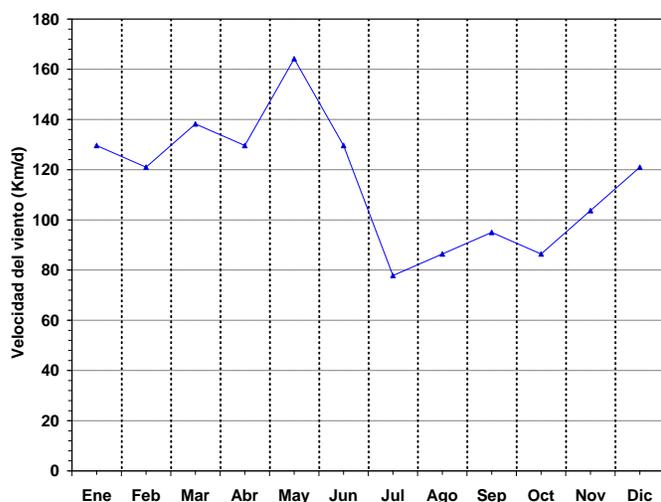
Lámina 1.2 Variación de la humedad relativa promedio mensual en Pénjamo, Guanajuato.



1.5.3. Velocidad del viento

La velocidad del viento en la zona de Pénjamo, Guanajuato, presenta su valor mensual más alto en mayo con 164.2 Km/d y su valor mínimo en julio con 77.8 Km/d. La evolución mensual de esta variable se presenta en la Lámina 1.3.

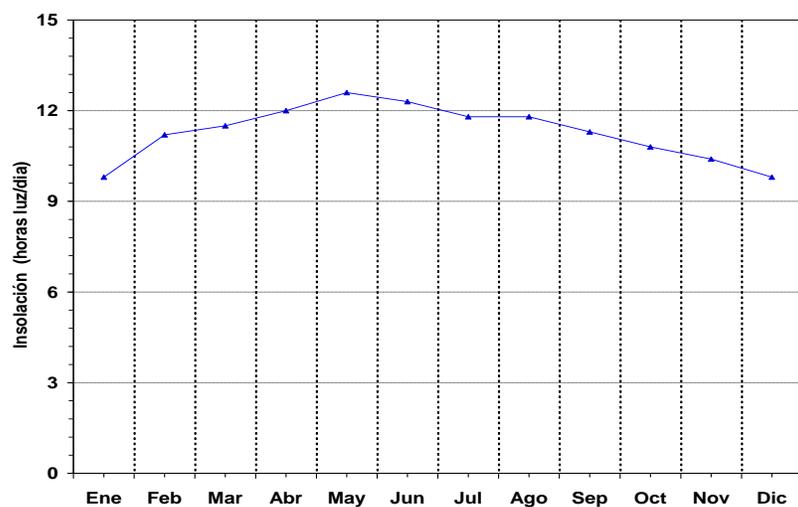
Lámina 1.3. Variación de la velocidad del viento promedio mensual en Pénjamo, Guanajuato.



1.5.4 Radiación Solar (Insolación)

La máxima insolación mensual se registra en mayo (12.6 horas luz/día), por efecto de la baja nubosidad que se tiene en ese mes, lo cual también propicia incrementos notables en la temperatura (ver Cuadro 1.2). En los meses de diciembre y enero se presenta el valor mínimo de insolación mensual 9.8 horas-luz/día (Lámina 1.4). La radiación solar media en el año es de 11.3 horas/día.

Lámina 1.4 Variación de la radiación solar promedio mensual en Pénjamo



1.5.5. Precipitación y evapotranspiración

La precipitación total en Pénjamo, Gto., es de 663.7 mm, concentrándose las lluvias más fuertes en el periodo mayo-octubre (91.4% del total anual). Los valores totales anuales de precipitación efectiva y evapotranspiración de referencia son respectivamente 542.5 mm y 1708.4 mm. En la Lámina 1.5 se presentan la distribución mensual de estas variables climatológicas y en la Lámina 1.6 su distribución diaria.

Lámina 1.5 Evolución mensual de la precipitación (total y efectiva) y de la evapotranspiración de referencia en Pénjamo, Guanajuato.

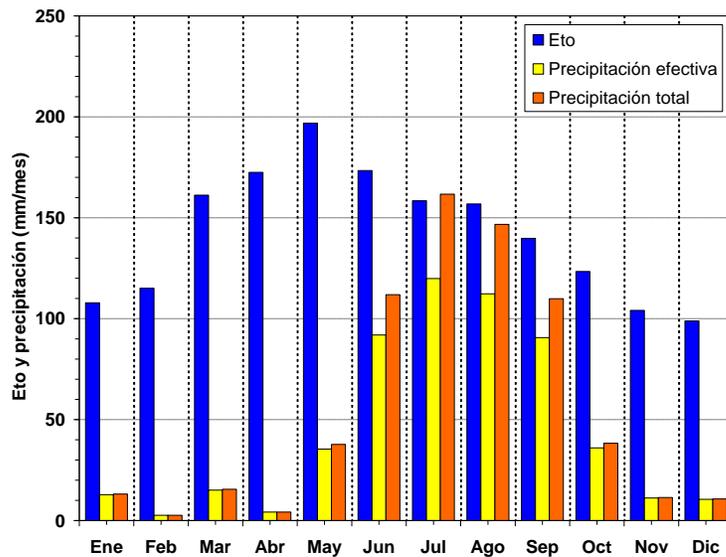
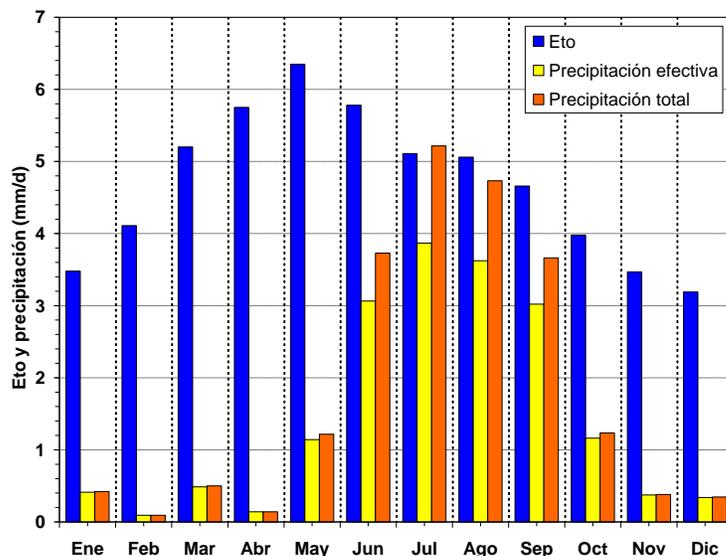


Lámina 1.6 Evolución diaria de la precipitación (total y efectiva) y de la evapotranspiración de referencia en Pénjamo, Guanajuato.



II. DIAGNÓSTICO DE TECNIFICACIÓN DEL RIEGO

2.1 Objetivo

Elaborar un diagnóstico de la tecnificación del riego de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo, Pénjamo, Gto.

2.2 Descripción

La zona de riego de la Unidad de riego "Presa I. Mariano Abasolo.", se localiza en la parte oeste del estado de Guanajuato, en el municipio de Pénjamo, Gto. Los usuarios de riego están organizados para la utilización del agua en una Asociación civil integrada por los siguientes ejidos: Sauz de Méndez, Joya de Mulas, Lomita de Aceves, Los Ocotes, Santa Elena, La Ermita, La Cinta, La Madeja, Zaragoza, Laguna Larga (La Laguna), Acuitzio y áreas de la pequeña propiedad (lámina 1). El nombre de la Asociación de Usuarios "Presa Insurgente Mariano Abasolo", A.C. R.F.C. AUP-000527-NA5, con oficinas en Santa Ana Pacueco, municipio de Pénjamo, Guanajuato.

La fuente de abastecimiento es una presa de almacenamiento que tiene un volumen disponible de 21 millones de metros cúbicos, con un gasto en la obra de toma de 2.5/m³/seg, regando una superficie de 1,963 ha con 600 usuarios beneficiados. Además de la presa de almacenamiento, se dispone de cuatro equipos de bombes para elevar el agua desde el canal principal hacia las parcelas, y cuatro pozos profundos dentro del área ejidal y de pequeña propiedad.

Los principales cultivos son el trigo en el ciclo otoño-invierno, y el sorgo y maíz en el ciclo primavera-verano, además de hortalizas como tomate de cáscara, fresa, y cebolla en menor superficie. En el cuadro 2.1 se presenta información de los cultivos y la superficie aproximada, sembrada en el ciclo 2004-2005.

Cuadro 2.1 principales cultivos, superficie y rendimiento promedio de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo, Gto.

Cultivo	Ciclo agrícola	Superficie (ha)	Rendimiento Promedio (ton/ha)
Trigo	O-I (2004-2005)	1,850	5
Cebolla	O-I (2004-2005)	15	40
Tomate de cáscara	O-I (2004-2005)	5	12
Maíz	P-V (2004)	1,200	10
Sorgo	P-V (2004)	650	8

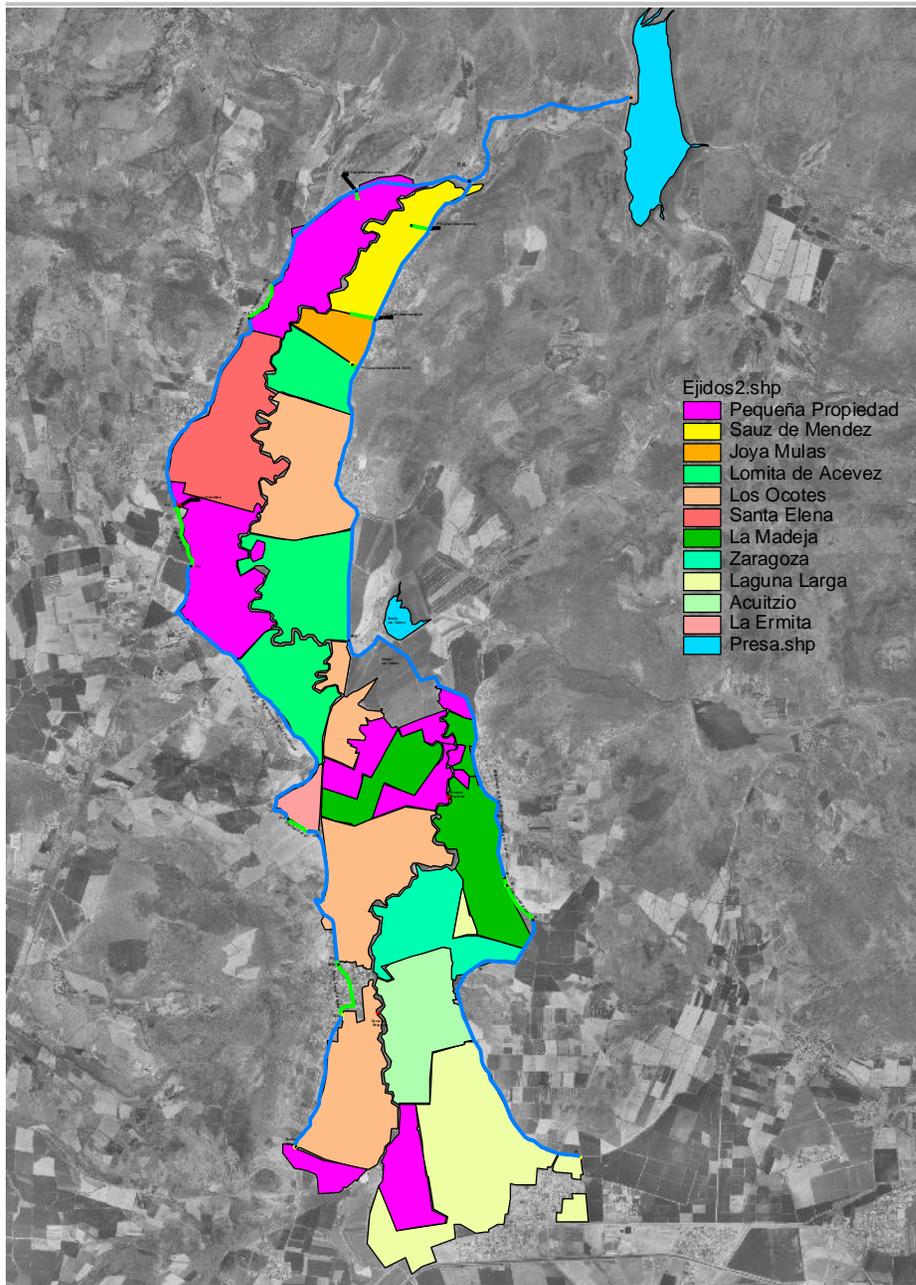


Lámina 2.1. Plano general de la Unidad de Riego de la Presa I. Mariano Abasolo.

Se considera que con la tecnificación del riego, exista una reconversión hacia otros cultivos de hortalizas como jitomate, pepino, calabacita, chile y ajo.

Con respecto a la infraestructura, la unidad de riego, cuenta con una red de conducción de 35 km de canales principales revestidos, y el resto de canales laterales y sublaterales están en tierra.

En la lámina 2.1 se indican cada una de las áreas ejidales y de la pequeña propiedad, la ubicación del vaso de almacenamiento, la red de conducción del tramo muerto, el canal principal margen derecha, el canal principal margen izquierda, y al centro de la zona de riego el arroyo principal.

2.3 Diagnóstico

2.3.1 Tramo muerto de la conducción principal

Es de una longitud aproximada de 3 km considerados desde la salida de la obra de toma hasta la bifurcación del canal principal margen derecha y el margen izquierda. Es un canal revestido principalmente de concreto, con capacidad de conducción estimada en 2.5 m³/seg. En términos generales se puede decir que se encuentra en buenas condiciones.

2.3.2 Red de conducción principal

Presenta en algunos tramos un deterioro y destrucción de la losa en tramos intermedios de la conducción (foto 2.1), en otros tramos del canal, el nivel del agua dentro del canal y en las tomas granja están por debajo del nivel topográfico de las parcelas (foto 2.2). Entre otros problemas se tiene la contaminación del agua de riego originado por las descargas de las aguas residuales de los asentamientos humanos existentes sobre las orillas del canal (foto 2.3). A nivel parcelario existen deficiencias en el manejo del agua debido a una falta de nivelación y empareje de las parcelas y a la mala operación y manejo del riego; ocasionando altos volúmenes de agua que se pierden por escurrimiento superficial, mismo que se refleja en los grandes cantidades de agua que conducen los drenes y arroyos (foto 2.4) que circulan dentro de la unidad de riego.



Foto 2.1. Problemas de rompimiento de la losa
En algunos tramos del canal principal



Foto 2.2. Equipo de bombeo ubicado en canales con
nivel de agua inferior al nivel de las parcelas

Otro problema fuerte para los usuarios de la parte baja de la zona de riego, es la baja capacidad de conducción de los canales principales sobre todo en la parte intermedia y baja de la zona de riego, ocasionado retardos en la aplicación de los riegos. Lo anterior se ha tratado de mitigar con la instalación de equipos de bombeo portátiles a lo largo del arroyo/río principal.



Foto 2.3 Asentamientos humanos y contaminación del agua de riego en canales principales



Foto 2.4. Esguimiento del agua de riego que llegan al arroyo principal.

Con respecto a la conservación de la infraestructura de riego, no se dispone de equipo y maquinaria necesaria para la conservación de la red de canales y caminos. Asimismo no existe un plan de conservación anual.

2.3.3 Red de conducción interparcelaria y parcelaria

En general, la red de canales laterales y sublaterales se encuentran sin revestimiento alguno, además de que no se cuenta con estructuras de control y medición del agua.

Sin embargo, existen algunas áreas aisladas que tienen entubada la red de conducción interparcelaria, localizados en los siguientes puntos:

- Cárcamos de bombeo

Debido al nivel bajo del canal principal con respecto al nivel de las parcelas en algunos tramos del canal principal, se tienen cuatro rebombes (foto 2.2). Gracias a esto, algunos tramos de la red interparcelaria cuenta ya con tubería de PVC. Esto es en los ejidos de: Lomita de Aceves (lámina 2.2), Santa Elena (lámina 2.3) y en Los Ocotes (I), ver lámina 2.4.

Por lo anteriormente descrito, la utilización de estos cárcamos de bombeo es permanente durante la temporada de riegos. Por lo que representa de un gasto por concepto de consumo



de energía eléctrica, mismo que es cubierto en forma colectiva por toda la Asociación de usuarios.



Lámina 2.2 Red interparcelaria con tubería de PVC en cárcamo de bombeo localizado en el ejido de Lomita de Aceves



Lámina 2.3 Red interparcelaria con tubería de PVC en cárcamos de bombeo localizados en el ejido de Santa Elena

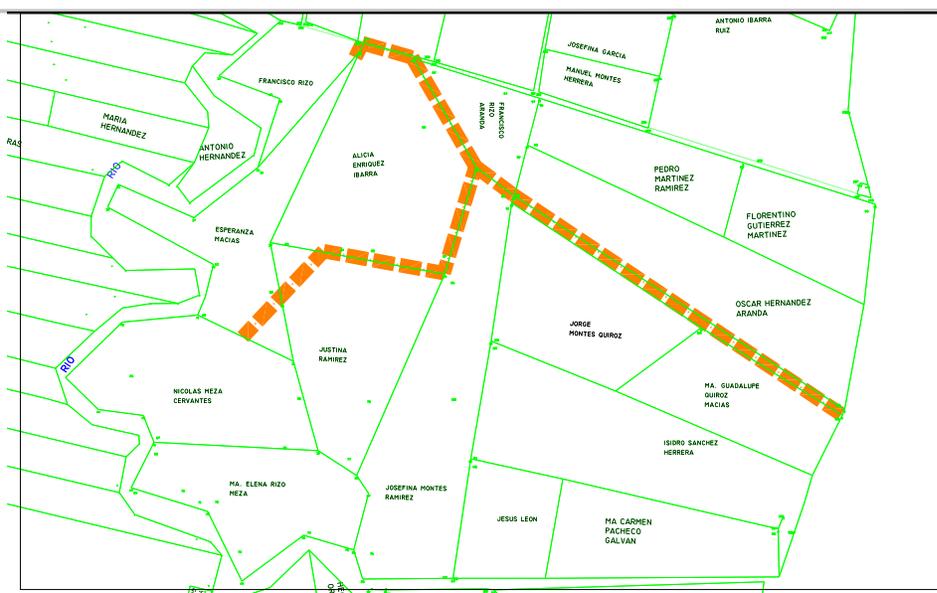


Lámina 2.4 Red interparcelaria con tubería de PVC en cárcamo de bombeo localizado en el ejido de Los Ocotes (I)

3.3.1 Pozos profundos

Se dispone de algunos pozos profundos. El de mayor gasto es el que se localiza en el ejido de Laguna larga (lámina 2.5), dominando mediante una red entubada, una superficie promedio de 70 ha. Le sigue otro pozo profundo localizado en el ejido de los Ocotes (II) ver lámina 2.6, aproximadamente para una superficie de 30 ha, y finalmente un pozo en la pequeña propiedad de las Fichas (lámina 2.7) y la Florida se disponen también de pozos que dominan una superficie aproximada de 40 ha.

Igualmente que en el caso de los cárcamos de bombeo, la utilización de los pozos profundos se utilizan casi de manera permanente, principalmente en la etapa de mayor requerimiento de riego, cuando se tienen problemas de oportunidad de servicios del riego en la parte baja de la Unidad de Riego. El costo por concepto de energía eléctrica, igualmente es cubierto de manera colectiva por la Asociación de usuarios.

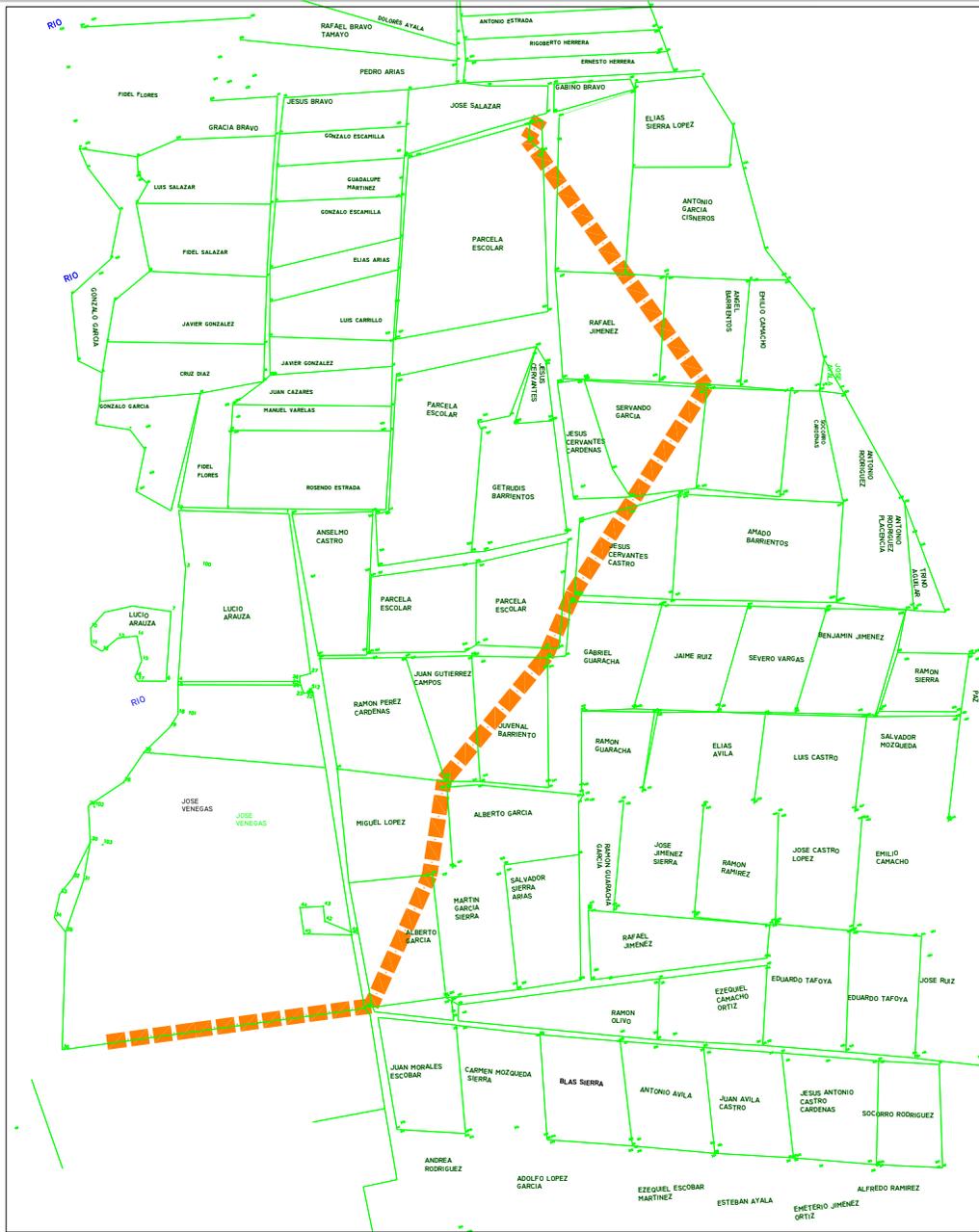


Lámina 2.5 Red interparcelaria con tubería de PVC en pozo profundo localizado en el ejido de Laguna Larga

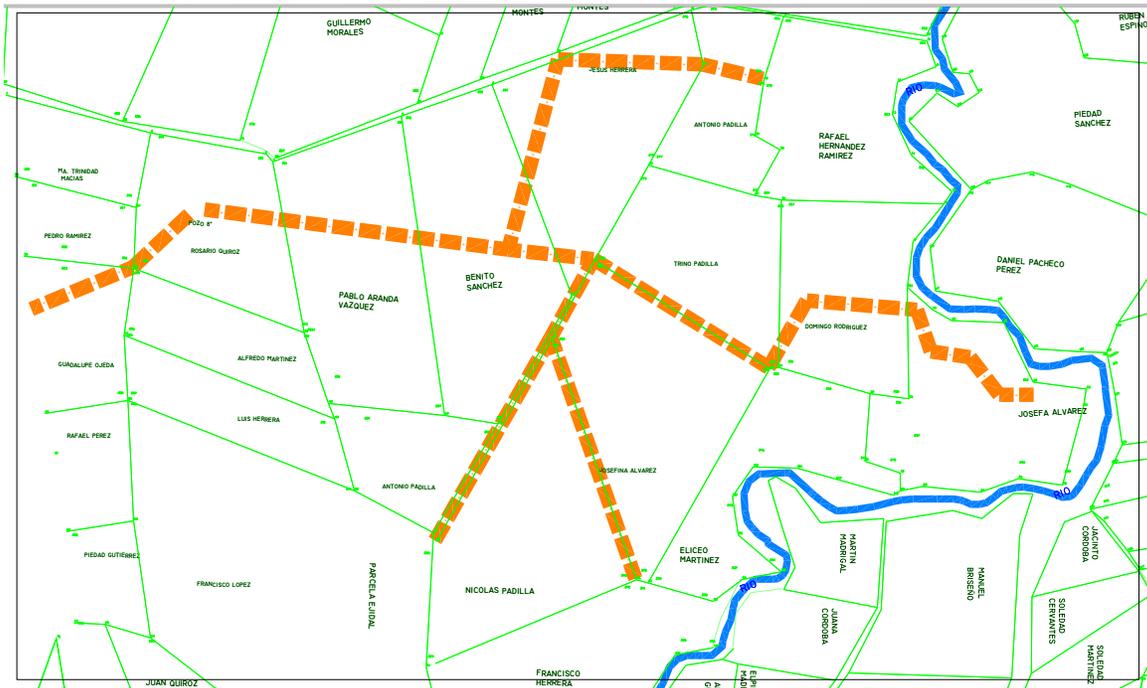


Lámina 2.6 Red interparcelaria con tubería de PVC en pozo profundo localizado en el ejido de Los Ocotes (II)

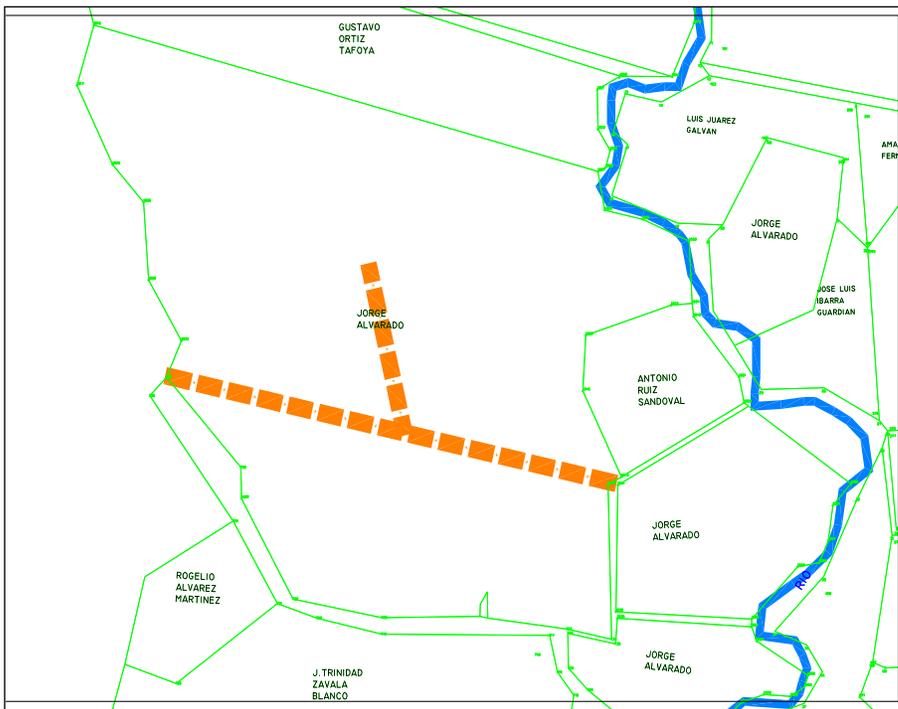


Lámina 2.7 Red interparcelaria con tubería de PVC con pozo profundo localizado en la pequeña propiedad de Las Fichas



Foto 2.5 Canales y regaderas interparcelarios sin revestimiento



Foto 2.6 Red entubada en el ejido de Laguna Larga, entregando el agua con un hidrante para cada parcela.

2.4 Manejo del riego parcelario

La aplicación del agua de riego en la parcela en su totalidad es por métodos de gravedad, por el sistema de bocas (foto 2.7), casos muy aislados (dentro de la pequeña propiedad) se aplica con sistemas de tuberías con compuertas (foto 2.8).

Los volúmenes de agua aplicados en cada riego, de acuerdo a los aforos realizados a finales del mes de marzo del 2005 en el ejido "La Madeja", en parcelas con superficie promedio de 4 ha, la lámina de riego promedio aplicada varía de 12 a 15 cm., utilizando un gasto promedio por parcela de 30 a 40 l/s, ya que varía éste durante su aplicación debido a que no existe un control estricto en la asignación de los riegos; ya que generalmente ocurre que el usuario abre su toma del canal cuando aún no le toca el riego, disminuyendo el gasto de riego de los usuarios que si les corresponde el turno de riego.

Estas láminas de riego excedentes, en suelos de textura pesada (arcillosa) generan mucho coleo al final de la tirada de riego, reflejándose estos en los altos volúmenes de agua que conduce el arroyo hacia fuera de la unidad de riego.



Foto 2.7 Sistema de riego por gravedad, abriendo bocas
En la cabecera de la parcela para su aplicación.



Foto 2.8 Sistema de riego por gravedad, aplicando el
riego con multicompuertas

2.5 Rebombeo desde el arroyo

Para los usuarios de riego de la parte baja no es suficiente el gasto de riego de la presa que llega a través de los canales, y tampoco suficiente el agua extraída de los pozos profundos existentes para la aplicación del riego, principalmente durante la etapa de máxima demanda de los cultivos (trigo), razón por la cual, en algunas ocasiones mediante la utilización de equipos de bombeo portátiles se bombea agua del arroyo. Esta agua es resultado de los escurrimientos superficiales de los riegos aplicados en la parte alta y media de la Unidad de Riego.

Por comentarios directos de los usuarios han manifestado su interés por la construcción de pequeños cárcamos de bombeo para las áreas de riego de la parte baja de la Unidad. Se estima que la capacidad total de estos cárcamos y equipos de bombeo sea de 200 l/s.

2.6 Resultados

La disminución de la capacidad de conducción de los canales principales, ocasionado principalmente porque algunos tramos de canal presentan losas de concreto deterioradas y destruidas, aunado a lo anterior, en la parte media y baja de la zona de riego algunos tramos de canal tienen una capacidad de conducción inferior a la requerida, originando problemas de oportunidad en el servicio de riego a los usuarios de la parte baja de la zona de riego, induciendo lo anterior, a que el patrón de cultivos esté conformado principalmente por cultivos como sorgo, maíz y trigo que pueden tolerar de manera significativa la falta de riegos oportunos. Con la tecnificación del riego permitirá por un lado elevar los rendimientos de los cultivos actuales y por otro fomentar la reconversión de cultivos más redituables, mejorando los ingresos de los productores y aprovechando de una forma más eficiente la infraestructura de la presa, los caminos, los terrenos agrícolas y el recurso agua entre otros.

Una solución que ha disminuido en parte esta problemática lo representan los dos pozos profundos (ejidales) que se encuentran en la parte baja de la Unidad de Riego, sin embargo, los problemas persisten.

En virtud de esto, existe un consenso entre los usuarios de la parte baja de la unidad de riego (ejidos Los Ocotes (III) y Laguna Larga, así como de la pequeña propiedad La Florida, en construir uno o dos cárcamos de bombeo sobre el arroyo con la finalidad de aprovechar los escurrimientos de agua que se producen en las parcelas ubicadas aguas arriba. Esta propuesta de solución se vislumbra técnicamente viable, y se sugiere estudiarse y llevarse a cabo, en caso que la tecnificación de la zona de riego no se contemple en el corto plazo.

Con respecto a los sistemas de riego presurizados, no existen aún experiencias en el manejo de éstos, por lo que se considera que los usuarios de esta Unidad todavía no están preparados en este momento para hacer un cambio de sistemas de riego tradicionales (gravedad) a sistemas de riego presurizados, debido principalmente a lo siguientes:

1. Falta de una red de conducción y distribución que atienda con oportunidad la aplicación de los riegos
2. El costo económico adicional que implica el disponer de una red parcelaria presurizada (goteo, microaspersión o aspersión)
3. La falta de una capacitación en el manejo de cultivos de hortalizas, los cuales son más redituables; condición recomendable para disponer de sistemas presurizados
4. El cambio a sistemas de riego presurizados se tiene que realizar de manera gradual, esto es, una vez teniendo el agua entubada hasta la parcela de cada productor, entonces y a partir de entonces, cada usuario en forma individual o en un grupo de usuarios manejando una superficie compacta, asegurará el éxito empleando sistemas de riego presurizados.

2.7. Recomendaciones para la tecnificación del riego (proyecto ejecutivo)

La tecnificación del riego de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo", a nivel del proyecto ejecutivo está contemplada en dos grandes etapas: (a) la red de conducción principal y (b) la construcción e instalación de la red de conducción interparcelaria y parcelaria. Con base en lo anterior se sugiere lo siguiente:

1. Entubar en una primera etapa la red de conducción principal, esto es, desde la obra de toma de la presa hasta los puntos de entrega de cada una de las 14 áreas compactas.
2. Para la segunda etapa de tecnificación, se recomienda empezar a entubar la red interparcelaria y parcelaria de las partes más bajas de la Unidad, ya que los usuarios de estas áreas están más concientes de la importancia de aprovechar de manera eficiente el agua de riego, por lo tanto, están en mejor disposición de invertir económicamente en infraestructura de riego.
3. Se iniciaría en primer lugar con los Ejidos de Laguna Larga y Los Ocotes, junto con la pequeña propiedad de La Florida, que son los que más problemas tienen en la oportunidad del servicio de riego, enseguida los ejidos de Zaragoza y Acuitzio.

Para completar parte del ciclo de este proceso, es necesario implementar los cursos y talleres de capacitación a los usuarios, iniciando con los siguientes talleres en una primera etapa: (i) Operación y manejo de los sistemas de riego entubados, (ii) La importancia del pago de cuota por servicio de riego y (iii) Sistemas de Operación, Administración y Conservación de una Unidad de Riego.

III. ANTEPROYECTOS

3.1 Análisis de la problemática general

La fuente de abastecimiento es una presa de almacenamiento que tiene un volumen disponible de 21 millones de metros cúbicos, con un gasto en la obra de toma de $2.5/m^3/seg$, regando una superficie de 1,963 ha con 691 usuarios beneficiados. Además de la presa de almacenamiento, se cuenta con cuatro equipos de bombeos para elevar el agua desde el canal hacia las parcelas, y ocho pozos profundos; cuatro dentro del área ejidal y cuatro en la pequeña propiedad.



Foto 3.1 Presa Mariano Abasolo, con capacidad de 21 millones de m^3



Foto 3.2 Equipo de bombeo ubicado en canales con nivel de agua inferior al nivel de las parcelas

Con respecto a la infraestructura, la unidad de riego, cuenta con una red de conducción de 35 km de canales principales revestidos y el resto de canales laterales y sublaterales de tierra. Los canales principales presentan un deterioro y destrucción de la losa en tramos intermedios de la conducción, incluso en algunos tramos el nivel del agua dentro del canal y en las tomas granja están por debajo del nivel topográfico de las parcelas. Entre otros problemas se tiene la contaminación del agua de riego originado por las descargas de las aguas residuales de los asentamientos humanos existentes sobre las orillas del canal. A nivel parcelario existen deficiencias en el manejo del agua debido a una falta de nivelación y empareje de las parcelas y a la mala operación y manejo del riego; ocasionando altos volúmenes de agua que se pierden por escurrimiento superficial, mismo que se refleja en los grandes cantidades de agua que conducen los drenes y arroyos que circulan dentro de la unidad de riego.

Otro problema fuerte para los usuarios de la parte baja de la zona de riego, es la baja capacidad de conducción de los canales principales sobre todo en la parte intermedia y baja de la zona de riego, ocasionando retardos en la aplicación de los riegos. Lo anterior se ha tratado de mitigar con la instalación de equipos de bombeo portátiles a lo largo del dren/río principal.

Por lo anterior, es necesario emprender acciones de entubamiento de la red de conducción principal, y de distribución de la unidad de riego aprovechando la carga hidráulica disponible entre la fuente de abastecimiento y la zona de riego, y tecnificar la aplicación del riego parcelario mediante la instalación de sistemas de riego de alta y de baja presión en una

superficie total de 1,963 ha; con la finalidad de reducir las láminas brutas de riego y disponer de tecnología en riego para acceder a cultivos más redituables.



Foto 3.3. Problemas de rompimiento de la losa en algunos tramos del canal principal



Foto 3.4 Asentamientos humanos y contaminación del agua de riego en canales principales

Se determinó que uno de los principales problemas en el uso del agua de riego se presenta entre los usuarios de la parte baja, ya que se el agua les llega no con la oportunidad en que lo requieren los cultivos.

En los cuadros 3.1 y 3.2 se presentan los tramos de canal principal que presentan problemas de losas levantadas y de contaminación del agua de riego por las descargas de aguas residuales de las poblaciones aledañas al canal.

Cuadro 3.1 Tramos de canal principal de la Unidad de Riego de la presa Mariano Abasolo, Pénjamo, Gto., que presentan problemas de losas levantadas

Canal	Tramo	Material	Sección	Longitud (m)	Q (l/s)
Margen izquierda	del p3 al p5	Mampostería y concreto	Trapezoidal	583	450
Margen derecha	del p11 al p12	Concreto	Trapezoidal	491	750
	del p13 al p14	Mampostería	Trapezoidal	728	450
	del p16 al p17	Concreto	Trapezoidal	250	300

Cuadro 3.2 Tramos de canal principal de la Unidad de Riego de la presa Mariano Abasolo, Pénjamo, Gto., que presentan problemas de baja capacidad y/o contaminación del agua de riego al cruce con poblaciones

Población	Longitud (m)	Área (ha)	Gasto(l/s)
Los Ocotes	713	149	160
Lomita de Aceves	950	804	850
Joya de Mulas	600	937	1000
Sauz de Méndez	400	1030	1100
La Madeja	950	626	650
Las Estacas	500	349	400
TOTAL	4113		

3.2 Definir las propuestas de anteproyectos

Con base en la problemática detectada en la infraestructura existente de los canales de riego, en la oportunidad del servicio de riego y en la contaminación del agua debido a las aportaciones de aguas residuales al cruce con poblaciones, se plantearon las siguientes siete propuestas de tecnificación de la red de conducción principal y de la red interparcelaria. En cada una de las siete propuestas (anteproyectos), se considera entubar las redes de distribución interparcelarias y parcelarias, para llevar el agua hasta el hidrante de cada parcela. Todos los anteproyectos consideran la aplicación del riego parcelario con tubería de multicompuertas.

Anteproyectos:

1. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda y margen derecho, utilizando como cota de partida la 1,721 m.s.n.m. (NAMIN).
2. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho, cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN).
3. Entubamiento conectado a la Obra de Toma de la presa, con el trazo de la propuesta No. 2, utilizando como cota de partida la 1,734 m.s.n.m. (NAMO).
4. Entubar la red de conducción y distribución principal a partir del inicio de la zona de riego, con el trazo de la propuesta No. 2, utilizando como cota de partida 1,701 m.s.n.m.
5. Aprovechando el canal existente, y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población.
6. Aprovechando el canal existente y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población, y construyendo reservorios para incrementar la flexibilidad en el servicio del riego.

3.2.1 Carga de presión hidráulica disponible

Se definieron los siguientes puntos de referencia para la elaboración de los anteproyectos, con sus respectivas alturas sobre el nivel del mar.

Cota del terreno en el punto más bajo de la zona de riego:	1,666 m.s.n.m
Cota al inicio de la zona de riego:	1,697 m.s.n.m
Cota al final de tramo muerto de canal principal	1,701 m.s.n.m
Cota inicial del canal principal:	1,721 m.s.n.m
Cota conectado con la obra de toma	1,734 m.s.n.m

3.2.2. Capacidad de conducción por tramo, con base en la superficie acumulada que domina cada tramo

A partir del requerimiento de riego máximo para el cultivo de trigo de 5.97 mm/día, con fecha de siembra del 15 de diciembre, y con las eficiencias de conducción del 95 % y de aplicación del 75 %, para cada punto de entrega de cada área compacta o ejido, se definió su localización a través de un cadenamiento teniendo como punto de partida la derivación de los canales principales margen izquierda y margen derecha. Con la superficie (aproximada) que domina cada punto de entrega, se determinó la capacidad de cada tramo en función de la superficie acumulada. Se trabajó con un gasto modular de 40 l/s por válvula de riego o hidrante. Los resultados se encuentran en el cuadro 2.3.

3.2.3 Trazos de la conducción principal

El trazo de la conducción principal de los canales existentes es siguiendo la curva de nivel, por tanto esto hace una longitud de conducción mayor que cuando se traza para tubería o cualquier conducto cerrado.

El tramo muerto del canal principal tiene una longitud promedio de 3 km, pero, el trazo con tubería se reduce a menos de 2 km. Posteriormente en la bifurcación de los canales margen derecha y margen izquierda, el trazado con tubería presupone realizar un trazo similar o un trazo "normal" al de los canales. Sin embargo, un trazo alternativo con menor longitud se consigue utilizando el trazo siguiendo el canal principal margen izquierda y llevando el gasto total de agua desde este conducto a los puntos de entrega de la superficie de la margen derecha, a este trazo le denominamos "cruzando el arroyo".

En las láminas 3.1 y 3.2 se presentan los trazos normal y cruzando el arroyo. La longitud de la conducción principal para el trazo normal es de 26.775 km y para el trazo cruzando el arroyo es de 24.190 km. La diferencia en longitud es de 2.585 km. Posteriormente al elaborar el presupuesto resultó también el más económico; por lo anterior, se determinó que en los demás anteproyectos propuestos, se incluyera únicamente la propuesta del trazo de cruzar el arroyo.

Cuadro 3.3 Superficie y gasto requerido y ajustado para cada punto de entrega

Punto de entrega	Superficie	Gasto requerido	Gasto Ajustado
Ejido	(has)	(l/s)	40
Margen Izquierdo			
Sauz de Mendez	80	75.2	80
Joya Mulas	93	87.4	80
Los Ocotes	133	125.0	120
Lomita de Aceves	127	119.4	120
Los Ocotes			
Los Ocotes	51	47.9	40
La Madeja	35	32.9	40
P.P. El Caracol	51	47.9	40
Madeja	106	99.6	120
<i>Lateral 10+060</i>			
Zaragoza	100	94	80
<i>Margen Izquierdo</i>			
Acuitzio	117	110	120
Laguna Larga	247	232.2	240
P.P. La Florida	56	52.6	40
<i>Lateral 6+520</i>			
P.P. La Cinta	59	55.4	80
Los Ocotes	141	132.5	120
Los Ocotes	149	140.0	160
Margen Derecho			
P.P. La Vigueria	117	109.9915	120
Santa Elena	144	135.3741	160
P.P. Las Fichas	124	116.5722	120
Lomita de Aceves	82	77.0881	80
		1891.478	1960

El diseño hidráulico de la red de conducción principal para cada anteproyecto se realizó mediante hoja de cálculo de Excel y su verificación con el apoyo del programa de cómputo EPANET.

El procedimiento general consistió en dejar una carga hidráulica mínima (con su respectivo gasto hidráulico) en cada punto de entrega del agua. Esta carga de hidráulica mínima se determinó previamente para cada área compacta, de tal manera que el gasto por entregar en cada parcela llegará con una presión mínima de 2.0 metros, y con un gasto modular de 40 litros por segundo por hidrante.

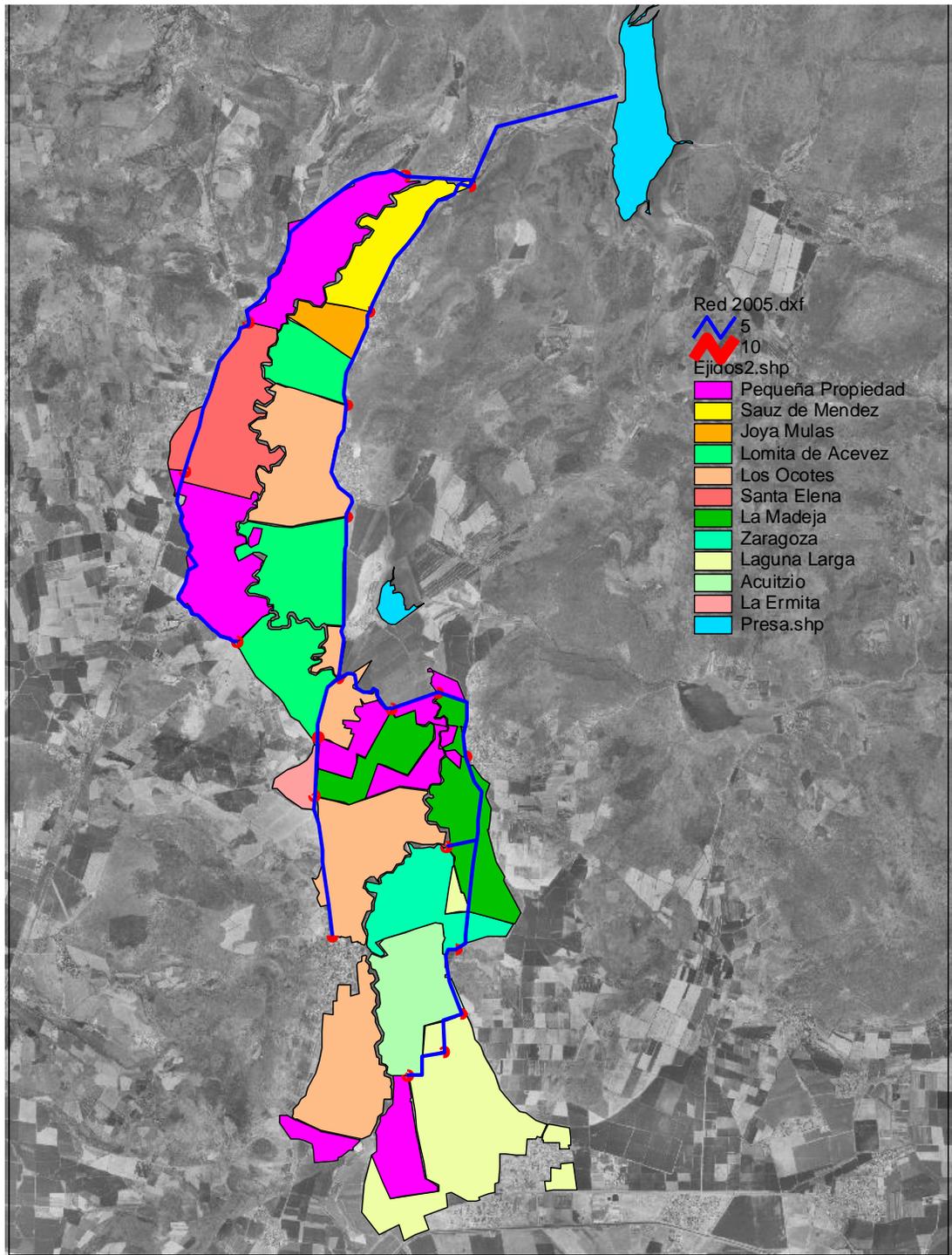


Lámina 3.1a Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda y margen derecho.

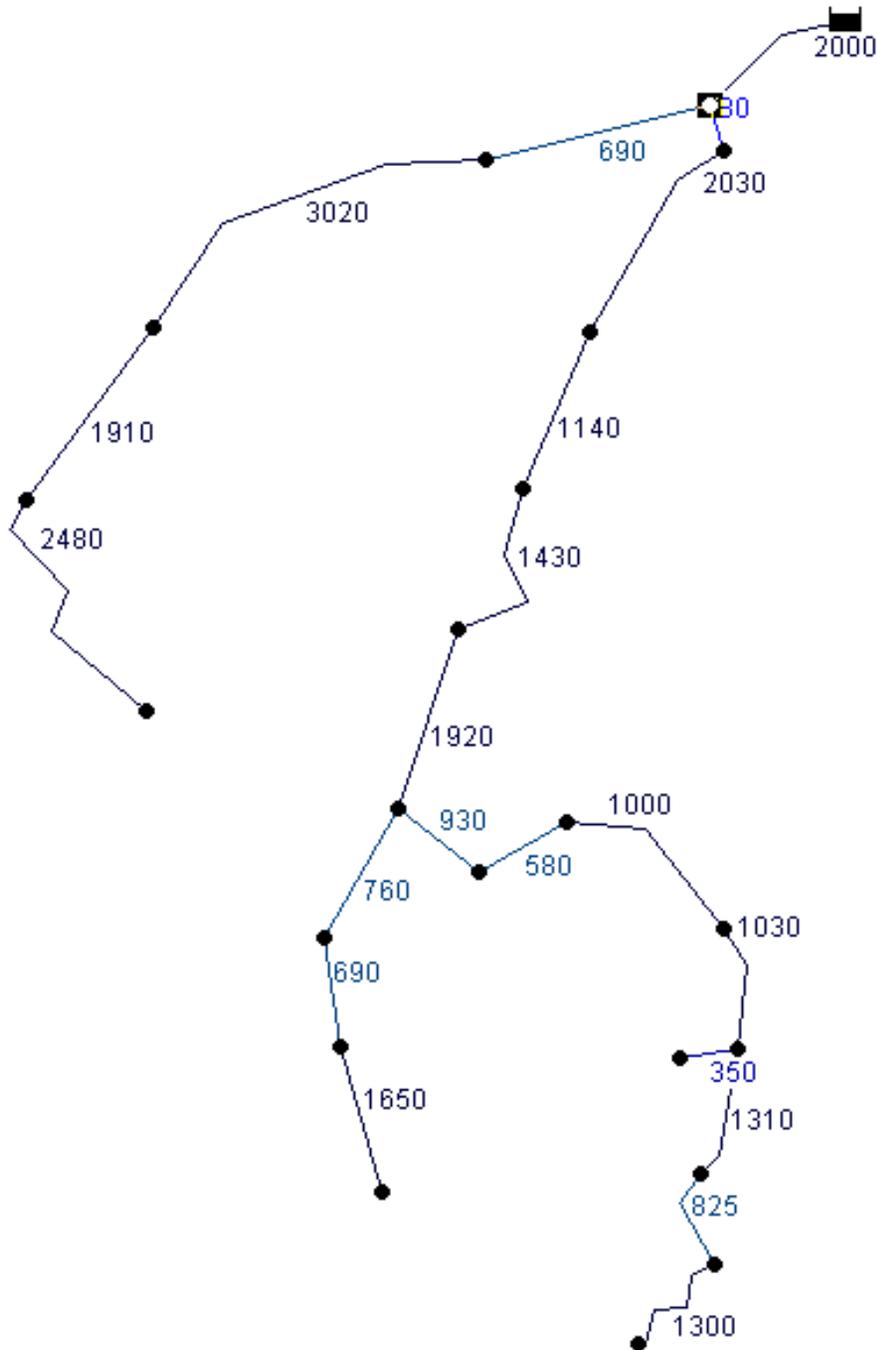


Lámina 3.1b Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda y margen derecho, utilizando como cota de partida la 1,721 m.s.n.m. (NAMIN). **Longitud: 26,775 m**

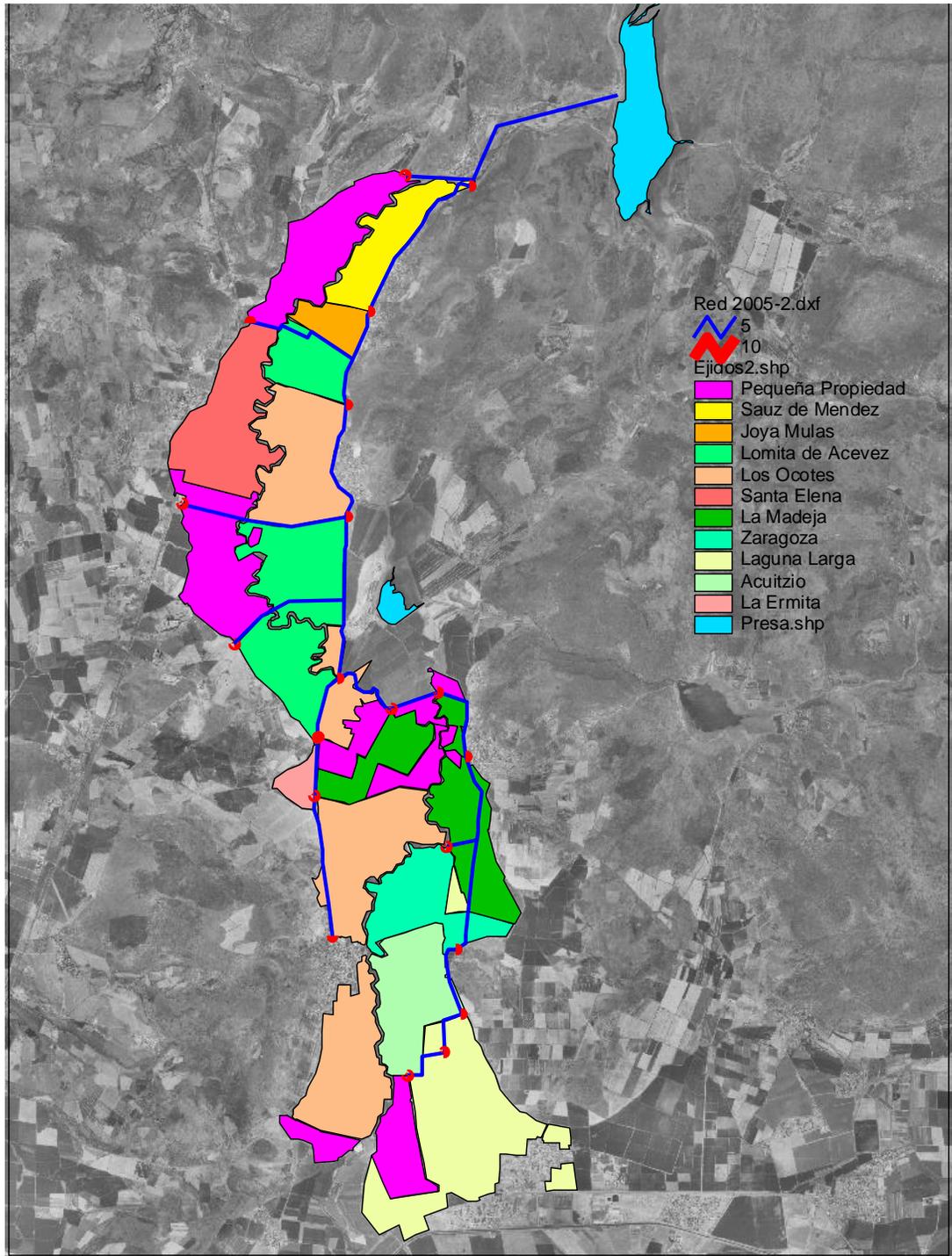


Lámina 3.2a Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho, cruzando el arroyo.

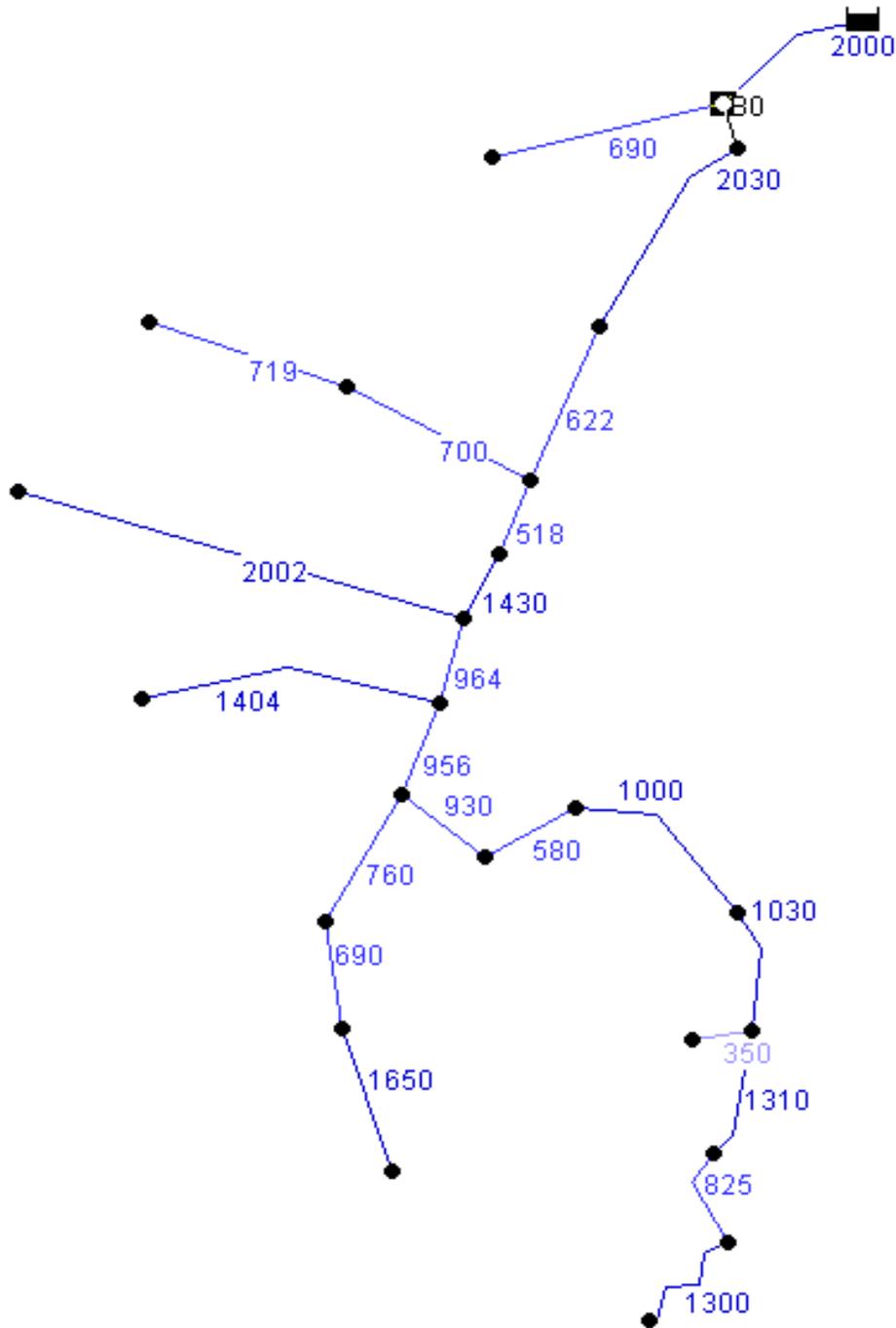


Lámina 3.2b Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho, cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN). **Longitud conducción principal: 24,190 m**

Cuadro 3.4 Anteproyecto 1. Datos hidráulicos del entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda y margen derecho, utilizando como cota de partida la 1,721 m.s.n.m. (NAMIN)

Tubo		Gasto	Velocidad	HW	Pérdida de carga		Unitaria	Elevación		
Longitud	Diámetro				h_f	$h=h_f+h_{loc}$		Piezométrica	Terreno	Presión
m	M	m ³ /s	m/s		m	M	m/km	m	m	m
								1721.7		
2000	1.14	1.960	1.920	145	3.896	4.090	2.045	1717.61	1698.0	19.61
690.0	0.607	0.480	1.659	145	2.138	2.245	3.254	1715.36	1692.0	23.36
3020.0	0.482	0.360	1.973	145	16.890	17.735	5.872	1697.63	1685.0	12.63
1910.0	0.433	0.200	1.358	145	6.063	6.366	3.333	1691.26	1680.5	10.76
2480.0	0.342	0.080	0.871	145	4.552	4.780	1.927	1686.48	1680.0	6.48
								1717.61		
80.0	0.858	1.480	2.560	145	0.370	0.388	4.853	1717.22	1697.5	19.72
2030.0	0.858	1.400	2.421	145	8.464	8.887	4.378	1708.33	1688.9	19.43
1140.0	0.844	1.320	2.359	145	4.618	4.849	4.254	1703.48	1684.5	18.98
1430.0	0.844	1.200	2.145	145	4.856	5.098	3.565	1698.39	1680.2	18.19
1920.0	0.844	1.080	1.930	145	5.364	5.632	2.933	1692.75	1674.0	18.75
760.0	0.607	0.360	1.244	145	1.382	1.452	1.910	1691.30	1678.0	13.30
690.0	0.607	0.280	0.968	145	0.788	0.827	1.199	1690.48	1676.0	14.48
1650.0	0.482	0.160	0.877	145	2.055	2.158	1.308	1688.32	1676.0	12.32
								1692.75		
930.0	0.703	0.680	1.752	145	2.687	2.821	3.034	1689.93	1673.0	16.93
580.0	0.703	0.640	1.649	145	1.498	1.573	2.711	1688.36	1673.5	14.86
1000.0	0.703	0.600	1.546	145	2.291	2.406	2.406	1685.96	1674.0	11.96
1030.0	0.607	0.480	1.659	145	3.192	3.352	3.254	1682.60	1674.0	8.60
1310.0	0.607	0.400	1.382	145	2.896	3.041	2.321	1679.56	1673.5	6.06
825.0	0.607	0.280	0.968	145	0.942	0.989	1.199	1678.57	1673.5	5.07
1300.0	0.242	0.040	0.870	145	3.563	3.742	2.878	1674.83	1666.0	8.83

26775

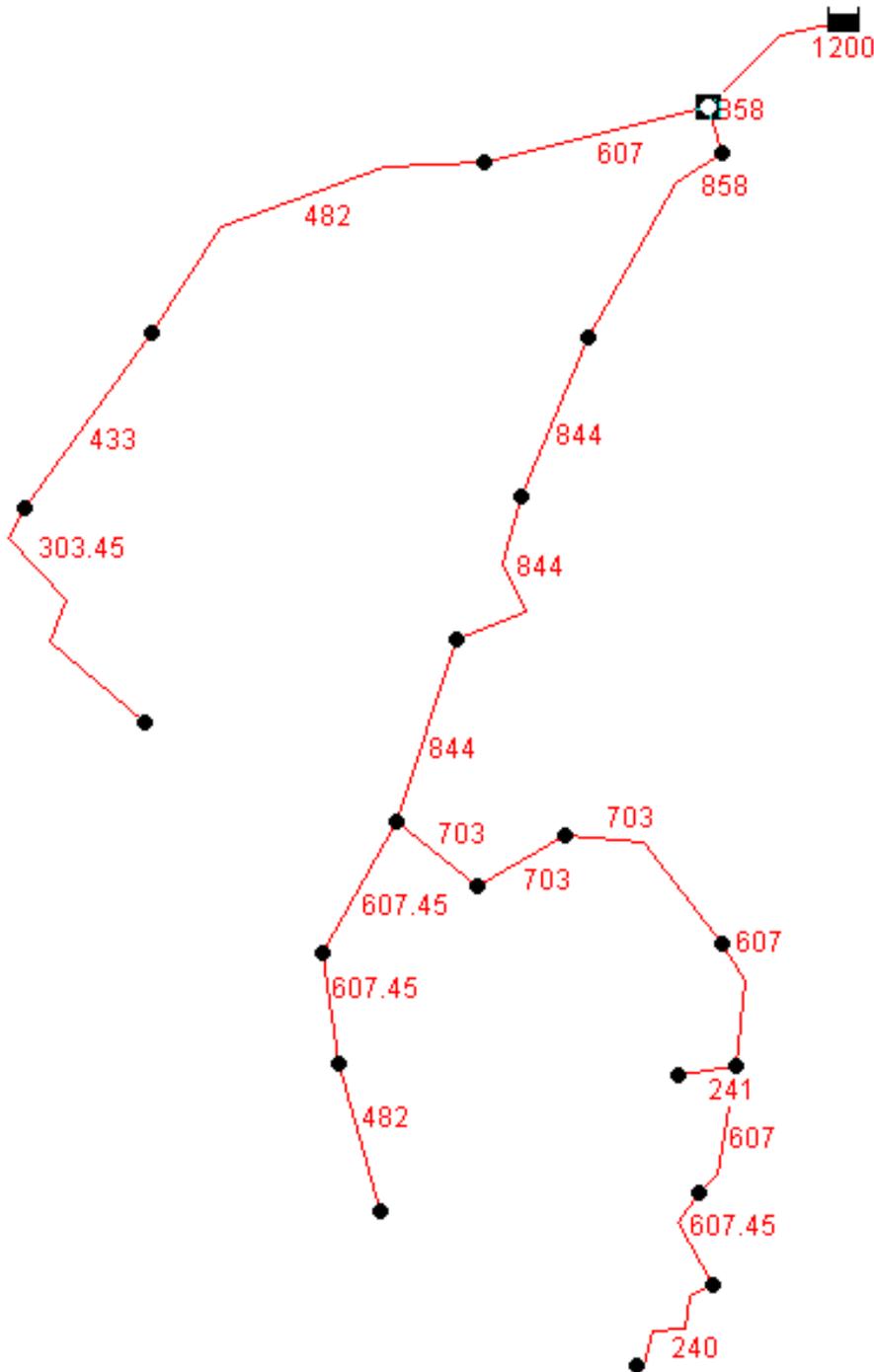


Lámina 3.3 Anteproyecto 1. Diámetros de la red de conducción y de distribución principal, entubando desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda y margen derecho, utilizando como cota de partida la 1,721 m.s.n.m. (NAMIN)

Cuadro 3.5 Anteproyecto 2. Datos hidráulicos del entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN).

Tubo		Gasto	Velocidad	HW	Pérdida de carga		Unitaria	Elevación		
Longitud	Diámetro				h_f	$h=h_f+h_{loc}$		Piezométrica	Terreno	Presión
m	m	m ³ /s	m/s		m	m	m/km	m	m	m
								1721.7		
2000	1.2	1.960	1.733	150	2.850	2.992	1.496	1718.71	1698.0	20.71
690.0	0.303	0.120	1.664	145	4.840	5.082	7.365	1713.63	1692.0	21.63
								1718.71		
80.0	1.1	1.840	1.936	150	0.155	0.163	2.033	1718.55	1697.5	21.05
2030.0	1.1	1.760	1.852	150	3.620	3.802	1.873	1714.74	1688.9	25.84
622.0	1.1	1.680	1.768	150	1.018	1.069	1.718	1713.67	1684.5	29.17
518.0	1	1.520	1.935	150	1.120	1.176	2.271	1712.50	1684.5	28.00
1430.0	1	1.400	1.783	150	2.656	2.788	1.950	1709.71	1680.2	29.51
964.0	0.9	1.160	1.823	150	2.111	2.217	2.300	1707.49	1674.0	33.49
956.0	0.844	1.080	1.930	145	2.671	2.804	2.933	1704.69	1674.0	30.69
760.0	0.482	0.360	1.973	145	4.250	4.463	5.872	1703.03	1678.0	25.03
690.0	0.482	0.280	1.535	145	2.423	2.544	3.687	1700.49	1676.0	24.49
1650.0	0.386	0.160	1.367	145	6.063	6.367	3.859	1694.12	1676.0	18.12
								1704.69		
930.0	0.703	0.680	1.752	145	2.687	2.821	3.034	1701.87	1673.0	28.87
580.0	0.703	0.640	1.649	145	1.498	1.573	2.711	1700.30	1673.5	26.80
1000.0	0.703	0.600	1.546	145	2.291	2.406	2.406	1697.89	1674.0	23.89
1030.0	0.607	0.480	1.659	145	3.192	3.352	3.254	1694.54	1674.0	20.54
1310.0	0.607	0.400	1.382	145	2.896	3.041	2.321	1691.50	1673.5	18.00
825.0	0.482	0.280	1.535	145	2.897	3.042	3.687	1688.46	1673.5	14.96
1300.0	0.193	0.040	1.367	145	10.727	11.263	8.664	1677.19	1666.0	11.19
								1713.67		
700.0	0.342	0.160	1.742	145	4.638	4.870	6.957	1708.80	1684.5	24.30
719.0	0.303	0.160	2.219	145	8.593	9.022	12.548	1699.78	1684.5	15.28
								1709.71		
2002.0	0.303	0.120	1.664	145	14.043	14.746	7.365	1694.96	1684.5	10.46
								1707.49		
1404.0	0.241	0.080	1.754	145	14.176	14.885	10.602	1692.61	1684.5	8.11
24190										

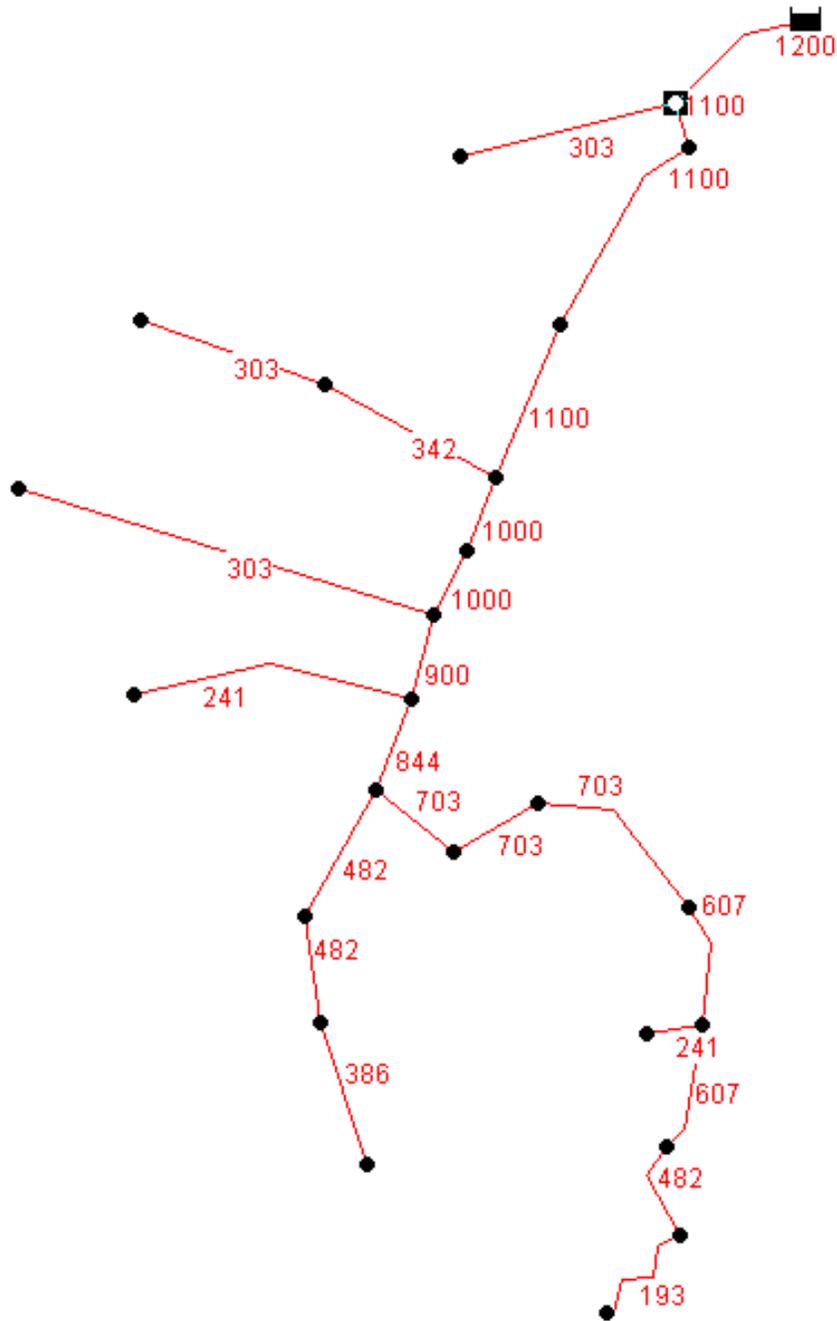


Lámina 3.4 Anteproyecto 2. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN)..

Diámetros

Cuadro 3.6. Anteproyecto 3. Datos hidráulicos del entubamiento conectado a la Obra de Toma de la presa, con el trazo de la propuesta No. 2, utilizando como cota de partida la 1,734 m.s.n.m. (NAMO).

Tubo		Gasto	Velocidad	HW	Pérdida de carga		Unitaria	Elevación		
Longitud	Diámetro				h_f	$h=h_f+h_{loc}$		Piezométrica	Terreno	Presión
m	m	m ³ /s	m/s		m	m	m/km	m	m	m
								1734.0		
2000	1	1.960	2.496	150	6.926	7.272	3.636	1726.73	1698.0	28.73
190.0	0.303	0.120	1.664	145	1.333	1.399	7.365	1725.33	1692.0	33.33
500.0	0.241	0.120	2.631	145	10.698	11.232	22.465	1714.10	1692.0	22.10
								1726.73		
80.0	1	1.840	2.343	150	0.246	0.259	3.235	1726.47	1697.5	28.97
2030.0	1	1.760	2.241	150	5.760	6.048	2.979	1720.42	1688.9	31.52
622.0	0.9	1.680	2.641	150	2.705	2.840	4.566	1717.58	1684.5	33.08
518.0	0.9	1.520	2.389	150	1.872	1.965	3.794	1715.62	1684.5	31.12
1430.0	0.9	1.400	2.201	150	4.437	4.658	3.258	1710.96	1680.2	30.76
964.0	0.844	1.160	2.073	150	2.887	3.031	3.145	1707.93	1674.0	33.93
956.0	0.797	1.080	2.165	145	3.530	3.707	3.878	1704.22	1674.0	30.22
760.0	0.482	0.360	1.973	145	4.250	4.463	5.872	1703.46	1678.0	25.46
690.0	0.482	0.280	1.535	145	2.423	2.544	3.687	1700.92	1676.0	24.92
1650.0	0.386	0.160	1.367	145	6.063	6.367	3.859	1694.55	1676.0	18.55
								1704.22		
930.0	0.703	0.680	1.752	145	2.687	2.821	3.034	1701.40	1673.0	28.40
580.0	0.703	0.640	1.649	145	1.498	1.573	2.711	1699.83	1673.5	26.33
1000.0	0.703	0.600	1.546	145	2.291	2.406	2.406	1697.42	1674.0	23.42
1030.0	0.607	0.480	1.659	145	3.192	3.352	3.254	1694.07	1674.0	20.07
1310.0	0.607	0.400	1.382	145	2.896	3.041	2.321	1691.03	1673.5	17.53
825.0	0.482	0.280	1.535	145	2.897	3.042	3.687	1687.98	1673.5	14.48
1300.0	0.193	0.040	1.367	145	10.727	11.263	8.664	1676.72	1666.0	10.72
								1717.58		
700.0	0.303	0.160	2.219	145	8.366	8.784	12.548	1708.80	1684.5	24.30
719.0	0.303	0.160	2.219	145	8.593	9.022	12.548	1699.77	1684.5	15.27
								1710.96		
1502.0	0.303	0.120	1.664	145	10.536	11.063	7.365	1699.89	1684.5	15.39
500.0	0.303	0.120	1.664	145	3.507	3.683	7.365	1696.21	1684.5	11.71
								1707.93		
1004.0	0.303	0.080	1.109	145	3.324	3.490	3.476	1704.44	1684.5	19.94
400.0	0.241	0.080	1.754	145	4.039	4.241	10.602	1700.20	1684.5	15.70
24190										

Cuadro 3.7. Anteproyecto 4. Datos hidráulicos del entubamiento de la red de conducción y distribución principal a partir del inicio de la zona de riego, con el trazo de la propuesta No. 2, utilizando como cota de partida 1,701 m.s.n.m.

Tubo		Gasto	Velocidad	HW	Pérdida de carga		Unitaria	Elevación		
Longitud	Diámetro				h_f	$h=h_f+h_{loc}$		Piezométrica	Terreno	Presión
m	m	m ³ /s	m/s		m	M	m/km	M	m	m
								1701.0		
150	1.2	1.960	1.733	150	0.214	0.224	1.496	1700.78	1698.0	2.78
690.0	0.434	0.120	0.811	145	0.841	0.883	1.280	1699.89	1692.0	7.89
								1700.78		
80.0	1.2	1.840	1.627	150	0.101	0.106	1.331	1700.67	1697.5	3.17
2030.0	1.2	1.760	1.556	150	2.370	2.488	1.226	1698.18	1688.9	9.28
622.0	1.2	1.680	1.485	150	0.666	0.699	1.125	1697.48	1684.5	12.98
518.0	1.2	1.520	1.344	150	0.461	0.484	0.934	1697.00	1684.5	12.50
1430.0	1.2	1.400	1.238	150	1.093	1.147	0.802	1695.85	1680.2	15.65
964.0	1.2	1.160	1.026	150	0.520	0.546	0.566	1695.30	1674.0	21.30
956.0	1.1	1.080	1.136	145	0.735	0.772	0.807	1694.53	1674.0	20.53
760.0	0.700	0.360	0.935	145	0.690	0.725	0.954	1694.58	1678.0	16.58
690.0	0.607	0.280	0.968	145	0.788	0.827	1.199	1693.75	1676.0	17.75
1650.0	0.482	0.160	0.877	145	2.055	2.158	1.308	1691.59	1676.0	15.59
								1694.53		
930.0	0.9	0.680	1.069	145	0.807	0.847	0.911	1693.69	1673.0	20.69
580.0	0.9	0.640	1.006	145	0.450	0.472	0.814	1693.21	1673.5	19.71
1000.0	0.9	0.600	0.943	145	0.688	0.722	0.722	1692.49	1674.0	18.49
1030.0	0.8	0.480	0.955	145	0.832	0.873	0.848	1691.62	1674.0	17.62
1310.0	0.7	0.400	1.039	145	1.446	1.519	1.159	1690.10	1673.5	16.60
825.0	0.6	0.280	0.990	145	0.997	1.047	1.269	1689.05	1673.5	15.55
1300.0	0.193	0.040	1.367	145	10.727	11.263	8.664	1677.79	1666.0	11.79
								1697.48		
700.0	0.482	0.160	0.877	145	0.872	0.916	1.308	1696.57	1684.5	12.07
								1695.85		
2002.0	0.434	0.120	0.811	145	2.440	2.562	1.280	1693.29	1684.5	8.79
								1695.30		
1404.0	0.342	0.080	0.871	145	2.577	2.706	1.927	1692.60	1684.5	8.10

Cuadro 3.8. Anteproyecto 5. Capacidad (gasto) requerida en cada punto de entrega, para la propuesta de aprovechar el canal existente y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población.

Punto Entrega	Cadenam.	Superficie	Superficie	Gasto (l/s)	
Ejido	(km)	(has)	acumulada (ha)	Requerido	Ajustado
Margen Izquierdo					
Sauz de Mendez	0+000	80	1545	92.1	80
Joya Mulas	2+030	93	1465	107.1	120
Los Ocotes	3+170	133	1372	153.2	160
Lomita de Aceves	4+600	127	1239	146.3	160
Los Ocotes	6+520	51	763	58.7	40
La Madeja	7+450	35	712	40.3	40
P.P. El Caracol	8+030	51	677	58.7	40
Madeja	9+030	106	626	122.1	120
Lateral 10+060					
Zaragoza	0+350	100	520	115.2	120
Margen Izquierdo					
Acuitzio	11+370	117	420	134.7	120
Laguna Larga	12+195	247	303	284.5	280
P.P. La Florida	13+495	56	56	64.5	80
Lateral 6+520					
P.P. La Cinta	0+760	59	349	67.9	80
Los Ocotes	1+450	141	290	162.4	160
Los Ocotes	3+100	149	149	171.6	160
Margen Derecho					
P.P. La Vigueria	0+690	117	467	134.7	120
Santa Elena	3+710	144	350	165.8	160
P.P. Las Fichas	5+620	124	206	142.8	160
Lomita de Aceves	8+100	82	82	94.4	80

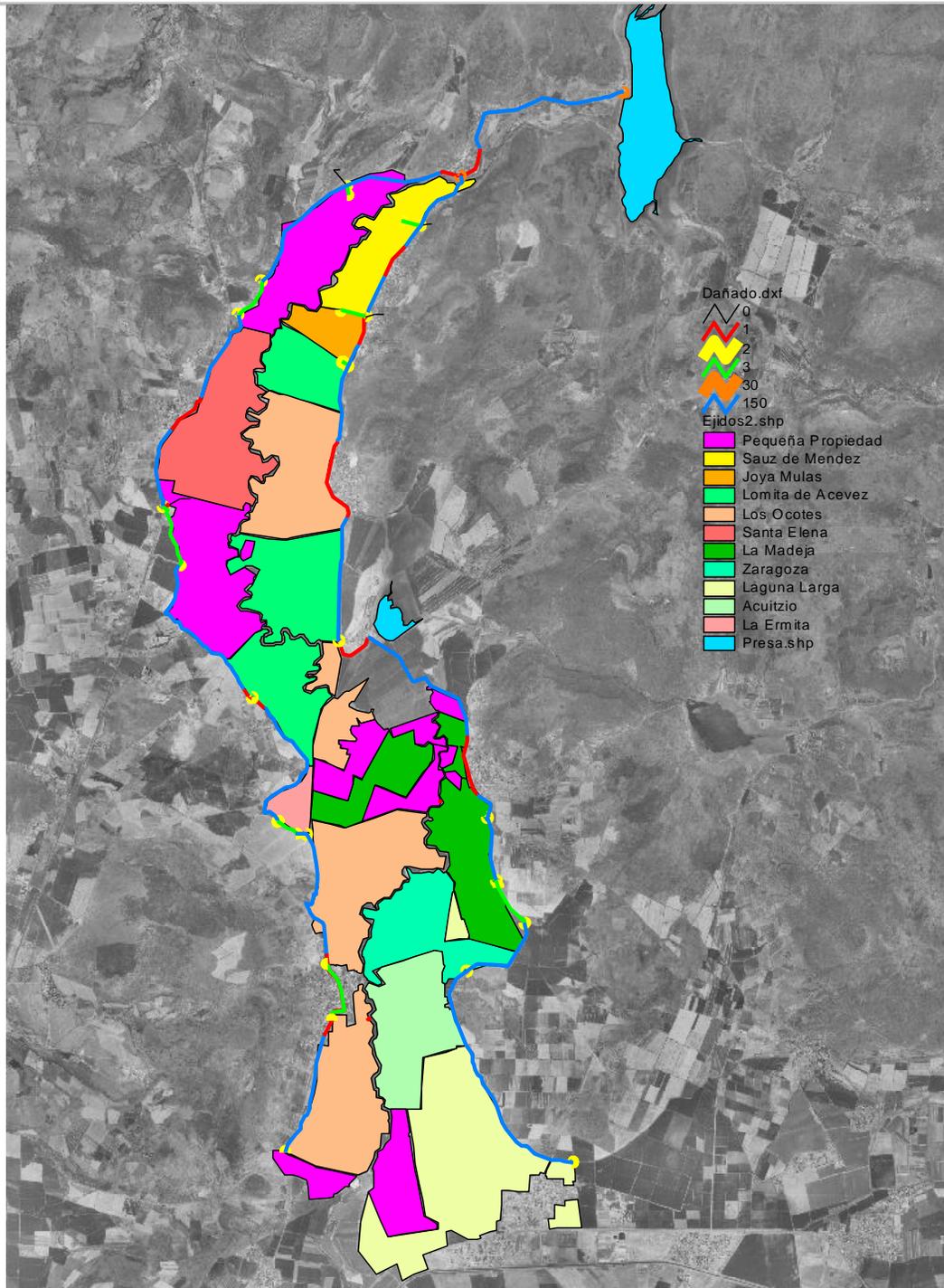


Lámina 3.5 Anteproyecto 5. Red de canales principales margen derecha y margen izquierda aprovechando el canal existente, y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población.

Cuadro 3.9. Anteproyecto 5. Datos hidráulicos del entubamiento aprovechando el canal existente, y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población.

TRAMO O LOCALIDAD	Tubo		Gasto	0.5-0.7 Velocidad	Pérdida de carga		Elevación			
	Longitud (m)	Diámetro (m)			h_f (m)	$h=h_f+h_{loc}$ (m)	Piezométrica (m)	Terreno (m)	Presión (m)	
PROBLEMAS DE LOSAS LEVANTADAS										
P3 AL P5	583.0	1	0.480	0.611	0.159	0.167	1675.00	1674.83	1675.0	-0.17
P11 AL P12	491.0	1.4	0.800	0.520	0.067	0.070	1689.00	1688.93	1689.0	-0.07
P13 AL P14	728.0	1	0.480	0.611	0.198	0.208	1683.00	1682.79	1683.0	-0.21
P16 AL P17	250	0.9	0.32	0.503	0.054	0.056	1679	1678.94	1677.4	1.54
CRUCE CON POBLACIONES										
San Antonio de Aceves	220	1.4	0.92	0.598	0.036	0.038	1697	1696.96	1696	0.96
Sauz de Méndez	400	1.6	1.280	0.637	0.064	0.067	1693.00	1692.93	1691.0	1.93
Joya de Mulas	380.0	1.6	1.160	0.577	0.050	0.053	1688.00	1687.95	1687.0	0.95
Santa Elena	520.0	1.2	0.640	0.566	0.093	0.098	1685.00	1684.90	1684.0	0.90
Lomita de Aceves	950.0	1.400	1.000	0.650	0.184	0.193	1684.00	1683.81	1681.0	2.81
Las Estacas	320.0	1	0.400	0.509	0.062	0.065	1681.00	1680.93	1681.0	-0.07
Los Ocotes	490.0	0.6	0.160	0.566	0.210	0.221	1677.00	1676.78	1677.0	-0.22
La Garra	540.0	1.3	0.800	0.603	0.099	0.104	1676.00	1675.90	1676.0	-0.10
La Madeja	469.0	1.3	0.720	0.542	0.071	0.074	1675.00	1674.93	1675.0	-0.07
La Madeja	231.0	1.2	0.600	0.531	0.037	0.039	1675.0	1674.96	1675.0	-0.04

Cuadro 3.10. Anteproyecto 6. Aprovechando el canal existente y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población, y construyendo reservorios para incrementar la flexibilidad en el servicio del riego.

Punto Entrega Ejido	Cadenam. (km)	Superficie (ha)	Gasto (m ³ /s)	Volumen (m ³)		
				Requerido	Aplicado en 12 horas	Almacenado en Reservorio
Margen Izquierdo						
Sauz de Mendez	0+000	80	0.09213	6498	3980	2518
Joya Mulas	2+030	93	0.10710	7554	4626.8	2927
Los Ocotes	3+170	133	0.15317	10803	6616.8	4186
Lomita de Aceves	4+600	127	0.14626	10316	6318.3	3997
Los Ocotes	6+520	51	0.05873	4142	2537.3	1605
La Madeja	7+450	35	0.04031	2843	1741.3	1102
P.P. El Caracol	8+030	51	0.05873	4142	2537.3	1605
Madeja	9+030	106	0.12207	8610	5273.5	3336
<i>Lateral 10+060</i>						
Zaragoza	0+350	100	0.11516	8122	4975	3147
<i>Margen Izquierdo</i>						
Acuitzio	11+370	117	0.13474	9503	5820.8	3683
Laguna Larga	12+195	247	0.28445	20062	12288.3	7774
P.P. La Florida	13+495	56	0.06449	4549	2786	1763
<i>Lateral 6+520</i>						
P.P. La Cinta	0+760	59	0.06795	4792	2935.3	1857
Los Ocotes	1+450	141	0.16238	11453	7014.8	4438
Los Ocotes	3+100	149	0.17159	12102	7412.8	4690
Margen Derecho						
P.P. La Viguería	0+690	117	0.13474	9503	5820.8	3683
Santa Elena	3+710	144	0.16583	11696	7164	4532
P.P. Las Fichas	5+620	124	0.14280	10072	6169	3903
Lomita de Aceves	8+100	82	0.09443	6660	4079.5	2581
	SUMA	2012	2.31706			

El cuadro de datos hidráulicos es el mismo que para el anteproyecto anterior (anteproyecto No. 5).

Para la red interparcelaria y parcelaria se consideraron 3 áreas representativas de la Unidad de Riego, siendo seleccionados los ejidos de: Joya de Mulas (93 ha), Los Ocotes (149 ha) y Santa Elena (144 ha); resultando una superficie total de 386 ha. Se realizó el trazo y el diseño hidráulico (láminas 3.6, 3.7 y 3.8) y el catálogo de conceptos.

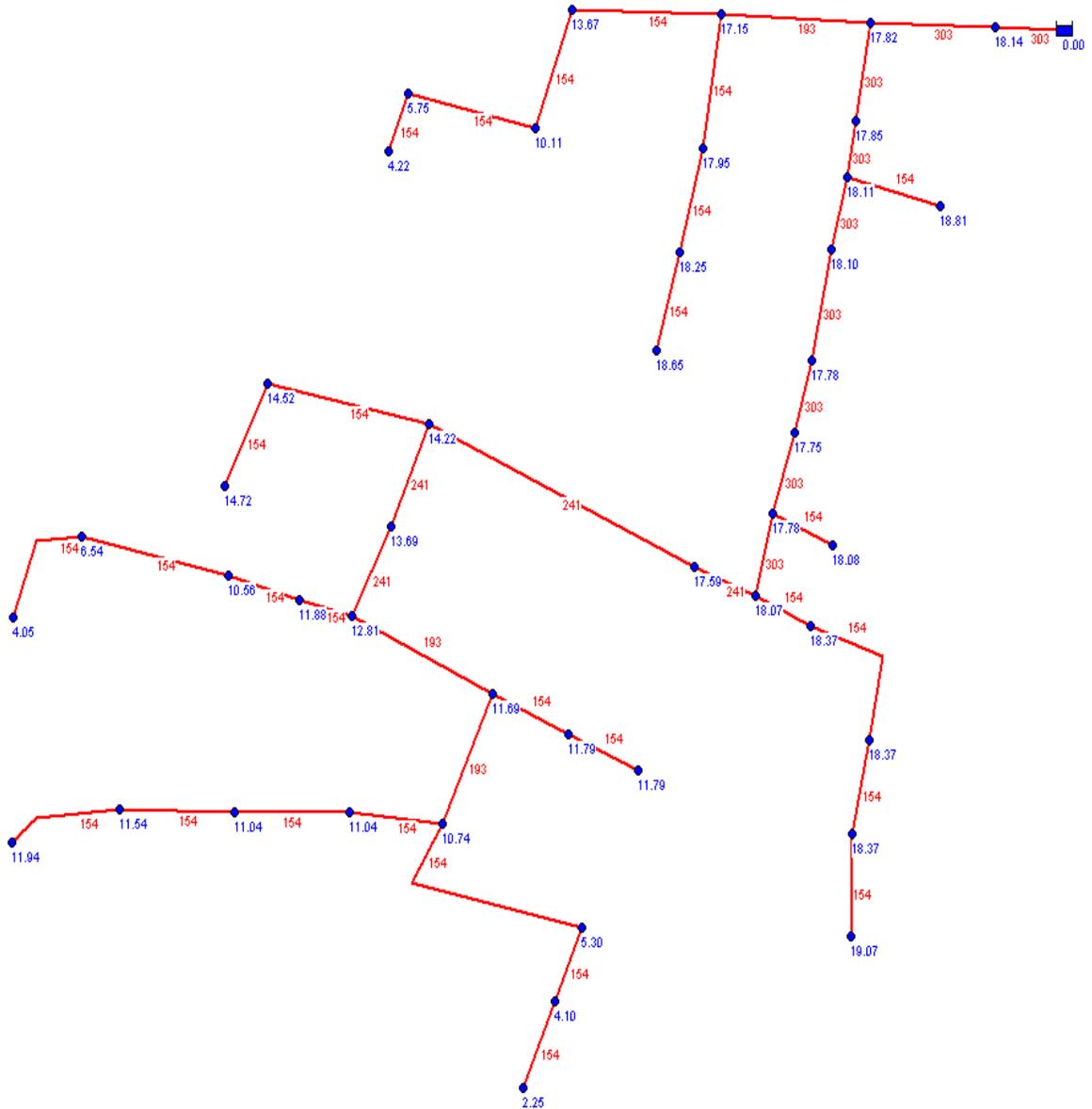


Lámina 3.6 Trazo y diseño hidráulico de la Red interparcelaria y parcelaria del ejido Joya de Mulas. Se presentan los diámetros y presiones por tramo

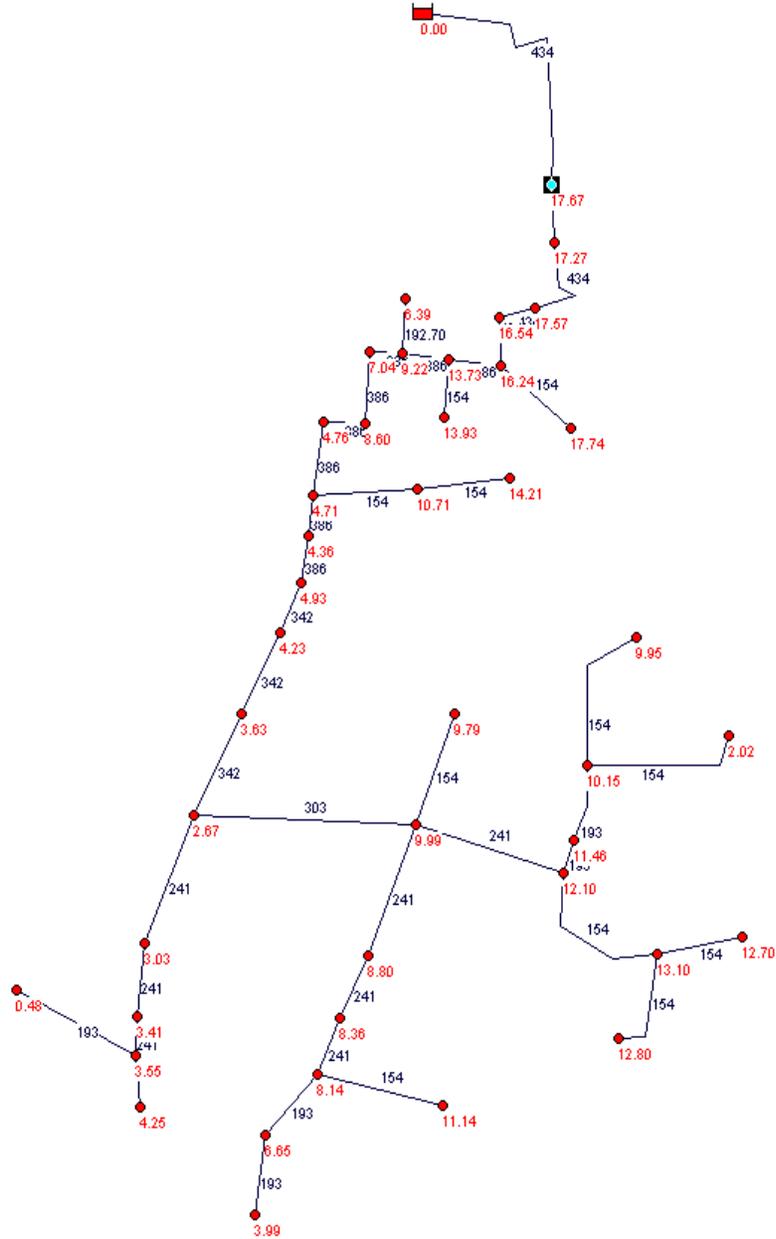


Lámina 3.7 Trazo y diseño hidráulico de la Red interparcelaria y parcelaria del ejido Los Ocotes. Se presentan los diámetros y presiones por tramo

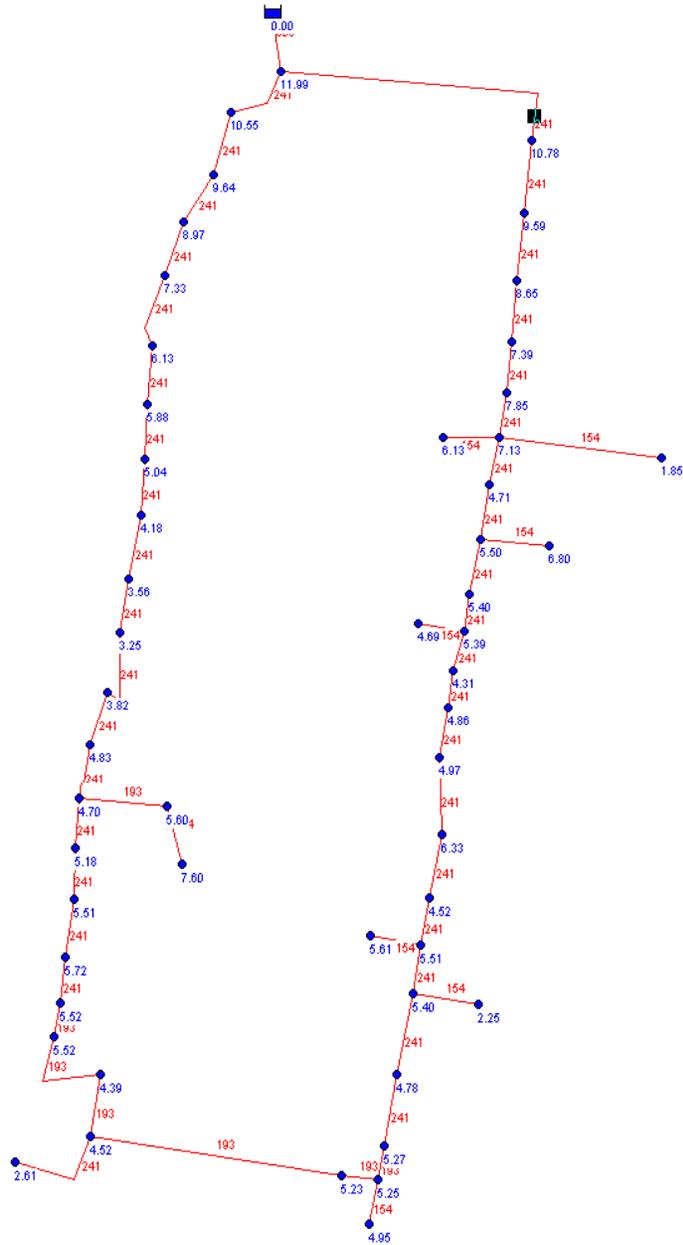


Lámina 3.8 Trazo y diseño hidráulico de la Red interparcelaria y parcelaria del ejido Santa Elena. Se presentan los diámetros y presiones por tramo

Cuadro 3.11 Presupuesto de la tecnificación parcelaria de la red del Ejido Joya de Mulás, considerando el entubamiento desde la presa. (Superficie: 93 ha).

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Importe \$
1. LIMPIEZA Y DESPALME DEL TERRENO DONDE SE VA A ALOJAR LA TUBERIA				
ALOJAR LA TUBERIA	ML	5569	1.42	7907.77
2. TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO DONDE SE VA A ALOJAR LA TUBERIA				
ALOJAR LA TUBERIA	ML	5569	1.51	8408.96
3. EXCAVACION				
3.2. Excavación en material común, excepto roca, para alojar las tuberías de 48", 36", 30", 24", 20", 18", 16", 12" y 10"	m ³	3256	21.00	68376.00
3.3. Excavación en material tipo II, para alojar las tuberías de 48", 36", 30", 24", 20", 18", 16", 12" y 10"	m ³	362	32.00	11584.00
4. RELLENO Y COMPACTACIÓN				
4.1. Relleno y compactación de plantilla	m ³	330	14.00	4617.25
4.2. Relleno y compactación de zanja en capas de 20 cm	m ³	806	16.00	12889.83
4.3. Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm	m ³	2309	8.00	18468.99
5. SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				
5.3. Suministro e instalación de tubería de PVC hidráulica, serie métrica, con una presión de trabajo de 5 Kg/cm ² (clase 5), incluye anillo de empaque:				
315 mm (12")	m	660	217.12	143299.20
250 mm (10")	m	660	137.20	90552.00
200 mm (8")	m	474	89.70	42517.80
160 mm (6")	m	3810	61.07	232676.70
6. PIEZAS Y ACCESORIOS				
6.3. Codos y tees de PVC	lote	1	50905	50904.57
6.5 Suministro e instalación de válvula hidrante de aluminio, para una presión de trabajo de 5 Kg/cm ² , de:				
200 mm (8")	pza	42	778	32663.40
6.6. Suministro e instalación de tee hidrante con elevador de 1 m	pza	42	750	31500.00
7. TUBERÍA CON COMPUERTAS				
	lote	400	110.63	44252.00

Cuadro resumen

Trazo, excavación y relleno	132252.00
Tubería de conducción	509045.00
Tubería de compuertas	44252.00
Codos, tees, válvulas de aire y seccionadoras	75000.00
Hidrantes, tees y codos de arranque	64163.00
Medidores y obras de protección	34000.00
TOTAL	858712.00
(\$/HA)	9233.45

Cuadro 3.12 Presupuesto de la tecnificación parcelaria de la red del Ejido Los Ocotes, considerando el entubamiento desde la presa. (Superficie: 149 ha).

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Importe \$
1. LIMPIEZA Y DESPALME DEL TERRENO DONDE SE VA A ALOJAR LA TUBERIA	m ²	6633	1.42	9418.86
2. TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO DONDE SE VA A ALOJAR LA TUBERIA	m ²	6633	1.51	10015.83
3. EXCAVACION				
3.2. Excavación en material común, excepto roca, para alojar las tuberías de 48", 36", 30", 24", 20", 18", 16", 12" y 10"	m ³	5109	21.00	107297.44
3.3. Excavación en material tipo II, para alojar las tuberías de 48", 36", 30", 24", 20", 18", 16", 12" y 10"	m ³	902	32.00	28853.09
4. RELLENO Y COMPACTACIÓN				
4.1. Relleno y compactación de plantilla	m ³	437	14.00	6120.42
4.2. Relleno y compactación de zanja en capas de 20 cm	m ³	1672	16.00	26755.56
4.3. Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm	m ³	3497	8.00	27979.07
5. SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				
5.3. Suministro e instalación de tubería de PVC hidráulica, serie métrica, con una presión de trabajo de 5 Kg/cm ² (clase 5), incluye anillo de empaque:				
450 mm (18")	m	521	485.00	252685.00
400 mm (16")	m	944	385.00	363440.00
355 mm (14")	m	480	284.00	136320.00
315 mm (12")	m	300	217.20	65160.00
250 mm (10")	m	1198	137.20	164365.60
200 mm (8")	m	792	89.70	71042.40
160 mm (6")	m	2398	61.07	146445.86
6. PIEZAS Y ACCESORIOS				
6.3. Codos y tees de PVC	lote	1	162000.00	162000.00
6.5 Suministro e instalación de válvula hidrante de aluminio, para una presión de trabajo de 5 Kg/cm ² , de:				
200 mm (8")	pza	41	777.70	31885.70
6.6. Suministro e instalación de tee hidrante con elevador de 1 m	pza	41	1000.00	41000.00
7. TUBERÍA CON COMPUERTAS.	lote	800	110.63	88504.00

Cuadro resumen

Trazo, excavación y relleno	216440.27
Tubería	1199458.86
T. compuertas	88504
Codos, tees, válvulas de aire y seccionadoras	162000
Hidrantes, tees y codos de arranque	72886
Medidores y obras de protección	45,000
TOTAL	1784289.13
(\$/HA)	11975.8

Cuadro 3.13 Presupuesto de la tecnificación parcelaria de la red del Ejido Santa Elena, considerando el entubamiento desde la presa. (Superficie: 144 has).

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Importe \$
1. LIMPIEZA Y DESPALME DEL TERRENO DONDE SE VA A ALOJAR LA TUBERIA	m ²	5961	1.42	8464.62
2. TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO DONDE SE VA A ALOJAR LA TUBERIA	m ²	5961	1.51	9001.11
3. EXCAVACION				
3.2. Excavación en material común, excepto roca, para alojar las tuberías de 48", 36", 30", 24", 20", 18", 16", 12" y 10"	m ³	4259	21.00	89436.38
3.3. Excavación en material tipo II, para alojar las tuberías de 48", 36", 30", 24", 20", 18", 16", 12" y 10"	m ³	752	32.00	24050.12
4. RELLENO Y COMPACTACIÓN				
4.1. Relleno y compactación de plantilla	m ³	376	14.00	5264.22
4.2. Relleno y compactación de zanja en capas de 20 cm	m ³	1372	16.00	21949.73
4.3. Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm	m ³	3008	8.00	24065.02
5. SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				
5.3. Suministro e instalación de tubería de PVC hidráulica, serie métrica, con una presión de trabajo de 5 Kg/cm ² (clase 5), incluye anillo de empaque:				
250 mm (10")	m	4450	137.20	610485.12
200 mm (8")	m	855	89.70	76684.53
160 mm (6")	m	835	61.07	51013.60
6. PIEZAS Y ACCESORIOS				
6.3. Codos y tees de PVC	lote	1	95600.00	95600.00
6.5 Suministro e instalación de válvula hidrante de aluminio, para una presión de trabajo de 5 Kg/cm ² , de: 200 mm (8")	pza	47	777.70	36551.90
6.6. Suministro e instalación de tee hidrante con elevador de 1 m	pza	47	750.00	35250.00
7. TUBERÍA CON COMPUERTAS	lote	800	110.63	88504.00

Cuadro resumen

Trazo, excavación y relleno	182231
Tubería de conducción	738183
Tubería de compuertas	88504
Codos, tees, válvulas de aire y seccionadoras	95600
Hidrantes, tees y codos de arranque	71801
Medidores y obras de protección	45000
TOTAL	1221319
(\$/HA)	8481.4

Cuadro 3.14. Resumen de costos de la red interparcelaria, parcelaria y de conducción principal de cada uno de los 6 anteproyectos

Anteproyecto	Costo parcelario (\$/ha)	Conducción Principal (\$/ha)	Costo (\$/ha)
1. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda y margen derecho, utilizando como cota de partida la 1,721 m.s.n.m. (NAMIN).	9,748	15,536	25,284
2. Entubamiento de la red de conducción y de distribución principal desde la presa, siguiendo el trazo actual del canal margen izquierda, abasteciendo la zona de riego margen derecho, cruzando el arroyo, utilizando la cota de partida 1,721 m.s.n.m. (NAMIN).	9,748	14,170	\$23,926
3. Entubamiento conectado a la Obra de Toma de la presa, con el trazo de la propuesta No. 2, utilizando como cota de partida la 1,734 m.s.n.m. (NAMO).	9,748	13,271	23,037
4. Entubar la red de conducción y distribución principal a partir del inicio de la zona de riego, con el trazo de la propuesta No. 2, utilizando como cota de partida 1,701 m.s.n.m.	9,748	15,583	25,331
5. Aprovechando el canal existente, y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población.	12,120	8,068	20,188
6. Aprovechando el canal existente y entubando tramos de canal con problemas de losas levantadas y cruces por centros de población, y construyendo reservorios para incrementar la flexibilidad en el servicio del riego.	12,120 *	8,068 2,422	22,610

3.2.4 Costos de energía

Para el caso de los anteproyectos No. 5 y 6, consistentes en aprovechar la red de canales actuales, y entubar sólo los tramos dañados de tubería, existe limitación de presión hidráulica y en algunas áreas compactas no existe la presión suficiente para entubar la red interparcelaria y parcelaria, y en esos casos se tienen que aplicar bombeo. En el cuadro 3.15 se presenta el volumen de agua requerido para abastecer una superficie compacta de 149 ha del ejido Los Ocotes, durante un ciclo de cultivo, considerando las eficiencias reportadas en el mismo cuadro. En el cuadro 3.16 se presentan los consumos de energía y el costo económico que esto representa.

Cuadro 3.15. Requerimientos de riego para el cultivo de trigo en la máxima demanda
Fecha de siembra: 15 de diciembre 2004. Superficie sembrada: 149 ha

Fecha	Requerimiento Lámina (mm)	Intensidad (mm/d)	Superficie sembrada (ha)	Volumen de riego diario (m ³ /d)
15 de diciembre	6.5	6.5	149	13176.9
25 de diciembre	6.33	0.633	149	1283.2
4 de enero	6.58	0.658	149	1333.9
14 de enero	8.6	0.86	149	1743.4
24 de enero	19.29	1.929	149	3910.5
3 de febrero	32.52	3.252	149	6592.5
13 de febrero	45.48	4.548	149	9219.8
23 de febrero	51.69	5.169	149	10478.7
5 de marzo	52.54	5.254	149	10651.0
15 de marzo	54.49	5.449	149	11046.3
25 de marzo	58.14	5.814	149	11786.2
4 de abril	59.71	5.971	149	12104.5
14 de abril	49.02	4.902	149	9937.4
24 de abril	32.35	3.235	149	6558.0
4 de mayo	14.2	1.42	149	2878.6
Eficiencia de Conducción del 98 % Eficiencia de aplicación del 75 %				

Cuadro 3.16. Costos por concepto de energía eléctrica para una superficie de 149 ha del Ejido Los Ocotes

Meses	Días	Volumen mensual (m ³)	Gasto bombas (l/s)	Horas de bombeo (40 l/s)	Potencia (HP)	Kw	Energía consumida (Kw-hora)	Costo mensual (\$)
Diciembre (2004)	16	34013	40	236	12	9	2147	1013
Enero (2005)	31	108022	80	750	24	18	6837	3347
Febrero (2005)	28	270016	160	1875	49	36	17042	9087
Marzo (2005)	31	354206	160	2460	49	36	22356	12490
Abril (2005)	30	230644	120	1602	37	27	14557	7947
Mayo (2005)	4	11515	80	80	24	18	727	379
Total	140	1008416		7003				34262
<p>\$ 229/ha por ciclo de cultivo La eficiencia electromecánica es de 70.2%, puesto que se considera:</p> <p>Eficiencia del motor del 90% Eficiencia de la bomba 78% Carga hidráulica total = 16.25 m</p>								

3.2.5 Análisis de las propuestas

Los anteproyectos 1 y 2 parten de la misma elevación topográfica (cota 1,721 m.s.n.m.): El anteproyecto (1) que consiste en conducir el agua de riego siguiendo el canal de la red margen derecha y la margen izquierda requiere de una longitud mayor; consiguiéndose un ahorro de 2.585 km con el anteproyecto (2). Reflejándose lo anterior en una disminución del costo por hectárea de \$ 1,358.00. Por lo tanto, la propuesta (2) conduciendo el agua siguiendo el trazo del canal margen izquierdo es el trazado más económico de estos dos anteproyectos.

El anteproyecto (3) que consiste en el entubamiento desde la obra de toma (cota 1,734 msnm) de la presa representa la opción más económica, teniendo un costo por hectárea de \$ 23,037.00, considerando en la red tubería de clase 5, protegida con válvulas reductoras/reguladoras de presión con la finalidad de evitar excesos de presión hidráulica en la red de tubería de las zonas bajas en condiciones de operación mínima. Esta clase de tubería restringe la utilización a futuro el empleo de la presión hidráulica disponible para utilizar sistemas de riego presurizados.

El anteproyecto 4 consiste en aprovechar el canal principal tramo muerto aproximadamente 3 km de canal, y entubar a partir de este punto (cota 1,701 msnm) toda la zona de riego. Debido a que no se aprovecha la carga hidráulica disponible, los diámetros de tubería se incrementan haciendo que el costo de la tecnificación con esta propuesta ascienda a la cantidad de \$ 25,331 /ha. A pesar de no entubar el tramo muerto su costo resulta más alto que las opciones que si consideran entubar el tramo muerto para aprovechar la carga hidráulica disponible desde la presa.

La propuesta 5 consiste en aprovechar toda la red de canales que se encuentran en buen estado y únicamente entubar aquellos tramos que presentan problemas con el levantamiento de las losas del canal y también aquellos tramos que cruzan por centros de población. Al no tener carga hidráulica disponible, se requiere en algunos puntos de entrega el bombeo para poder conducir el agua hasta las parcelas, es por esto que se considera la adquisición de equipo de bombeo. Para la toma del canal se consideró la instalación en cada punto de entrega de una estructura pico de pato y de un medidor regulador tipo acucontrol. En sí este anteproyecto es el más económico, sin embargo, solamente se considera el entubamiento de 6.572 km.

La propuesta 6 es similar a la propuesta 5, la diferencia es que la primera considera el establecimiento de reservorios para tener una mayor flexibilidad en el servicio del riego. Se consideran 15 reservorios, cuya capacidad varía de 2,000 m³ a 6,500 m³.

Ventajas de las opciones que consideran entubados

- Las pérdidas de agua en la conducción prácticamente son nulas
- El agua estaría disponible en la toma del usuario en el momento en que se le autorice. No esperaría a que el agua recorra los canales laterales y sublaterales para disponer del servicio de riego.
- Las áreas dominadas por los cuatro cárcamos de bombeo actuales dejarían de operar.
- Disminución de los escurrimientos hacia el arroyo debido al mayor control del agua
- Algunas áreas compactas de la zona de riego más baja podrían utilizar sistemas de riego presurizados
- Mejorará la oportunidad del servicio del riego, lo que posibilita un incremento en los rendimientos de los cultivos

Ventajas de las opciones que consideran el aprovechamiento de los canales

- Se aprovechará la red de canales actuales, rehabilitando y mejorando aquellos que presentan problemas de losas levantadas
- Disminuir y/o evitar los problemas de contaminación del agua y el azolvamiento de los tramos de canal que cruzan poblaciones
- Una mayor eficiencia en la conducción y distribución del agua de riego

Desventajas:

- En caso de rehabilitar canales en lugar de entubarlos, en el futuro se pueden seguir teniendo problemas de levantamiento de las losas de los canales
- En algunas áreas compactas se podría requerir bombeos para entubar el agua en la red parcelaria e interparcelaria con sistemas de riego de baja presión, por ejemplo algunos tramos del canal principal margen derecha. En consecuencia se tendrían pagos por concepto de energía eléctrica.

Los problemas existentes en la parte baja de la zona de riego debido a la oportunidad en el servicio del riego no se resolverían de manera definitiva

3.2.6 *Presentación de los anteproyectos*

Los anteproyectos de tecnificación de la red de conducción principal, interparcelaria y parcelaria de la Unidad de Riego de la presa Mariano Abasolo, se presentaron a las siguientes dependencias en el orden aquí citado:

1. Se presentó a técnicos y directivos de la SAGARPA de oficinas centrales, en donde se recibieron las siguientes observaciones: Desarrollar en extenso la propuesta de conectar la red de conducción principal con la obra de toma, a la vez se nos indica presentar las propuestas a la Subsecretaría del Agua del Gobierno del Estado de Guanajuato y a la Asociación de Usuarios de la Presa Mariano Abasolo.
2. Se presentaron los anteproyectos al Subsecretario del Agua del Gobierno del Estado de Guanajuato. La propuesta fue también que se desarrollara en extenso la propuesta de conectar en forma directa la tubería de la conducción principal con la obra de toma de la presa.
3. Se presentaron los anteproyectos a la directiva y delegados de la Asociación de usuarios de la Presa Mariano Abasolo. El comentario fue de que se abordara la propuesta de conectar la conducción principal con la obra de toma de la presa para aprovechar la carga hidráulica existente para que en el futuro se puedan regar algunas áreas con sistemas de riego presurizados, sin requerir bombeo adicional.

IV. PROYECTO EJECUTIVO

4.1. Requerimientos de riego

Para calcular el requerimiento de riego de los cultivos se utilizó el programa de cómputo CROPWAT4W, versión 4.3 de la FAO (1998a). El programa aplica la fórmula de Penman-Monteith para determinar la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o), y el método del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-SCS) para obtener la precipitación pluvial efectiva (FAO, 1998b). Para alimentar el programa CROPWAT4W, se utilizaron los datos máximos y mínimos mensuales de temperatura del aire y de las medias mensuales de humedad relativa, radiación solar y velocidad de viento. Los valores de los coeficientes de cultivo K_c, se tomaron de la base de datos del software CROPWAT4W (FAO, 1998a). Datos sobre la duración del ciclo de cada cultivo, así como fechas de siembra y cosecha, fueron proporcionados por la directiva de la Asociación de Usuarios de la Unidad de Riego de la presa "I. Mariano Abasolo".

4.1.1 Evapotranspiración potencial y precipitación efectiva

Para calcular el requerimiento de riego neto, el programa resta de la evapotranspiración potencial la precipitación efectiva para cada periodo considerado. Con fines de cálculo y de aplicación del riego, las demandas de agua de los cultivos se estiman para intervalos de 10 días; los valores decenales de evapotranspiración de referencia, evapotranspiración potencial, precipitación total y precipitación efectiva se obtienen a partir de interpolaciones lineales de sus valores mensuales. En los Cuadros 4.1 a 4.3 se presentan los requerimientos de riego estimados para los cultivos de trigo (otoño/invierno), maíz (primavera/verano) y sorgo (primavera/verano).

Cuadro 4.1 Requerimientos de riego para trigo (Otoño/Invierno), Pénjamo, Gto., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de diciembre.

Cultivo:	Trigo
Fecha de siembra:	15 de diciembre
Intervalos de cálculo:	10 días

Fecha	Evapotranspiración de referencia (mm/10 días)	K _c	Evapotranspiración potencial (mm/10 días)	Precipitación total (mm/10 días)	Lluvia efectiva (mm/10 días)	Requerimiento de riego (mm/10 días)
15-Dic	33.08	0.3	9.92	3.49	3.42	6.50
25-Dic	33.47	0.3	10.04	3.79	3.71	6.33
04-Ene	35.37	0.3	10.61	4.13	4.03	6.58
14-Ene	37.50	0.34	12.64	4.14	4.04	8.60
24-Ene	39.79	0.55	22.13	2.89	2.84	19.29
03-Feb	42.18	0.8	33.7	1.19	1.18	32.52
13-Feb	44.61	1.04	46.47	0.99	0.99	45.48
23-Feb	47.00	1.15	54.05	2.41	2.37	51.69
05-Mar	49.31	1.15	56.71	4.28	4.17	52.54
15-Mar	51.48	1.15	59.2	4.84	4.71	54.49
25-Mar	53.46	1.15	61.48	3.42	3.34	58.14
04-Abr	55.21	1.11	61.46	1.76	1.75	59.71
14-Abr	56.69	0.89	50.71	1.71	1.69	49.02

24-Abr	57.88	0.65	37.72	5.67	5.38	32.35
04-May	58.75	0.41	24.03	10.45	9.83	14.20
TOTAL	695.76		550.88	55.14	53.44	497.44

Cuadro 4.2. Requerimientos de riego para maíz (grano), ciclo primavera-verano, Pénjamo, Gto., regado cada 10 días con fecha de siembra 12 de junio.

Cultivo:	Maíz (grano)
Fecha de siembra:	12 de junio
Intervalos de cálculo:	10 días

Fecha	Evapotranspiración de referencia (mm/10 días)	Kc	Evapotranspiración potencial (mm/10 días)	Precipitación total (mm/10 días)	Lluvia efectiva (mm/10 días)	Requerimiento de riego (mm/10 días)
12-Jun	58.95	0.30	17.69	37.37	30.67	0
22-Jun	58.21	0.30	17.46	41.86	33.10	0
02-Jul	57.17	0.30	17.27	48.51	36.70	0
12-Jul	55.86	0.43	24.16	52.14	38.67	0
22-Jul	54.32	0.64	34.60	50.73	37.95	0
01-Ago	52.59	0.84	44.25	48.53	36.84	7.41
11-Ago	50.70	1.05	53.03	47.32	36.23	16.81
21-Ago	48.71	1.19	58.14	44.65	34.72	23.43
31-Ago	46.65	1.20	55.99	39.46	31.79	24.19
10-Sep	44.59	1.20	53.51	36.63	30.20	23.31
20-Sep	42.58	1.20	51.09	31.43	26.22	24.88
30-Sep	40.65	1.19	48.28	20.58	17.91	30.37
10-Oct	38.87	1.02	39.66	12.58	11.78	27.88
20-Oct	37.27	0.81	30.12	10.60	10.00	20.12
30-Oct	35.89	0.60	21.39	6.49	6.21	15.19
TOTAL	723.01		566.64	528.88	418.99	213.59

Cuadro 4.3. Requerimientos de riego para sorgo (primavera-verano), Pénjamo, Gto., regado cada 10 días con fecha de siembra 20 de mayo.

Cultivo:	Sorgo (grano)
Fecha de siembra:	20 de mayo
Intervalos de cálculo:	10 días

Fecha	Evapotranspiración de referencia (mm/10 días)	Kc	Evapotranspiración potencial (mm/10 días)	Precipitación total (mm/10 días)	Lluvia efectiva (mm/10 días)	Requerimiento de riego (mm/10 días)
20-May	59.45	0.30	17.83	17.30	15.35	2.49
30-May	59.45	0.30	17.83	29.40	24.60	0.00
09-Jun	59.12	0.41	24.23	37.18	30.54	0.00
19-Jun	58.46	0.61	35.65	39.85	32.01	3.64
29-Jun	57.51	0.81	46.57	46.48	35.60	10.96
09-Jul	56.28	0.98	55.15	51.82	38.49	16.65
19-Jul	54.81	1.00	54.81	51.37	38.28	16.53
29-Jul	53.13	1.00	53.13	49.19	37.17	15.95

08-Ago	51.28	1.00	51.28	47.45	36.29	14.99
18-Ago	49.31	0.98	48.22	45.96	35.46	12.76
28-Ago	47.27	0.84	39.85	41.05	32.69	7.17
07-Sep	45.21	0.69	31.33	36.94	30.37	0.96
17-Sep	21.84	0.58	12.67	18.20	15.01	0.00
TOTAL	673.12		488.55	512.19	401.86	102.10

De los Cuadros 4.1 a 4.3 se tiene que el valor máximo de requerimiento de riego se presenta en el mes de abril para el cultivo de trigo (**5.97 mm/día**). Siendo que durante el ciclo otoño-invierno se siembra con trigo prácticamente el 100 % de la superficie total de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo", el requerimiento de 5.97 mm/día se usa para dimensionar la capacidad del sistema de riego.

4.2 Capacidad del sistema de riego

La capacidad del sistema de riego, que es el gasto de agua que debe suministrar el sistema en época de máxima demanda, se calcula con:

$$Q = 277.8 \frac{(RR_{d,max})_{ZR} A}{E_g T} \quad (4.1)$$

donde $(RR_{d,max})_{ZR}$ es el requerimiento de riego máximo (mm/día); A es la superficie de riego considerada (ha); E_g es la eficiencia global de riego (%); y T es el número de horas que opera el sistema de riego al día.

El gasto unitario de diseño ($q_u = Q/A$) se determinó aplicando la fórmula 4.1 con en el requerimiento de riego máximo de 5.97 mm/día, eficiencias de aplicación del 75 % y de conducción del 98 %, aplicación del riego durante las 24 horas del día y todos los días del ciclo del cultivo, el valor obtenido es $q_u = 0.96\text{ lps/ha}$.

Para dimensionar la capacidad total del sistema de riego es necesario definir los puntos de entrega de agua en la zona de riego, multiplicar el gasto unitario por la superficie de riego dominada y ajustar el gasto obtenido a múltiplos enteros de un gasto modular previamente seleccionado. Para la zona de riego de la presa "I. Mariano Abasolo", se definieron 17 puntos de entrega y se determinaron sus áreas de influencia, se calculó el gasto que se requiere entregar y éste se ajustó a múltiplos de 40 l/s (gasto modular). Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Puntos de entrega, superficies, gastos, y capacidad de la red de conducción principal.

Punto Entrega	Cadenamiento	Superficie	Superficie acum	Gasto necesario		Gasto ajustado
	(km)	(has)	(has)	(m ³ /s)	(l/s)	40 lps
Red principal						
Derivación a Lateral 1, La Viguería	1+855.8	110.0	1956.2	0.106	105.5	120
Sauz de Mendez	1+986.7	78.8	1846.2	0.076	75.6	80
Joya Mulas y Lomita de Aceves I	4+030.8	33.0	1767.4	0.032	31.7	40
	4+596.2	58.5	1734.4	0.056	56.1	40
Derivación a Lateral 2, Santa Elena	4+596.2	161.3	1675.9	0.155	154.7	160
Ocotes I	5+132.4	133.7	1514.6	0.128	128.3	120
Lomita de Aceves II	6+470.6	118.7	1380.9	0.114	113.9	120
	Derivación a Lateral 4	7+448.1	80.6	1166.9	0.077	77.3
Derivación a Lateral 3, Las Fichas	6+470.6	95.3	1262.2	0.091	91.4	80
Derivación a Lateral 5, La Cinta, Madeja-Ermita	8+667.7	154.1	1086.3	0.1479	148	160
Los Ocotes (II)		141		0.1353	135.3	160
Los ocotes (III)		141.3		0.1356	135.6	160
La Madeja	10+365.0	143.2	649.9	0.137	137.4	120
Derivación a Lateral 6, Zaragoza	12+009.2	121.5	506.7	0.117	116.6	120
Acuitzio	13+475.9	94.5	385.2	0.091	90.7	120
Laguna Larga	14+183.8	290.7	290.7	0.279	278.9	280
	SUMA	1956.2		1.877	1876.7	1960

4.3 Diseño hidráulico de la red de conducción principal

La red de conducción de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo" consta de una red de distribución principal y siete redes laterales (Lámina 4.1). La red principal inicia en la rejilla de la obra de toma de la presa, alojándose los primeros 95 m de tubo en el interior de la galería filtrante. Desde la salida de la galería (Km 0+000) hasta el Km 0+284.73 (antes de las compuertas de regulación), la tubería se instalará en el lecho del canal de conducción y de este punto hasta el Km 1+855.76, punto cercano a donde se ubica el sifón que distribuye el agua a la margen izquierda del canal, el trazo en planta de la tubería será independiente al trazo del canal. Del Km 1+855.76 hasta el Km 14+183.83, la tubería se instalará en general, dentro de los límites de las parcelas agrícolas, para no obstaculizar el flujo de vehículos por caminos y brechas. Las redes laterales manejan un cadenamiento local que inicia en la unión con la tubería principal, considerando este punto como el cadenamiento 0+000.00.

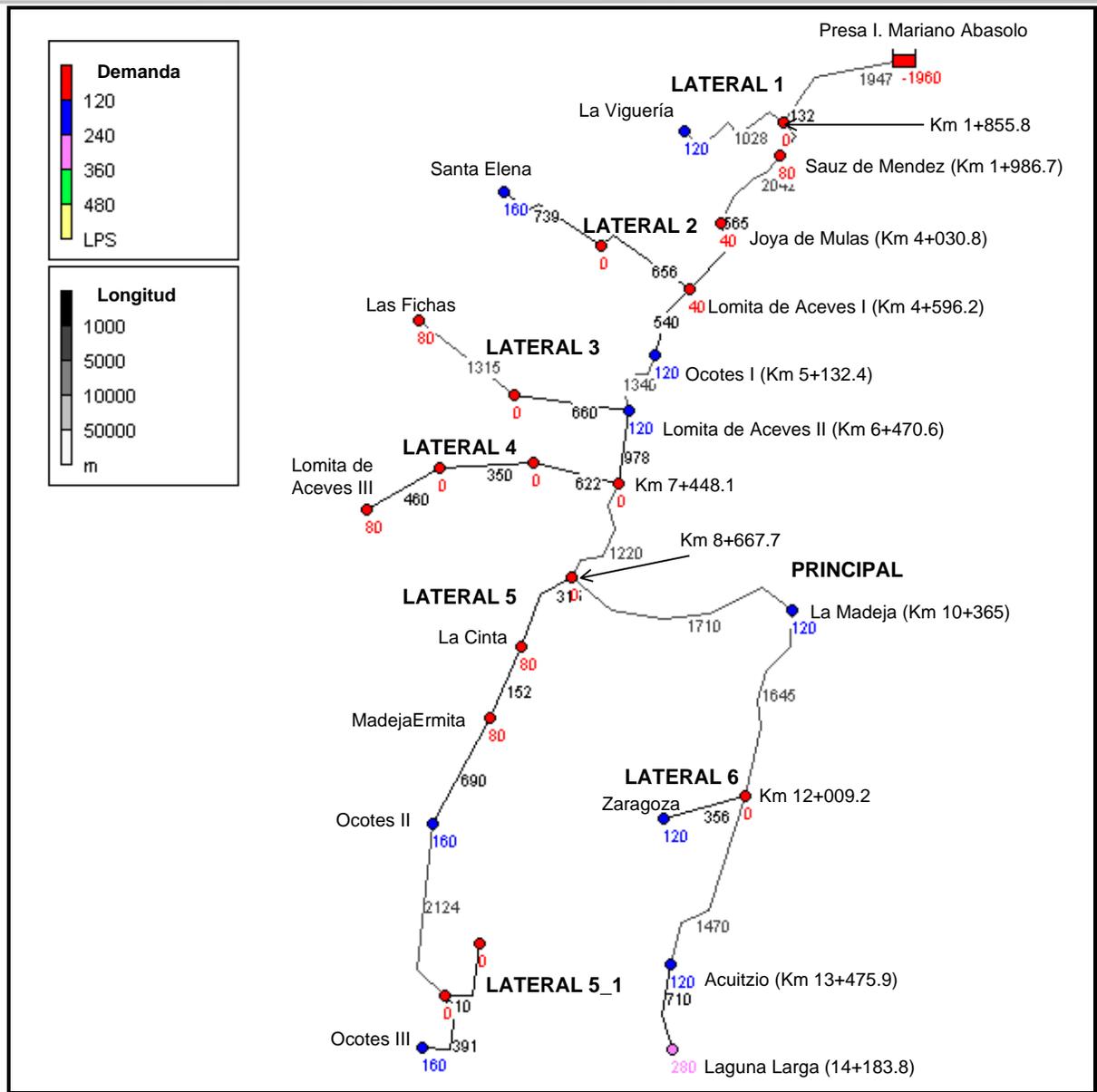


Lámina 4.1 Esquema de la red de conducción principal de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo".

El diseño hidráulico de la red de conducción se realiza calculando las pérdidas de carga con la ecuación de Hazen-Williams:

$$h_f = \frac{10.62(Q/C)^{1.852} L}{D^{4.871}} \quad (4.1)$$

donde h_f es la pérdida de carga (m); Q es el gasto que circula por la red (m^3/s); C es el coeficiente de fricción; L es la longitud del tubo (m); y D es el diámetro interno del tubo (m).

El coeficiente de Hazen-Williams utilizado en el diseño hidráulico es de 145, valor que corresponde a tubos nuevos de PVC, a polietileno de alta densidad (PEAD) y a poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

La información topográfica que se requiere en el diseño hidráulico de la red (longitudes y cotas) se obtuvo de la siguiente manera:

- Se realizó el levantamiento de la planta y el perfil de la línea de conducción principal y de cada lateral, trazándose una poligonal abierta ligada a una línea de control lineal y azimutal ubicada en la margen derecha aguas abajo de la presa "I. Mariano Abasolo", posicionada con equipo GPS por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) con una precisión mayor de 1:50000, para garantizar la ubicación de la zona de riego ligada a la Red Geodésica Nacional Activa.
- Las elevaciones (cota del terreno) de los perfiles levantados fueron propagadas a partir de la línea de referencia utilizada en la medición de la zona parcelada para que correspondan con las elevaciones de las parcelas consideradas dentro del proyecto.
- Se midieron puntos a distancias variables para representar en el perfil, los puntos altos y bajos del terreno.

El equipo utilizado en el trabajo topográfico fue una estación total marca SOKKIA modelo SET 510 con resolución en pantalla de 1" y 5" de precisión.

Las longitudes de cada tramo de la red así como las demandas en cada punto de entrega (obtenidas en el capítulo 3) se muestran en la Lámina 4.1.

4.3.1. Diseño hidráulico de la red (NAMIN y gasto máximo)

La determinación de los diámetros de la red se realiza considerando el NAMIN de la presa I. Mariano Abasolo (1723.5 msnm), puesto que es el nivel mínimo de carga de que dispondrá la conducción. Los diámetros internos utilizados en los cálculos hidráulicos corresponden a tubos de PVC clase 5 (de 24" hacia abajo) y de PRFV PN 6 (mayores de 24"). Las pérdidas locales por codos, tees, reducciones y válvulas se consideran el 10 % de las pérdidas por fricción calculadas a lo largo de la tubería.

Los resultados del diseño hidráulico tanto para el tramo principal como los siete laterales, se muestran en los cuadros siguientes cuadros.

Cuadro 4.5 Datos hidráulicos de la red de conducción principal que va desde la presa I. Mariano Abasolo hasta el punto de entrega de la comunidad de Laguna Larga.

Cadena.	Dist.	Diametro (m)		Gasto	Vel.	H-W	h _f	h=h _f +h _{loc}	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						m ³ /s	m/s	-
Obra toma	0	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.00	0.00	1723.50	1723.50	1723.50
0+000.00	90.00	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.14	0.15	1723.35	1721.14	1721.14
0+025.95	25.95	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.04	0.04	1723.31	1720.24	1720.36
0+030.37	4.42	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.01	0.01	1723.30	1720.05	1720.23
0+056.68	26.31	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.04	0.04	1723.25	1719.29	1719.44
0+061.12	4.43	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.01	0.01	1723.25	1719.14	1719.31
0+182.67	121.55	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.18	0.20	1723.04	1715.45	1715.66
0+186.95	4.28	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.01	0.01	1723.04	1713.12	1713.12
0+266.82	79.87	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.12	0.13	1722.90	1713.76	1713.12
0+272.09	5.27	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.01	0.01	1722.89	1713.11	1713.12
0+284.73	12.63	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.02	0.02	1722.87	1713.32	1713.12
0+291.14	6.42	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.01	0.01	1722.86	1713.73	1710.55
0+314.14	22.99	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.03	0.04	1722.82	1713.45	1710.30
0+362.79	48.66	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.07	0.08	1722.74	1711.92	1709.77
0+419.65	56.86	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.09	0.10	1722.65	1710.95	1709.14
0+450.09	30.44	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.05	0.05	1722.60	1711.26	1708.80
0+528.82	78.73	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.12	0.13	1722.47	1709.90	1707.94
0+558.56	29.74	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.05	0.05	1722.42	1710.42	1707.61
0+638.31	79.75	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.12	0.13	1722.28	1708.87	1706.73
0+680.61	42.30	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.06	0.07	1722.21	1709.15	1706.27
0+723.58	42.97	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.07	0.07	1722.14	1708.68	1705.80
0+770.69	47.11	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.07	0.08	1722.06	1708.96	1705.28
0+841.84	71.15	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.11	0.12	1721.94	1708.60	1704.50
0+912.44	70.61	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.11	0.12	1721.82	1707.28	1703.72
0+951.71	39.27	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.06	0.07	1721.76	1705.19	1703.29
1+037.76	86.05	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.13	0.14	1721.62	1704.81	1702.34
1+086.85	49.08	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.07	0.08	1721.53	1704.05	1701.80
1+151.40	64.55	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.10	0.11	1721.43	1704.14	1701.09
1+204.17	52.77	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.08	0.09	1721.34	1703.12	1700.51
1+242.99	38.82	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.06	0.06	1721.27	1702.40	1700.08
1+264.72	21.73	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.03	0.04	1721.24	1703.43	1699.93
1+311.59	46.86	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.07	0.08	1721.16	1703.25	1699.60
1+341.47	29.88	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.05	0.05	1721.11	1702.48	1699.39
1+389.13	47.66	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.07	0.08	1721.03	1702.64	1699.06
1+479.95	90.82	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.14	0.15	1720.88	1701.01	1698.42
1+501.17	21.23	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.03	0.04	1720.84	1700.46	1698.28
1+513.09	11.92	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.02	0.02	1720.82	1700.33	1698.19
1+529.83	16.74	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.03	0.03	1720.79	1701.41	1698.08
1+692.93	163.10	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.25	0.27	1720.52	1699.94	1696.93
1+783.66	90.74	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.14	0.15	1720.37	1698.98	1695.57
1+813.29	29.63	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.05	0.05	1720.32	1697.95	1695.13
1+855.76	42.47	1.228	1.198	1.960	1.74	145	0.06	0.07	1720.25	1697.44	1694.49
1+865.06	9.29	1.228	1.198	1.840	1.63	145	0.01	0.01	1720.23	1697.39	1694.35
1+870.05	4.99	1.228	1.198	1.840	1.63	145	0.01	0.01	1720.23	1696.45	1694.28



1+883.65	13.61	1.228	1.198	1.840	1.63	145	0.02	0.02	1720.21	1696.38	1694.22
1+889.61	5.96	1.228	1.198	1.840	1.63	145	0.01	0.01	1720.20	1697.52	1694.20
1+897.75	8.14	1.228	1.198	1.840	1.63	145	0.01	0.01	1720.19	1698.10	1694.17
1+931.34	33.59	1.228	1.198	1.840	1.63	145	0.05	0.05	1720.14	1698.31	1694.04
1+986.68	55.34	1.228	1.198	1.840	1.63	145	0.07	0.08	1720.05	1697.72	1693.83
2+071.76	85.08	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.11	0.12	1719.94	1697.40	1693.51
2+188.20	116.44	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.14	0.16	1719.78	1696.35	1693.07
2+476.42	288.22	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.36	0.39	1719.38	1694.95	1691.97
2+491.45	15.03	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.02	0.02	1719.36	1694.98	1691.92
2+617.80	126.35	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.16	0.17	1719.19	1694.45	1691.44
3+304.95	687.15	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.86	0.94	1718.25	1691.23	1688.82
3+410.65	105.69	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.13	0.14	1718.10	1690.97	1688.42
3+416.94	6.29	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.01	0.01	1718.10	1690.99	1688.40
3+694.06	277.12	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.34	0.38	1717.72	1689.44	1687.35
4+030.82	336.75	1.228	1.198	1.760	1.56	145	0.42	0.46	1717.26	1688.12	1686.07
4+198.94	168.12	1.228	1.198	1.720	1.52	145	0.20	0.22	1717.04	1687.47	1685.43
4+443.31	244.38	1.228	1.198	1.720	1.52	145	0.29	0.32	1716.71	1686.48	1684.50
4+592.30	148.99	1.228	1.198	1.720	1.52	145	0.18	0.20	1716.52	1686.03	1683.93
4+596.19	3.89	1.228	1.198	1.720	1.52	145	0.00	0.01	1716.51	1686.33	1683.92
4+746.60	150.41	1.228	1.198	1.520	1.35	145	0.14	0.16	1716.36	1685.65	1683.41
4+829.57	82.97	1.228	1.198	1.520	1.35	145	0.08	0.09	1716.27	1685.66	1683.13
5+010.36	180.79	1.228	1.198	1.520	1.35	145	0.17	0.19	1716.08	1685.24	1682.51
5+132.36	122.00	1.228	1.198	1.520	1.35	145	0.12	0.13	1715.95	1684.89	1682.10
5+134.00	1.64	1.127	1.100	1.400	1.47	145	0.00	0.00	1715.95	1684.88	1682.09
5+421.98	287.98	1.127	1.100	1.400	1.47	145	0.36	0.39	1715.56	1684.05	1681.11
5+596.99	175.01	1.127	1.100	1.400	1.47	145	0.22	0.24	1715.32	1682.68	1680.52
5+951.25	354.25	1.127	1.100	1.400	1.47	145	0.44	0.48	1714.84	1683.27	1679.81
6+470.66	519.42	1.127	1.100	1.400	1.47	145	0.64	0.71	1714.13	1681.53	1678.77
6+472.00	1.34	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.00	0.00	1714.13	1681.53	1678.77
6+505.28	33.28	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.05	0.05	1714.07	1681.45	1678.70
6+660.99	155.71	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.23	0.25	1713.82	1680.80	1678.39
6+777.75	116.76	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.17	0.19	1713.63	1680.38	1678.15
6+870.95	93.20	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.14	0.15	1713.48	1680.03	1677.97
6+966.78	95.84	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.14	0.16	1713.32	1679.69	1677.78
7+044.13	77.35	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.11	0.13	1713.20	1679.64	1677.62
7+148.99	104.86	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.16	0.17	1713.03	1679.79	1677.41
7+244.58	95.59	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.14	0.16	1712.87	1679.95	1677.22
7+335.94	91.36	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.14	0.15	1712.72	1679.54	1677.04
7+446.05	110.11	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.16	0.18	1712.54	1679.21	1676.82
7+448.14	2.09	1.025	1.000	1.200	1.53	145	0.00	0.00	1712.54	1678.64	1676.81
7+803.72	355.58	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.46	0.51	1712.03	1678.12	1676.10
7+856.10	52.38	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.07	0.07	1711.96	1678.85	1676.02
7+927.14	71.04	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.09	0.10	1711.85	1678.44	1675.92
8+062.97	135.83	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.18	0.19	1711.66	1677.80	1675.71
8+166.23	103.25	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.13	0.15	1711.51	1677.94	1675.56
8+329.50	163.27	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.21	0.23	1711.28	1677.51	1675.31
8+339.76	10.26	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.01	0.01	1711.26	1677.98	1675.30
8+350.12	10.37	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.01	0.01	1711.25	1678.25	1675.28



8+355.00	4.88	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.01	0.01	1711.24	1677.78	1675.28
8+359.33	4.33	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.01	0.01	1711.24	1677.37	1673.48
8+362.18	2.85	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.00	0.00	1711.23	1676.99	1672.29
8+364.92	2.74	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.00	0.00	1711.23	1674.67	1672.29
8+367.03	2.11	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.00	0.00	1711.23	1674.16	1672.29
8+369.47	2.44	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.00	0.00	1711.22	1674.18	1672.29
8+372.41	2.94	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.00	0.00	1711.22	1674.45	1672.29
8+375.97	3.56	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.00	0.01	1711.21	1676.63	1673.43
8+380.67	4.70	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.01	0.01	1711.21	1676.63	1674.94
8+424.62	43.95	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.06	0.06	1711.14	1676.84	1675.02
8+512.65	88.03	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.11	0.13	1711.02	1677.24	1675.20
8+597.28	84.64	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.11	0.12	1710.90	1677.48	1675.37
8+667.70	70.41	1.025	1.000	1.120	1.43	145	0.09	0.10	1710.79	1677.38	1675.51
8+668.00	0.30	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.00	0.00	1710.79	1677.38	1675.51
8+953.48	285.48	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.74	0.82	1709.98	1677.66	1676.08
9+036.50	83.02	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.22	0.24	1709.74	1676.77	1675.71
9+113.97	77.47	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.20	0.22	1709.52	1676.48	1675.36
9+145.45	31.47	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.08	0.09	1709.43	1677.11	1675.22
9+207.43	61.98	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.16	0.18	1709.25	1676.72	1674.94
9+298.38	90.94	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.24	0.26	1708.99	1676.31	1674.53
9+357.60	59.22	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.15	0.17	1708.82	1675.80	1674.26
9+370.07	12.47	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.03	0.04	1708.78	1675.34	1673.64
9+373.61	3.54	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1708.77	1672.99	1671.00
9+376.56	2.96	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1708.77	1673.75	1671.00
9+380.51	3.94	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1708.75	1674.06	1672.00
9+382.35	1.85	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.00	0.01	1708.75	1674.85	1672.47
9+384.53	2.18	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1708.74	1675.28	1673.03
9+387.40	2.87	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1708.73	1675.96	1673.76
9+423.24	35.84	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.09	0.10	1708.63	1675.65	1673.97
9+505.30	82.05	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.21	0.23	1708.40	1676.64	1674.47
9+564.54	59.24	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.15	0.17	1708.23	1676.84	1674.82
9+718.36	153.83	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.40	0.44	1707.79	1677.58	1675.75
9+805.82	87.46	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.23	0.25	1707.54	1677.76	1675.75
9+923.05	117.23	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.31	0.34	1707.20	1677.70	1675.75
9+978.16	55.11	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.14	0.16	1707.04	1676.74	1674.94
10+010.88	32.72	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.09	0.09	1706.95	1676.17	1674.45
10+021.76	10.88	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.03	0.03	1706.92	1675.92	1674.18
10+026.10	4.35	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1706.91	1675.29	1673.20
10+028.79	2.69	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1706.90	1674.33	1672.53
10+032.32	3.53	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1706.89	1674.63	1672.53
10+034.49	2.17	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1706.88	1675.60	1673.51
10+037.15	2.66	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.01	0.01	1706.87	1676.35	1674.63
10+055.52	18.37	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.05	0.05	1706.82	1677.40	1675.30
10+139.59	84.07	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.22	0.24	1706.58	1677.44	1675.59
10+233.93	94.34	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.25	0.27	1706.31	1677.34	1675.92
10+323.99	90.06	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.23	0.26	1706.05	1677.97	1676.24
10+365.07	41.08	0.719	0.701	0.640	1.66	145	0.11	0.12	1705.94	1678.24	1676.38
10+366.00	0.93	0.630	0.607	0.520	1.80	145	0.00	0.00	1705.93	1678.24	1676.39



10+541.46	175.46	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.63	0.69	1705.24	1677.64	1675.98
10+638.15	96.69	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.35	0.38	1704.86	1677.32	1675.76
10+660.27	22.12	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.08	0.09	1704.77	1677.44	1675.71
10+740.70	80.43	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.29	0.32	1704.46	1677.58	1675.52
11+082.49	341.79	0.63	0.607	0.520	1.80	145	1.22	1.35	1703.11	1676.41	1674.74
11+437.05	354.56	0.63	0.607	0.520	1.80	145	1.27	1.40	1701.72	1677.55	1675.80
11+535.71	98.66	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.35	0.39	1701.33	1677.65	1676.02
11+635.01	99.30	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.36	0.39	1700.94	1677.08	1675.42
11+736.62	101.62	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.36	0.40	1700.54	1676.59	1674.81
11+835.38	98.76	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.35	0.39	1700.15	1675.69	1674.22
11+931.36	95.99	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.34	0.38	1699.77	1675.16	1673.65
12+009.19	77.83	0.63	0.607	0.520	1.80	145	0.28	0.31	1699.47	1674.82	1673.18
12+034.44	25.24	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.06	0.06	1699.40	1674.72	1673.03
12+128.66	94.22	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.21	0.23	1699.18	1674.59	1672.89
12+222.26	93.61	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.21	0.23	1698.95	1674.30	1672.75
12+317.40	95.14	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.21	0.23	1698.72	1674.47	1672.60
12+409.56	92.16	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.20	0.22	1698.50	1674.50	1672.46
12+501.28	91.72	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.20	0.22	1698.27	1674.50	1672.33
12+594.64	93.36	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.21	0.23	1698.05	1674.20	1672.19
12+695.67	101.03	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.22	0.24	1697.80	1673.81	1672.04
12+804.96	109.29	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.24	0.26	1697.54	1673.92	1671.87
12+909.03	104.07	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.23	0.25	1697.29	1673.38	1671.72
13+007.01	97.98	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.22	0.24	1697.05	1673.53	1672.05
13+107.18	100.17	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.22	0.24	1696.81	1674.00	1672.37
13+204.96	97.78	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.22	0.24	1696.57	1676.37	1674.50
13+408.49	203.53	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.45	0.49	1696.08	1674.59	1673.18
13+475.87	67.38	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.15	0.16	1695.91	1674.36	1672.74
13+477.00	1.13	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.00	0.00	1695.91	1674.35	1672.73
13+597.56	120.56	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.42	0.46	1695.45	1673.46	1671.95
13+734.32	136.76	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.48	0.53	1694.92	1675.02	1673.52
13+763.85	29.53	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.10	0.11	1694.81	1675.20	1673.61
13+867.04	103.19	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.36	0.40	1694.41	1675.60	1673.92
13+953.63	86.59	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.30	0.33	1694.08	1675.96	1674.18
14+043.44	89.81	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.31	0.35	1693.73	1676.11	1674.45
14+134.46	91.02	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.32	0.35	1693.38	1676.24	1674.72
14+183.83	49.37	0.500	0.482	0.280	1.53	145	0.17	0.19	1693.19	1675.74	1674.24

Cuadro 4.6 Datos hidráulicos de la red de conducción Lateral 1 (inicia en el Km 1+855.86 de la red principal).

Cadena. m	Dist. m	Diametro (m)		Gasto m ³ /s	Vel. m/s	H-W -	h _f m	h=h _f +h _{loc} m	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						Piezom.	Superficie	Rasante
0+000.00	0.00	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.00	0.00	1720.25	1697.44	1694.93
0+011.53	11.53	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.04	0.05	1720.20	1696.97	1695.04
0+024.20	12.66	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.05	0.05	1720.15	1696.35	1695.17
0+031.71	7.51	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.03	0.03	1720.11	1697.49	1695.24
0+041.08	9.38	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.04	0.04	1720.07	1696.51	1695.34
0+048.48	7.40	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.03	0.03	1720.04	1697.03	1695.41
0+056.33	7.84	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.03	0.03	1720.01	1697.04	1695.49
0+065.41	9.08	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.04	0.04	1719.97	1698.45	1696.40
0+069.22	3.81	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.01	0.02	1719.95	1699.37	1696.78
0+076.97	7.75	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.03	0.03	1719.92	1699.62	1697.55
0+123.33	46.36	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.18	0.20	1719.72	1698.72	1697.32
0+154.49	31.16	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.12	0.13	1719.59	1698.83	1697.17
0+188.02	33.53	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.13	0.14	1719.45	1698.77	1697.00
0+212.18	24.17	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.09	0.10	1719.34	1698.71	1696.88
0+231.75	19.57	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.08	0.08	1719.26	1698.46	1696.78
0+237.00	5.25	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.02	0.02	1719.24	1697.97	1696.75
0+249.43	12.43	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.05	0.05	1719.19	1697.54	1696.13
0+259.96	10.53	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.04	0.04	1719.14	1697.12	1695.61
0+281.08	21.12	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.08	0.09	1719.05	1696.22	1694.55
0+304.78	23.70	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.09	0.10	1718.95	1695.90	1694.31
0+351.63	46.84	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.18	0.20	1718.75	1695.13	1693.85
0+403.48	51.85	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.20	0.22	1718.53	1695.47	1694.36
0+493.89	90.41	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.35	0.39	1718.14	1696.75	1695.27
0+503.02	9.14	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.04	0.04	1718.11	1696.87	1695.36
0+510.25	7.23	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.03	0.03	1718.07	1697.35	1695.43
0+623.30	113.04	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.44	0.48	1717.59	1695.66	1694.07
0+714.30	91.00	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.35	0.39	1717.20	1694.52	1692.98
0+756.69	42.39	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.16	0.18	1717.02	1693.88	1692.47
0+902.41	145.72	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.56	0.62	1716.40	1694.38	1692.33
0+951.60	49.19	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.19	0.21	1716.19	1693.70	1692.28
1+029.54	77.94	0.355	0.342	0.120	1.31	145	0.30	0.33	1715.86	1697.50	1696.18

Cuadro 4.7 Datos hidráulicos de la red de conducción Lateral 2 (inicia en el Km 4+596.19 de la red principal).

Cadena. m	Dist. m	Diametro (m)		Gasto m ³ /s	Vel. m/s	H-W -	h _f m	h=h _f +h _{loc} m	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						Piezom.	Superficie	Rasante
0+000.00	0.00	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.00	0.00	1716.51	1686.33	1684.33
0+075.10	75.10	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.28	0.31	1716.21	1686.40	1684.30
0+158.40	83.29	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.31	0.34	1715.87	1686.50	1684.25
0+367.02	208.62	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.77	0.85	1715.02	1686.01	1684.15
0+563.51	196.50	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.73	0.80	1714.22	1685.71	1684.05
0+649.16	85.64	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.32	0.35	1713.87	1685.73	1684.01
0+789.41	140.25	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.52	0.57	1713.30	1685.64	1683.94
0+984.50	195.09	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.72	0.80	1712.50	1685.20	1683.84
1+015.57	31.07	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.12	0.13	1712.37	1684.94	1683.54
1+018.68	3.11	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.01	0.01	1712.36	1683.63	1681.92
1+021.25	2.57	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.01	0.01	1712.35	1682.55	1680.59
1+022.88	1.63	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.01	0.01	1712.34	1682.33	1680.59
1+026.16	3.29	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.01	0.01	1712.33	1681.99	1680.59
1+028.46	2.29	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.01	0.01	1712.32	1683.21	1681.51
1+029.74	1.28	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.00	0.01	1712.32	1683.89	1682.02
1+031.03	1.29	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.00	0.01	1712.31	1684.25	1682.54
1+033.19	2.16	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.01	0.01	1712.30	1684.87	1683.40
1+036.44	3.25	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.01	0.01	1712.29	1684.88	1683.40
1+095.02	58.58	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.22	0.24	1712.05	1684.95	1683.37
1+113.60	18.58	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.07	0.08	1711.97	1685.85	1683.59
1+255.47	141.86	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.53	0.58	1711.40	1686.84	1685.30
1+390.63	135.16	0.400	0.385	0.160	1.37	145	0.50	0.55	1710.84	1688.34	1686.92

Cuadro 4.8 Datos hidráulicos de la red de conducción Lateral 3 (inicia en el Km 6+470.66 de la red principal).

Cadena. m	Dist. m	Diametro (m)		Gasto m ³ /s	Vel. m/s	H-W -	h _f m	h=h _f +h _{loc} m	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						Piezom.	Superficie	Rasante
0+000.00	0.00	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.00	0.00	1714.13	1681.53	1679.15
0+024.99	24.99	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.05	0.05	1714.08	1681.12	1679.15
0+177.25	152.27	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.27	0.30	1713.78	1680.97	1679.15
0+278.10	100.85	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.18	0.20	1713.58	1680.69	1679.15
0+429.57	151.47	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.27	0.30	1713.28	1680.48	1679.15
0+517.81	88.23	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.16	0.17	1713.10	1680.89	1679.15
0+661.03	143.23	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.26	0.28	1712.82	1680.40	1679.15
0+769.19	108.16	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.19	0.21	1712.61	1681.17	1679.15
0+870.68	101.49	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.18	0.20	1712.40	1681.54	1679.15
1+008.48	137.79	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.25	0.27	1712.13	1681.24	1679.15
1+110.63	102.15	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.18	0.20	1711.93	1681.20	1679.15
1+159.18	48.55	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.09	0.10	1711.83	1680.84	1679.15
1+162.63	3.46	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.01	0.01	1711.83	1680.92	1679.15
1+166.29	3.66	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.01	0.01	1711.82	1680.41	1679.00
1+168.23	1.94	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.00	0.00	1711.81	1678.73	1677.02
1+174.07	5.84	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.01	0.01	1711.80	1678.24	1676.95
1+176.41	2.34	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.00	0.00	1711.80	1679.27	1678.00
1+177.91	1.50	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.00	0.00	1711.80	1679.93	1678.70
1+180.54	2.63	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.00	0.01	1711.79	1681.09	1678.70
1+184.08	3.54	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.01	0.01	1711.78	1680.69	1678.70
1+189.39	5.31	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.01	0.01	1711.77	1680.82	1678.70
1+289.64	100.25	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.18	0.20	1711.57	1680.88	1678.69
1+357.44	67.80	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.12	0.13	1711.44	1680.41	1678.68
1+450.26	92.82	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.17	0.18	1711.26	1680.68	1678.67
1+645.72	195.46	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.35	0.39	1710.87	1682.65	1681.14
1+744.86	99.14	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.18	0.20	1710.67	1683.65	1682.33
1+928.70	183.83	0.355	0.343	0.080	0.87	145	0.33	0.36	1710.31	1685.85	1684.53
1+972.64	43.95	0.36	0.343	0.080	0.87	145	0.08	0.09	1710.22	1687.06	1685.06

Cuadro 4.9 Datos hidráulicos de la red de conducción Lateral 4 (inicia en el Km 7+448.14 de la red principal).

Cadena.	Dist.	Diametro (m)		Gasto	Vel.	H-W	hf	h=hf+hlo c	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						M3/s	m/s	-
0+000.00	0.00	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.00	0.00	1712.26	1678.64	1677.33
0+029.98	29.98	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.30	0.33	1711.93	1678.82	1677.34
0+115.39	85.41	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.86	0.95	1710.98	1678.97	1677.38
0+247.63	132.24	0.25	0.241	0.080	1.75	145	1.33	1.46	1709.52	1678.32	1677.45
0+310.33	62.70	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.63	0.69	1708.83	1678.65	1677.48
0+397.73	87.40	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.88	0.97	1707.86	1679.09	1677.53
0+509.67	111.94	0.25	0.241	0.080	1.75	145	1.13	1.24	1706.62	1679.24	1677.58
0+620.95	111.29	0.25	0.241	0.080	1.75	145	1.12	1.23	1705.39	1679.09	1677.64
0+642.23	21.28	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.21	0.24	1705.15	1679.42	1677.65
0+675.60	33.37	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.34	0.37	1704.78	1678.73	1677.66
0+678.43	2.83	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.03	0.03	1704.75	1678.15	1676.40
0+680.96	2.53	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.03	0.03	1704.72	1677.65	1676.40
0+682.98	2.02	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.02	0.02	1704.70	1678.86	1677.25
0+733.86	50.87	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.51	0.56	1704.14	1678.81	1677.33
0+789.55	55.70	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.56	0.62	1703.52	1678.87	1677.41
0+861.10	71.55	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.72	0.79	1702.73	1678.93	1677.52
0+870.35	9.24	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.09	0.10	1702.63	1678.76	1677.53
0+874.54	4.19	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.04	0.05	1702.58	1678.45	1675.07
0+874.96	0.42	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.00	0.00	1702.58	1677.06	1674.82
0+877.77	2.81	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.03	0.03	1702.55	1676.07	1674.82
0+879.05	1.28	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.01	0.01	1702.53	1676.55	1674.82
0+880.33	1.28	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.01	0.01	1702.52	1678.37	1675.45
0+883.67	3.33	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.03	0.04	1702.48	1678.87	1677.10
0+893.21	9.55	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.10	0.11	1702.38	1678.70	1677.14
0+967.17	73.96	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.74	0.82	1701.56	1678.79	1677.48
1+000.17	33.00	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.33	0.37	1701.19	1679.02	1677.63
1+134.31	134.14	0.25	0.241	0.080	1.75	145	1.35	1.48	1699.71	1680.24	1678.97
1+224.91	90.60	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.91	1.00	1698.70	1681.23	1679.88
1+312.18	87.27	0.25	0.241	0.080	1.75	145	0.88	0.97	1697.74	1682.23	1680.75
1+425.80	113.62	0.25	0.241	0.080	1.75	145	1.14	1.26	1696.48	1684.86	1683.60

Cuadro 4.10 Datos hidráulicos de la red de conducción Lateral 5 (inicia en el Km 8+667.70 de la red principal).

Cadena.	Dist.	Diametro (m)		Gasto	Vel.	H-W	h_f	$h=h_f+h_{loc}$	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						m ³ /s	m/s	-
0+000.00	0.00	0.63	0.607	0.480	1.66	145	0.00	0.00	1710.80	1677.38	1675.51
0+136.59	136.59	0.63	0.607	0.480	1.66	145	0.42	0.46	1710.34	1678.12	1676.67
0+235.94	99.36	0.63	0.607	0.480	1.66	145	0.31	0.34	1710.00	1679.53	1677.52
0+317.14	81.19	0.63	0.607	0.480	1.66	145	0.25	0.28	1709.72	1680.06	1678.21
0+367.28	50.15	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.11	0.12	1709.60	1680.40	1678.63
0+460.04	92.76	0.63	0.607	0.400	1.38	145	0.20	0.22	1709.38	1681.35	1679.42
0+536.20	76.16	0.63	0.607	0.320	1.11	145	0.11	0.12	1709.26	1681.13	1678.82
0+681.13	144.92	0.63	0.607	0.320	1.11	145	0.21	0.23	1709.02	1679.34	1677.64
0+806.06	124.94	0.63	0.607	0.320	1.11	145	0.18	0.20	1708.82	1678.80	1677.33
0+892.96	86.89	0.63	0.607	0.320	1.11	145	0.13	0.14	1708.68	1678.62	1677.11
1+025.22	132.27	0.63	0.607	0.320	1.11	145	0.19	0.21	1708.47	1678.52	1676.78
1+129.91	104.69	0.63	0.607	0.320	1.11	145	0.15	0.17	1708.31	1678.68	1676.52
1+133.77	3.86	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.01	0.01	1708.30	1679.09	1676.54
1+136.08	2.31	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.00	0.01	1708.29	1679.10	1676.56
1+137.98	1.90	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.00	0.00	1708.29	1678.27	1676.57
1+138.45	0.47	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.00	0.00	1708.29	1678.32	1676.57
1+139.45	1.01	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.00	0.00	1708.28	1678.44	1676.58
1+140.20	0.75	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.00	0.00	1708.28	1678.52	1676.58
1+147.90	7.69	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.02	0.02	1708.26	1678.88	1676.63
1+172.18	24.29	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.05	0.06	1708.21	1678.49	1676.77
1+261.05	88.87	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.19	0.20	1708.00	1678.92	1677.30
1+324.08	63.03	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.13	0.14	1707.86	1679.13	1677.68
1+360.41	36.33	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.08	0.08	1707.78	1680.15	1678.45
1+421.04	60.63	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.13	0.14	1707.64	1682.79	1679.72
1+475.81	54.77	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.11	0.13	1707.51	1683.35	1680.87
1+568.05	92.24	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.19	0.21	1707.30	1684.30	1682.81
1+663.18	95.13	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.20	0.22	1707.08	1683.62	1681.62
1+757.99	94.81	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.20	0.22	1706.86	1682.98	1680.43
1+801.75	43.76	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.09	0.10	1706.76	1682.05	1679.89
1+847.65	45.90	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.10	0.11	1706.65	1680.91	1679.31
1+882.35	34.70	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.07	0.08	1706.57	1680.34	1678.88
1+916.07	33.72	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.07	0.08	1706.50	1682.52	1679.95
1+954.26	38.19	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.08	0.09	1706.41	1682.72	1681.17
2+037.92	83.67	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.17	0.19	1706.22	1680.50	1678.66
2+076.71	38.79	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.08	0.09	1706.13	1679.37	1677.50
2+161.95	85.24	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.18	0.20	1705.93	1678.49	1676.47
2+233.33	71.38	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.15	0.16	1705.77	1677.63	1675.62
2+266.65	33.32	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.07	0.08	1705.69	1677.31	1675.22
2+325.36	58.71	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.12	0.14	1705.56	1677.20	1674.51
2+331.33	5.98	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.01	0.01	1705.54	1676.81	1674.44
2+335.65	4.32	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.01	0.01	1705.53	1675.79	1674.39
2+342.13	6.48	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.01	0.01	1705.52	1676.43	1674.36
2+405.97	63.84	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.13	0.15	1705.37	1675.55	1674.04
2+475.02	69.05	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.14	0.16	1705.21	1675.35	1673.85

2+583.00	107.98	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.23	0.25	1704.96	1677.60	1675.49
2+708.18	125.18	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.26	0.29	1704.68	1679.50	1677.75
2+762.19	54.00	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.11	0.12	1704.55	1680.31	1678.72
2+799.86	37.68	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.08	0.09	1704.46	1679.20	1677.78
2+845.68	45.82	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.10	0.11	1704.36	1678.14	1676.63
2+966.84	121.16	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.25	0.28	1704.08	1675.40	1673.60
3+078.28	111.44	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.23	0.26	1703.82	1674.12	1672.82
3+141.32	63.03	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.13	0.14	1703.68	1674.05	1672.38
3+255.99	114.67	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.24	0.26	1703.42	1673.28	1671.58
3+330.92	74.93	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.16	0.17	1703.24	1672.85	1671.05
3+438.67	107.75	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.23	0.25	1703.00	1672.05	1670.30
3+483.74	45.07	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.09	0.10	1702.89	1671.80	1669.98
3+574.94	91.20	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.19	0.21	1702.68	1674.58	1673.08
3+642.47	67.53	0.45	0.433	0.160	1.09	145	0.14	0.16	1702.53	1679.32	1677.81

Cuadro 4.11 Datos hidráulicos de la red de conducción Lateral 5_1 (inicia en el Km 3+255.99 de la red Lateral 5).

Cadena. m	Dist. m	Diametro (m)		Gasto m ³ /s	Vel. m/s	H-W -	h _f m	h=h _f +h _{loc} m	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						Piezom.	Superficie	Rasante
0+000.00	0.00	0.160	0.151	0.000	0.00	145	0.00	0.00	1703.42	1673.27	1671.72
0+059.46	59.46	0.160	0.151	0.000	0.00	145	0.00	0.00	1703.42	1671.73	1670.53
0+101.09	41.62	0.160	0.151	0.000	0.00	145	0.00	0.00	1703.42	1672.01	1670.40
0+207.95	106.86	0.160	0.151	0.000	0.00	145	0.00	0.00	1703.42	1672.18	1670.35

Cuadro 4.12 Datos hidráulicos de la red de conducción Lateral 6 (inicia en el Km 12+009.19 de la red principal).

Cadena. m	Dist. m	Diametro (m)		Gasto m ³ /s	Vel. m/s	H-W -	h _f m	h=h _f +h _{loc} m	Cota (msnm)		
		Ext.	Int.						Piezom.	Superficie	Rasante
0+000.00	0.00	0.315	0.303	0.120	1.66	145	0.00	0.00	1699.47	1674.82	1673.34
0+351.44	351.44	0.315	0.303	0.120	1.66	145	2.46	2.70	1696.76	1673.50	1672.11

4.3.2. Revisión hidráulica de la red (NAMO y gasto mínimo)

El diseño hidráulico basado en el nivel de aguas mínimas de la presa "I. Mariano Abasolo", asegura que la red de distribución principal tendrá las presiones mínimas requeridas en los puntos de entrega para la buena operación de las redes interparcelarias, sin embargo conforme el nivel de agua en la presa es mayor al NAMIN y el gasto en la red es menor al de diseño, se tendrá un incremento de presión en la red de distribución. Para determinar el máximo incremento de presión que puede generarse en la red, se revisa su comportamiento hidráulico considerando tanto el nivel de agua máximo ordinario de la presa (NAMO) como el valor de gasto mínimo recomendable. Para determinar el gasto mínimo y las demandas mínimas (cuadro 4.9), se hizo variar la demanda en los puntos de entrega hasta obtener velocidades en la tubería próximas a su valor mínimo permisible, velocidad de sedimentación ($V_{\min} = 0.5\text{m/s}$). Una vez determinada la distribución de la demanda se realizó el cálculo hidráulico de la red de conducción considerando que la carga hidráulica inicial corresponde a la elevación del NAMO (1738.5 msnm). Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.13 y en la Lámina 42 se muestran las velocidades en la red para la condición de gasto mínimo.

Cuadro 4.13 Variación de la presión en puntos de entrega y bifurcaciones de la red de conducción para condiciones hidráulicas extremas

Punto De Entrega	Cota del terreno msnm	Q _{max} en la red; Q = 1960 lps				Q _{min} en la red; Q = 960 lps			
		Q	C. Piezométrica con el	Presión	C. Piezométrica con el	Presión	Q	C. Piezométrica con el	Presión
		lps	NAMIN= 1723.5	m	NAMO= 1738.5	m	lps	NAMO= 1738.5	M
Bifurcación (punto inicial del lateral 1)	1697.4		1720.2	22.8	1735.2	37.8		1737.6	40.2
La Viguera (punto final del lateral 1)	1697.5	120	1715.9	18.4	1730.9	33.4	80	1735.7	38.2
Sauz de Mendez	1697.7	80	1720.1	22.3	1735.1	37.3	40	1737.6	39.9
Joya Mulas	1688.1	40	1717.2	29.1	1732.2	44.1	40	1736.9	48.8
Lomita de Aceves I (punto inicial del lateral 2)	1686.3	40	1716.5	30.2	1731.5	45.2	40	1736.7	50.4
Santa Elena (punto final del lateral 2)	1688.3	160	1710.8	22.5	1725.8	37.5	80	1735.2	46.8
Ocotes I	1684.8	120	1715.9	31.1	1730.9	46.1	40	1736.5	51.7
Lomita de Aceves II (punto inicial del lateral 3)	1681.5	120	1714.1	32.6	1729.1	47.6	40	1736.1	54.6
Las Fichas (punto final del lateral 3)	1687.1	80	1710.2	23.1	1725.2	38.1	80	1732.4	45.3
Punto inicial del lateral 4	1678.6		1712.5	33.9	1727.5	48.9		1735.8	57.1
Lomita de Aceves III (punto final del lateral 4)	1684.9	80	1696.5	11.6	1711.5	26.6	40	1731.5	46.7
Bifurcación (inicio del lateral 5)	1677.4		1710.8	33.4	1725.8	48.4		1735.4	58.0
La Cinta (Lateral 5)	1680.0	80	1709.7	29.7	1724.7	44.7	40	1735.2	55.2
Madeja-Ermita (Lateral 5)	1681.3	80	1709.4	28.1	1724.4	43.1	40	1735.1	53.8
Ocotes II (Lateral 5)	1678.9	160	1708.3	29.5	1723.3	44.5	80	1734.8	55.9
Ocotes III (punto final del lateral 5)	1679.3	160	1702.5	23.2	1717.5	38.2	80	1733.2	53.9
La Madeja	1678.2	120	1705.9	27.7	1720.9	42.7	40	1734.7	56.4
Zaragoza	1673.5	120	1696.8	23.3	1711.8	38.3	40	1733.2	59.7
Acuitzio	1674.4	120	1695.9	21.6	1710.9	36.6	40	1733.0	58.6
Laguna larga	1675.7	280	1693.2	17.5	1708.2	32.5	120	1732.4	56.7

4.4 Selección y ubicación de válvulas reguladoras de presión

El análisis realizado con el gasto mínimo en la red y carga hidráulica máxima en el almacenamiento, permite detectar los tramos de conducción donde la presión supera la presión de operación de la tubería seleccionada, esta condición se presenta en tramos de tubería de PVC clase 5 (lateral 3, lateral 4, lateral 5, lateral 5_1, lateral 6 y red principal del Km 10+365 en adelante). Una solución a este problema es instalar en los tramos señalados PVC clase 7, sin embargo a nivel de la parcela se tiene un problema adicional, un incremento de presión en los hidrantes del orden de los 25 m, lo cual complica la aplicación del riego a través de las tuberías de compuerta e incluso puede generar que los hidrantes se desprendan de la tee con tubo elevador. Una solución integral al incremento de presión por la circulación de un gasto inferior al de diseño y una carga en la presa superior al NAMIN, consiste en el uso de válvulas reguladoras de presión, las cuales permiten fijar la presión a la salida de estas independientemente de las variaciones de presión que se tenga aguas arriba de la misma, con la condición de que la reducción de presión no sea mayor del 66 %.

Considerando esta solución, se ubicaron cuatro puntos donde deben instalarse válvulas reguladoras de presión, la primera de ellas se ubica al inicio del lateral 3, la segunda al inicio del lateral 4, la tercera al inicio del lateral 5 y la cuarta en el Km 10+365 de la red principal. Las cuatro válvulas reguladoras de presión deben instalarse inmediatamente después de las reducciones de la tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio conforme se indica en el plano de instalación. Los diámetros de las reguladoras de presión y la presión a que deben calibrarse cada una de estas válvulas se presentan en el Cuadro 4.14. De este cuadro se obtiene que la válvula de 12" debe ser calibrada de manera que la presión a la salida de esta sea de 32.6 m, la válvula de 8" a una presión de 33.9 m, la válvula de 20" del lateral 5 a 33.4 m y la de 20" del Km 10+365 a 27.7 m. Los fabricantes de las válvulas reguladoras de presión especifican que cuando el gasto en la red es nulo, la válvula reguladora se cierra completamente cortando la presión hidrostática, resolviendo así el problema de presión en la red cuando no opera.

Cuadro 4.14 Características de operación de las válvulas reguladoras de presión

VALVULA REGULADORA DE PRESION	Presión antes de la válvula reguladora de presión a presa llena (NAMO = 1738.5) m.c.a.		Presión requerida después de la válvula reguladora de presión (m.c.a.)	Reducción de presión (%)	
	Gasto total en la red $Q_{max} = 1960$ lps	Gasto total en la red $Q_{min} = 960$ lps		Q_{max}	Q_{min}
12" (ubicada Km 0+003 del lateral 3) $Q_{max}=120$ lps y $Q_{min} = 80$ l/s $V_{max}=1.7$ m/s y $V_{min} = 1.13$ m/s	47.6	54.6	32.6	31.5	40.3
8" (ubicada Km 0+003 del lateral 4) $Q_{max}=80$ lps y $Q_{min} = 40$ l/s $V_{max}=2.5$ m/s y $V_{min} = 1.27$ m/s	48.9	57.1	33.9	30.7	40.6
20" (ubicada Km 0+003 del lateral 5) $Q_{max}=480$ lps y $Q_{min} = 240$ l/s $V_{max}=2.4$ m/s y $V_{min} = 1.22$ m/s	48.4	58.0	33.4	31.0	42.4
20" (ubicada en el Km 10+365 de la red principal) $Q_{max}=640$ lps y $Q_{min} = 240$ l/s $V_{max}=3.2$ m/s y $V_{min} = 1.22$ m/s	42.7	56.4	27.7	35.1	50.9

Con objeto de cuantificar el volumen total de material tipo III para excavación, se hicieron pozos de observación como los ilustrados en la Lámina 4.3. Los dos primeros pozos presentados se ubican entre el Km 0+000 al Km 1+855 de la red principal, mientras que los otros dos se ubicaron del Km 3+000 al Km 8+000. A partir de varios sondeos de este tipo, se definió que en el tramo del Km 0+000 al Km 1+855 se tiene material tipo III a partir de 90 cm de excavación y en los tramos de conducción restante se considera que sólo 5 % de la excavación total es material tipo III. Los volúmenes totales de excavación y relleno se presentan el cuadro 4.15.

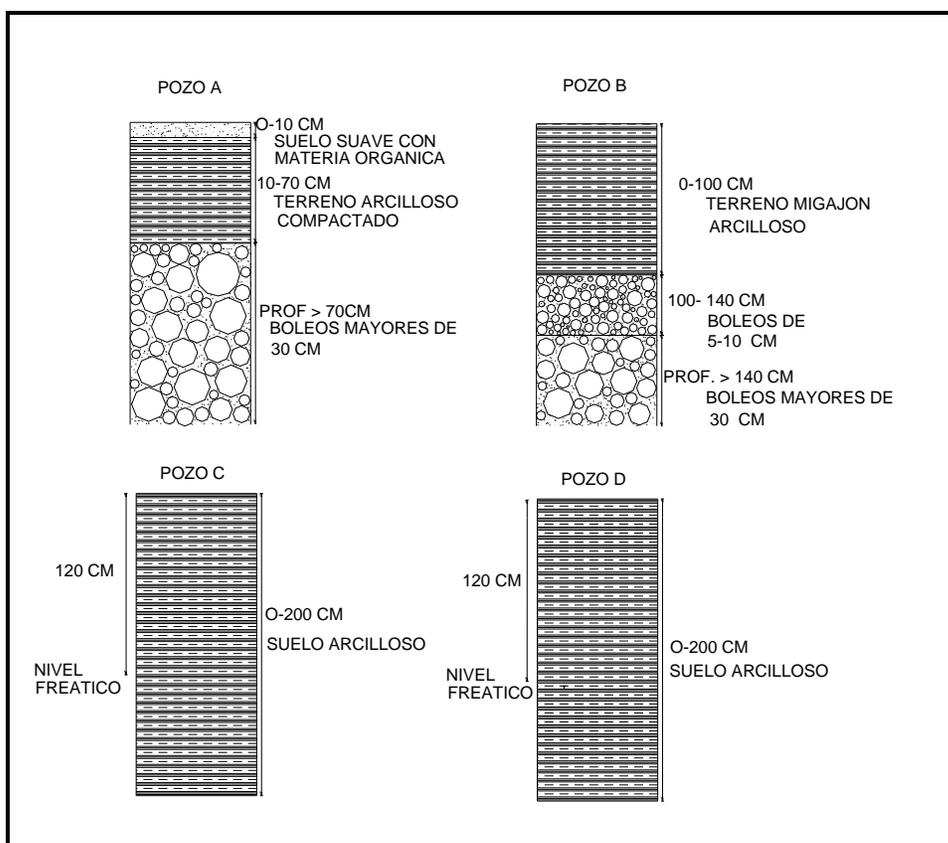


Lámina 4.3 Pozos de observación realizados a lo largo del trazo de la red

Cuadro 4.9. Volúmenes totales de excavación y relleno

Red	Excavación (m ³)		Relleno (m ³)		
	Material común	Material tipo III	Plantilla	Compactado	A volteo
Principal	43,248.6	11,105.6	3,395.8	20,867.2	20,212.1
Lateral 1	1,164.2	61.3	77.2	403.9	642.5
Lateral 2	1,873.7	98.6	111.3	604.0	1,082.5
Lateral 3	2,465.2	129.7	148.0	773.8	1,478.0
Lateral 4	1,337.5	70.4	99.8	478.9	759.1
Lateral 5	5,815.0	306.1	337.9	2,005.8	3,025.6
Lateral 5_1	184.5	9.7	12.5	53.2	124.4
Lateral 6	336.2	17.7	24.6	123.9	178.0
Derivación parcelaria	321.3	0	21.42	92.38	201.35
Total	56,746.30	11,799.1	4228.32	25403.08	27703.45

4.5 Concreto para atraques, silletas y cruces de ríos y barrancas.

El volumen de concreto para recubrir la tubería que cruza drenes, barrancas o tramos de ríos se presenta en el cuadro 4.15 y los volúmenes de concreto para atraques se presentan en el cuadro 4.16. Las dimensiones de los atraques se calcularon considerando tubería de PVC clase 5 (5 Kg/cm²) hasta 24 pulgadas, tubería PRFV PN6 de 28" en adelante, una capacidad de resistencia del terreno de 1.0 Kg/cm² y espesor del atraque igual a 1.5 veces el diámetro exterior del tubo.

Cuadro 4.15 Volumen de concreto para recubrir la tubería en cruces de río y barrancas

Tramo	Recubrimiento de concreto de f'c = 150 Kg/cm ²			
	Ancho m	Largo m	Espesor m	Volumen m ³
Principal (Km8+355 al Km 8+380)	1.50	25.00	0.50	18.75
Principal (Km 9+370 al Km 9+387)	1.25	17.00	0.50	10.63
Principal (Km 10+021 al Km 10+037)	1.25	16.00	0.50	10.00
Lateral 2 (Km 1+015 al Km 1+033)	1.00	18.00	0.50	9.00
Lateral 3 (Km 1+166 al Km 1+177)	1.00	11.00	0.50	5.50
Lateral 4 (Km 0+675 al Km 0+683)	1.00	8.00	0.50	4.00
Lateral 4 (Km 0+870 al Km 0+883)	1.00	13.00	0.50	6.50
TOTAL				64.38

Cuadro 4.16. Volúmenes de concreto para atraques y silletas.

CANTIDAD	PIEZA TIPO	DIAMETRO PULGADAS	DIMENSIONES (m)			VOLUMEN (m ³)	
			b	h	l	UNITARIO	TOTAL
PRFV							
Planta							
8	CODO DE 11.25°	48	1.39	0.69	1.84	1.77	14.13
5	CODO DE 22.5°	48	1.88	0.94	1.84	3.26	16.28
1	CODO DE 30°	48	2.16	1.08	1.84	4.30	4.30
1	CODO DE 45°	48	2.63	1.31	1.84	6.35	6.35
1	CODO DE 90°	48	3.57	1.79	1.84	11.77	11.77
1	CODO DE 22.5°	44	1.72	0.86	1.69	2.50	2.50
2	CODO DE 30°	44	1.98	0.99	1.69	3.31	6.63
1	CODO DE 11.25°	40	1.16	0.58	1.54	1.03	1.03
4	CODO DE 22.5°	40	1.56	0.78	1.54	1.87	7.48
2	CODO DE 45°	40	1.80	0.90	1.54	2.49	4.98
2	CODO DE 11.25°	28	0.81	0.41	1.08	0.36	0.72
1	CODO DE 22.5°	28	1.10	0.55	1.08	0.65	0.65
1	CODO DE 45°	28	1.26	0.63	1.08	0.86	0.86
1	TEE PARA CRUCERO	48 X 48	3.00	1.50	1.84	8.29	8.29
1	TEE PARA CRUCERO	48 X 16	3.00	1.50	1.84	8.29	8.29
1	TEE PARA CRUCERO	48 X 12	3.00	1.50	1.84	8.29	8.29

1	TEE PARA CRUCERO	48 X 10	3.00	1.50	1.84	8.29	8.29
1	TEE PARA CRUCERO	48 X 6	3.00	1.50	1.84	8.29	8.29
1	TEE PARA CRUCERO	44 X 14	2.75	1.38	1.69	6.42	6.42
1	TEE PARA CRUCERO	40 X 28	2.50	1.25	1.54	4.80	4.80
1	TEE PARA CRUCERO	40 X 10	2.50	1.25	1.54	4.80	4.80
1	TEE PARA CRUCERO	28 X 14	1.76	0.88	1.08	1.67	1.67
Elevación							
2	CODO DE 22.5°	48	1.88	0.94	1.84	3.26	6.51
2	CODO DE 30°	48	2.16	1.08	1.84	4.29	8.58
4	CODO DE 22.5°	40	1.56	0.78	1.54	1.87	7.48
4	CODO DE 11.25°	28	0.81	0.41	1.08	0.36	1.43
2	CODO DE 22.5°	28	1.10	0.55	1.08	0.65	1.31
2	CODO DE 30°	28	1.26	0.63	1.08	0.86	1.71
SILLETAS PARA VALVULAS DE MARIPOSA Y REGULADORA DE PRESIÓN							
3		20	0.85	0.85	0.75	0.54	1.63
3		12	0.55	0.55	0.50	0.15	0.45
3		8	0.35	0.35	0.30	0.04	0.11
PVC							
Planta							
6	CODO DE 22.5°	24	1.06	0.53	0.95	0.53	3.19
4	CODO DE 45°	24	1.49	0.75	0.95	1.06	4.22
1	CODO DE 45°	20	1.18	0.59	0.75	0.52	0.52
4	CODO DE 22.5°	18	0.76	0.38	0.68	0.19	0.78
2	CODO DE 90°	18	1.45	0.72	0.68	0.70	1.41
5	CODO DE 90°	16	1.29	0.64	0.68	0.56	2.79
6	CODO DE 22.5°	14	0.60	0.30	0.53	0.09	0.57
3	CODO DE 45°	14	0.84	0.42	0.53	0.19	0.56
1	CODO DE 90°	14	1.14	0.57	0.53	0.34	0.34
1	CODO DE 22.5°	12	0.53	0.27	0.38	0.05	0.05
2	CODO DE 22.5°	10	0.42	0.21	0.38	0.03	0.07
2	CODO DE 90°	6	0.27	0.13	0.24	0.01	0.02
1	TEE PARA CRUCERO	24 X 14	1.70	0.85	0.95	1.37	1.37
1	TEE PARA CRUCERO	24 X 12	1.70	0.85	0.95	1.37	1.37
3	TEE PARA CRUCERO	24 X 10	1.70	0.85	0.95	1.37	4.10
1	TEE PARA CRUCERO	20 X 20	1.35	0.68	0.75	0.69	0.69
1	TEE PARA CRUCERO	18 X 8	1.22	0.61	0.68	0.50	0.50
2	TEE PARA CRUCERO	18 X 6	1.22	0.61	0.68	0.50	1.00
1	TEE PARA CRUCERO	16 X 16	1.08	0.54	0.60	0.35	0.35
3	TEE PARA CRUCERO	16 X 6	1.08	0.54	0.60	0.35	1.05
2	TEE PARA CRUCERO	14 X 12	0.96	0.48	0.53	0.24	0.48
1	TEE PARA CRUCERO	14 X 10	0.96	0.48	0.53	0.24	0.24
1	TEE PARA CRUCERO	14 X 6	0.96	0.48	0.53	0.24	0.24
1	TEE PARA CRUCERO	10 X 10	0.68	0.34	0.38	0.09	0.09
2	TEE PARA CRUCERO	10 X 6	0.68	0.34	0.38	0.09	0.17
2	TEE PARA CRUCERO	6 X 6	0.44	0.22	0.24	0.02	0.05
1	TAPON CAMPANA	18	1.22	0.61	0.68	0.50	0.50
2	TAPON CAMPANA	16	1.08	0.54	0.60	0.35	0.70
5	TAPON CAMPANA	14	0.96	0.48	0.53	0.24	1.21
2	TAPON CAMPANA	10	0.68	0.34	0.38	0.09	0.17
1	TAPON CAMPANA	8	0.54	0.27	0.30	0.04	0.04
6	TAPON CAMPANA	6	0.44	0.22	0.24	0.02	0.14
Elevación							



4	CODO DE 22.5°	16	0.68	0.34	0.60	0.14	0.55
2	CODO DE 22.5°	14	0.60	0.30	0.53	0.09	0.19
2	CODO DE 45°	14	0.60	0.30	0.53	0.09	0.19
8	CODO DE 22.5°	10	0.42	0.21	0.38	0.03	0.26
TOTAL							196.22

La tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) requiere que por cada registro o atraque se coloquen tres coples extra y dos tramos cortos para tomar los posibles asentamientos diferenciales, ver Lámina 4.4.

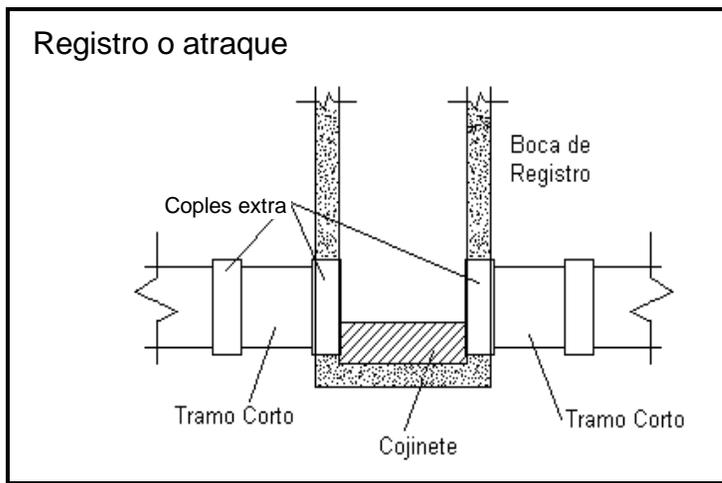


Lámina 4.4 Instalación de tubo de PRFV en un registro y un atraque.

4.6. Catálogo de conceptos y presupuesto base

En el cuadro 4.17 se presenta el catálogo de conceptos y los costos del proyecto de entubamiento de la red de conducción y distribución principal de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo". El precio unitario de la tubería de PRFV reportado en el cuadro 4.17 corresponde al precio de lista del mes de enero de 2005 y no incluye costo de transporte. Así mismo el costo de accesorios de PRFV tampoco incluye el transporte.

Cuadro 4.17 Catálogo de conceptos de la obra de entubamiento de la red de conducción y distribución principal de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo", Pénjamo, Guanajuato.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
			\$	\$
1. Limpieza y despalme del terreno donde se instalará la tubería	m ²	24614	1.42	34,951.88
2. Trazo y nivelación del terreno donde se instalará la tubería	m ²	24614	1.51	37,167.14
3. Excavación				
3.1. Excavación en material común, excepto roca, para instalar tuberías de conducción	m ³	56745.38	21.00	1,191,652.98
3.2. Excavación en material tipo III para instalar tubería de conducción	m ³	11800.00	60.00	708,000.00
4. Relleno y compactación				
4.1. Relleno y compactación de plantilla con material fino sin contenido de piedra y roca	m ³	4228.35	14.00	59,196.90
4.2. Relleno y compactación de zanja al 90 % de la prueba proctor en capas de 20 cm (hasta 30 cm por encima del lomo superior del tubo), con material proveniente de la excavación realizada para instalar la tubería	m ³	25403.12	16.00	406,449.92
4.3. Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm, con material proveniente de las excavaciones	m ³	27703.29	8.00	221,626.32
5. Suministro e instalación de tuberías				
5.1. Suministro de tubo de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), presión de trabajo de 6 kg/cm ² (PN6) y con rigidez nominal de 2500 N/m ² (SN 2500), no incluye cople de unión, en los siguientes diámetros:				
DN 1200 mm (48")	m	5140	2,207.79	11,348,061.16
DN 1100 mm (44")	m	1341	1,863.37	2,498,779.17
DN 1000 mm (40")	m	2207	1,573.86	3,473,517.85
DN 700 mm (28")	m	1699	908.52	1,543,575.48
5.2. Suministro de cople de poliéster reforzado con fibra de vidrio para unir tubería, presión de trabajo de 6 Kg/cm ² , rigidez nominal de 2500 N/m ² , incluye sellos de goma, en diámetros de:				
DN 1200 mm (48")	Pza	451	2,671.77	1,204,969.17
DN 1100 mm (44")	Pza	119	2,379.78	283,193.82
DN 1000 mm (40")	Pza	188	1,943.60	365,396.80
DN 700 mm (28")	Pza	150	1,241.87	186,280.50



5.3. Instalación de la tubería de poliester reforzado con fibra de vidrio				
DN 1200 mm (48")	Lote	1	226,961.22	226,961.22
DN 1100 mm (44")	Lote	1	49,975.58	49,975.58
DN 1000 mm (40")	Lote	1	69,470.36	69,470.36
DN 700 mm (28")	Lote	1	30,871.51	30,871.51
5.4. Suministro e instalación de tubo hidráulico de PVC clase 5 (presión de trabajo de 5 Kg/cm²), incluye anillo de empaque, serie métrica, en diámetros de:				
630 mm (24")	m	4293	950.00	4,078,350.00
500 mm (20")	m	708	688.80	487,670.40
450 mm (18")	m	2502	545.00	1,363,590.00
400 mm (16")	m	1395	364.71	508,770.45
355 mm (14")	m	3007	339.38	1,020,515.66
315 mm (12")	m	364	242.13	88,135.32
250 mm (10")	m	1430	154.50	220,935.00
200 mm (8")	m	12	98.75	1,185.00
160 mm (6")	m	516	64.78	33,426.48
6. Accesorios				
6.1. Suministro e instalación de Tee hidráulica de PVC para crucero, clase 5 (presión de trabajo de 5 Kg/cm²), serie métrica, en los siguientes diámetros:				
630 mm X 355 mm	Pza	2	4,350.00	8,700.00
630 mm X 315 mm	Pza	1	4,112.00	4,112.00
630 mm X 250 mm	Pza	3	3,852.00	11,556.00
500 mm X 500 mm	Pza	5	3,500.00	17,500.00
450 mm X 160 mm	Pza	2	2,419.00	4,838.00
400 mm X 400 mm	Pza	1	2,337.00	2,337.00
400 mm X 160 mm	Pza	3	2,067.00	6,201.00
355 mm X 355 mm	Pza	2	1,706.60	3,413.20
355 mm X 250 mm	Pza	1	1,897.00	1,897.00
355 mm X 160 mm	Pza	1	1,897.00	1,897.00
315 mm X 315 mm	Pza	2	1,361.60	2,723.20
250 mm X 250 mm	Pza	1	931.50	931.50
250 mm X 160 mm	Pza	2	931.50	1,863.00
200 mm X 200 mm	Pza	2	673.90	1,347.80
160 mm X 160 mm	Pza	2	489.90	979.80
6.2. Suministro e instalación de codo de PVC con campana tipo Angler y empaque de hule, clase 5 (presión de trabajo de 5 Kg/cm²), serie métrica, en diámetros de:				
PLANTA				
22.5° X 630 mm	Pza	6	3,067.00	18,402.00
45° X 630 mm	Pza	4	3,067.00	12,268.00



90° X 500 mm	Pza	4	2,755.00	11,020.00
45° X 500 mm	Pza	1	2,755.00	2,755.00
22.5° x 450 mm	Pza	4	2,327.00	9,308.00
90° X 450 mm	Pza	2	2,327.00	4,654.00
90° X 400 mm	Pza	5	2,015.00	10,075.00
22.5° X 355 mm	Pza	6	1,588.00	9,528.00
45° X 355 mm	Pza	3	1,588.00	4,764.00
90° X 355 mm	Pza	1	1,588.00	1,588.00
22.5° X 315 mm	Pza	1	1,032.70	1,032.70
90° X 315 mm	Pza	2	1,032.70	2,065.40
22.5° X 250 mm	Pza	2	683.10	1,366.20
90° X 200 mm	Pza	2	525.09	1,050.18
90° X 160 mm	Pza	3	411.70	1,235.10
ELEVACIÓN				
22.5° X 400 mm	Pza	4	2,015.00	8,060.00
22.5° X 355 mm	Pza	2	1,588.00	3,176.00
45° X 355 mm	Pza	2	1,588.00	3,176.00
22.5° X 250 mm	Pza	8	683.10	5,464.80
6.3. Suministro e instalación de reducción hidráulica de PVC, clase 5 (presión de trabajo de 5 Kg/cm ²), serie métrica, en diámetros:				
630 mm X 500 mm	Pza	5	2,399.00	11,995.00
630 mm X 450 mm	Pza	1	2,399.00	2,399.00
355 X 315 mm	Pza	2	1,233.00	2,466.00
250 mm X 200 mm	Pza	2	686.21	1,372.42
6.4. Suministro e instalación de tapón campana de PVC, clase 5 (presión de trabajo 5 Kg/cm ²), serie métrica, en diámetros de:				
500 mm	Pza	1	2,210.65	2,210.65
450 mm	Pza	1	2,094.30	2,094.30
400 mm	Pza	1	1,813.50	1,813.50
355 mm	Pza	2	1,429.20	2,858.40
315 mm	Pza	1	1,111.60	1,111.60
250 mm	Pza	1	614.70	614.70
160 mm	Pza	7	368.00	2,576.00
6.5. Suministro e instalación de tee para crucero de poliéster reforzado con fibra de vidrio, presión de trabajo 6 Kg/cm ² (PN6), rigidez nominal de 2500 N/m ² (SN 2500), incluye 5 coples de unión a tubo y accesorios, en los siguientes diámetros nominales:				
1200 mm X 1200 mm	Pza	1	51,791.29	51,791.29
1200 mm X 400 mm	Pza	1	27,040.90	27,040.90
1200 mm X 315 mm	Pza	1	23,850.91	23,850.91
1200 mm X 250 mm	Pza	1	23,439.59	23,439.59

1200 mm X 160 mm	Pza	1	22,716.39	22,716.39
1100 mm X 355 mm	Pza	1	25,635.18	25,635.18
1000 mm X 700 mm	Pza	1	38,522.83	38,522.83
1000 mm X 250 mm	Pza	1	22,424.85	22,424.85
6.6. Suministro e instalación de codo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, presión de trabajo 6 Kg/cm ² (PN6), rigidez nominal de 2500 N/m ² (SN 2500), incluye 3 coples de unión a tubo y accesorios, en los siguientes diámetros nominales:				
<i>PLANTA</i>				
11.25° X 1200 mm	Pza	7	16,252.79	113,769.53
22.5° X 1200 mm	Pza	5	16,252.79	81,263.95
30° X 1200 mm	Pza	1	16,252.79	16,252.79
45° X 1200 mm	Pza	1	21,673.40	21,673.40
90° X 1200 mm	Pza	1	28,905.40	28,905.40
22.5° X 1100 mm	Pza	1	14,622.20	14,622.20
30° X 1100 mm	Pza	2	14,622.20	29,244.40
11.25° X 1000 mm	Pza	1	12,706.85	12,706.85
22.5° X 1000 mm	Pza	4	12,706.85	50,827.40
45° X 1000 mm	Pza	2	17,950.05	35,900.10
11.25° X 700 mm	Pza	2	7,083.97	14,167.94
22.5° X 700 mm	Pza	1	7,083.97	7,083.97
45° X 700 mm	Pza	1	8,530.37	8,530.37
<i>ELEVACION</i>				
22.5 ° X 1200 mm	Pza	2	16,252.79	32,505.58
30° X 1200 mm	Pza	2	16,252.79	32,505.58
22.5° X 1000 mm	Pza	4	12,706.85	50,827.40
11.25° X 700 mm	Pza	4	7,083.97	28,335.88
22.5° X 700 mm	Pza	2	7,083.97	14,167.94
30° X 700 mm	Pza	2	7,083.97	14,167.94
6.7. Suministro e instalación de reducción concéntrica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, presión de trabajo 6 Kg/cm ² (PN6), rigidez nominal de 2500 N/m ² (SN 2500), incluye 4 coples de unión a tubo y accesorios, en los siguientes diámetros nominales:				
1200 mm X 1100 mm	Pza	1	34,444.66	34,444.66
1200 mm X 355 mm	Pza	1	74,555.14	74,555.14
1100 mm X 1000 mm	Pza	1	24,487.10	24,487.10
1000 mm X 630 mm	Pza	1	23,280.26	23,280.26
700 mm X 500 mm	Pza	1	12,043.54	12,043.54
6.8. Suministro e instalación de junta Gibault para unir tubo de poliéster reforzado con fibra de vidrio con tubo de PVC, incluye bridas y accesorios, presión de trabajo 7 Kg/cm ² , en los siguientes diámetros nominales:				
PRFV de 24" - PVC de 24"	Pza	1	3,958.00	3,958.00

PRFV de 20" - PVC de 20"	Pza	1	3,010.00	3,010.00
PRFV de 16" - PVC de 16"	Pza	1	1,902.00	1,902.00
PRFV de 14" - PVC de 14"	Pza	2	1,229.00	2,458.00
PRFV de 12" - PVC de 12"	Pza	1	757.00	757.00
PRFV de 10" - PVC de 10"	Pza	2	568.00	1,136.00
PRFV de 6" - PVC de 6"	Pza	1	289.00	289.00
7. Válvulas y accesorios				
7.1. Suministro e instalación de válvula de admisión y expulsión de aire y rompedora de vacío, clase 125, cuerpo de hierro gris ASTM A126 grado B, ASIENTO Buna-N, ASTM D2000, en diámetros de:				
6" y con bridas según ANSI-B16.1 clase 125 lbs (8.8 Kg/cm ²)	Pza	24	4,500.00	108,000.00
4" y con bridas según ANSI-B16.1 clase 125 lbs (8.8 Kg/cm ²)	Pza	6	2,980.00	17,880.00
3" y con rosca NPT según ANSI B16.1 para clase 125 lbs (8.8 Kg/cm ²)	Pza	12	910.00	10,920.00
2" y con rosca NPT según ANSI B16.1 para clase 125 lbs (8.8 Kg/cm ²)	Pza	30	770.00	23,100.00
1" y con rosca NPT según ANSI B16.1 para clase 125 lbs (8.8 Kg/cm ²)	Pza	7	460.00	3,220.00
7.2. Suministro e instalación de tee hidráulico de PVC con tubo elevador de 1m y adaptador macho para válvula de aire, clase 5 (presión de trabajo de 5 Kg/cm ²), serie métrica, en diámetros de:				
630 mm X 75 mm	Pza	12	9,844.00	118,128.00
500 mm X 50 mm	Pza	3	5,256.00	15,768.00
450 mm X 50 mm	Pza	9	4,240.40	38,163.60
400 mm X 50 mm	Pza	4	3,406.80	13,627.20
355 mm X 50 mm	Pza	12	2,950.00	35,400.00
315 mm X 50 mm	Pza	1	1,203.10	1,203.10
250 mm X 25 mm	Pza	6	780.00	4,680.00
160 mm X 50 mm	Pza	1	720.00	720.00
160 mm X 25 mm	Pza	1	680.00	680.00
7.3. Suministro e instalación de tee silleta de poliéster reforzado con fibra de vidrio con un extremo bridado para instalar una válvula de admisión y expulsión de aire (bridas según ANSI-B16.1 clase 125 lbs, 8.8 Kg/cm ²), presión de trabajo de 6 Kg/cm ² (PN06), rigidez de 2500 N/m ² , incluye 3 coples de unión y accesorios, en diámetros nominales de :				
1200 mm X 160 mm	Pza	15	33,067.19	496,007.85
1100 mm X 160 mm	Pza	4	30,894.20	123,576.80
1000 mm X 160 mm	Pza	6	27,351.65	164,109.90
700 mm X 100 mm	Pza	6	17,570.37	105,422.22
7.4.1 Construcción de protección de válvula de admisión y expulsión de aire de 6" y 4", de malla ciclónica galvanizada, de 0.7 m X 1.0 m, con base de concreto para anclar ángulos, incluye puerta y candado contra vandalismo	Pza	30	1,750.00	52,500.00

7.4.2 Construcción de protección de válvula de admisión y expulsión de aire de 3", 2" y 1", de malla ciclónica galvanizada, de 0.5 m X 0.7 m, con base de concreto para anclar ángulos, incluye puerta y candado contra vandalismo	Pza	49	1,500.00	73,500.00
7.5. Suministro e instalación de válvula reguladora de presión bridada operada por piloto hidráulico, clase 125 (presión de trabajo 8.8 Kg/cm ²), bridas según ANSI B16.1, incluye tornillería y empaques, en diámetros de:				
20"	Pza	2	186,730.00	373,460.00
12"	Pza	1	45,650.00	45,650.00
8"	Pza	1	24,530.00	24,530.00
7.6. Suministro e instalación de válvula de mariposa bridada y con volante de fierro fundido, presión mínima de trabajo 7 Kg/cm ² , incluye tornillería y empaques, en diámetros de:				
20"	Pza	6	19,500.00	117,000.00
12"	Pza	3	7,475.00	22,425.00
8"	Pza	3	3,392.00	10,176.00
7.7.1. Suministro e instalación de extremidad campana bridada de PVC para unir la tubería de PVC a la válvula de mariposa, clase 7 (presión de trabajo 7 Kg/cm ²), bridas según ANSI B16.1, en serie métrica, en diámetros de:				
500 mm (20")	Pza	6	7,825.00	46,950.00
315 mm (12")	Pza	3	1,650.00	4,950.00
200 mm (8")	Pza	3	725.00	2,175.00
7.7.2 Suministro e instalación de extremidad espiga bridada de PVC para unir la tubería de PVC a la válvula de mariposa, clase 7 (presión de trabajo 7 Kg/cm ²), bridas según ANSI B16.1, en serie métrica, en diámetros de:				
500 mm (20")	Pza	2	7,825.00	15,650.00
315 mm (12")	Pza	1	1,650.00	1,650.00
200 mm (8")	Pza	1	725.00	725.00
7.7.3 Suministro e instalación de extremidad espiga bridada de PVC para unir la tubería de PVC a la tubería de PRFV, clase 5 (presión de trabajo 5 Kg/cm ²), bridas según ANSI B16.1, en serie métrica, en diámetros de:				
160 mm (6")	Pza	1	680.00	680.00
7.8. Suministro e instalación de carrete de fierro fundido bridado de 0.5 m de longitud, requeridas para unir la válvula reguladora de presión con las válvulas de mariposa, presión de operación 7 Kg/cm ² , bridas según ANSI B16.1, incluye tornillería y empaques, en diámetros de:				
20"	Pza	4	8,404.00	33,616.00
12"	Pza	2	3,105.00	6,210.00
8"	Pza	2	1,639.00	3,278.00
7.9. Suministro e instalación de manómetro de glicerina, con rango mínimo de medición de 0 a 7 Kg/cm ² , incluye toma de bronce para manómetro.	Pza	8	450.00	3,600.00
7.10. Suministro e instalación de niple de PVC hidráulico, clase 7 (presión de operación 7 Kg/cm ²), serie métrica, en diámetros de:				
630 mm (24")	Pza	2	2,755.00	5,510.00

355 mm (14")	Pza	1	701.50	701.50
250 mm (10")	Pza	1	362.25	362.25
7.11. Suministro e instalación de cople de PVC hidráulico, clase 7 (presión de operación 7 Kg/cm ²), serie métrica, en diámetros de:				
500 mm (20")	Pza	4	2,755.00	11,020.00
315 mm (12")	Pza	2	701.50	1,403.00
200 mm (8")	Pza	2	362.25	724.50
7.12. Suministro e instalación de tee hydrante de PVC con adaptador macho, clase 5 (presión de operación 5 Kg/cm ²), serie métrica, en diámetros de:				
160 mm X 160 mm (6")	Pza	1	1,047.00	1,047.00
7.13. Suministro e instalación de válvula hydrante de aluminio, en serie métrica, roscada, presión de operación 5 Kg/cm ² , en diámetros de:				
160 mm (6")	Pza	1	569.48	569.48
8. Elaboración y colocación de concreto				
8.1. Elaboración y colado de concreto simple de 150 Kg/cm ² para atraques en tees, codos, tapones y silletas. Tamaño máximo del agregado ¾".				
8.2. Recubrimiento de concreto simple de 150 Kg/cm ² (0.5 m de espesor), para proteger la tubería de conducción en cruces de ríos, barrancas y drenes. Tamaño máximo del agregado ¾" y revenimiento máximo de 10 cm. Este concepto incluye elaboración y colocación de concreto así como el costo asociado al abatimiento y desvío de corrientes de agua.				
9. Registros para válvulas reguladoras y de mariposa				
9.1. Construcción de registro de concreto reforzado para alojar una válvula reguladora y dos válvulas de mariposa de 20", de 4 m de largo por 2.30 m de ancho por 2.30 m de altura, con un espesor de muros de 0.20 m, y una reja metálica en la parte superior de 4 m de largo por 2.30 m de ancho dividida en tres secciones y dispuestas con bisagras, marco metálico de 2 m por 4 m. La resistencia del concreto es de 250 Kg/cm ² , tamaño máximo del agregado de ¾" y la resistencia del acero de refuerzo es de 4200 Kg/cm ² . Detalle de armado en plano de instalación.				
9.2. Construcción de registro de concreto reforzado para alojar una válvula reguladora y dos válvulas de mariposa de 12", de 3.5 m de largo por 1.80 m de ancho por 2.30 m de altura, con un espesor de muros de 0.20 m, y una reja metálica en la parte superior de 3.5 m de largo por 1.8 m de ancho dividida en tres secciones y dispuestas con bisagras, marco metálico de 3.5 m por 1.8 m. La resistencia del concreto es de 250 Kg/cm ² , tamaño máximo del agregado de ¾" y la resistencia del acero de refuerzo es de 4200 Kg/cm ² . Detalle de armado en plano de instalación.				

9.3. Construcción de registro de concreto reforzado para alojar una válvula reguladora y dos válvulas de mariposa de 8", de 3.2 m de largo por 1.5 m de ancho por 3.2 m de altura, con un espesor de muros de 0.20 m, y una reja metálica en la parte superior de 3.2 m de largo por 1.5 m de ancho dividida en tres secciones y dispuestas con bisagras, marco metálico de 3.2 m por 1.5 m. La resistencia del concreto es de 250 Kg/cm ² , tamaño máximo del agregado de ¾" y la resistencia del acero de refuerzo es de 4200 Kg/cm ² . Detalle de armado en plano de instalación.	Pza	1	22,500.00	22,500.00
9.4. Construcción de registro de concreto reforzado para alojar la válvula de mariposa de 20" instalada en el bypass, de 1.6 m de largo por 1.6 m de ancho por 2.3 m de altura, con un espesor de muros de 0.20 m, tapa de concreto reforzado de 5 cm de espesor. La resistencia del concreto es de 250 Kg/cm ² , tamaño máximo del agregado de ¾" y la resistencia del acero de refuerzo es de 4200 Kg/cm ² . Detalle de armado en plano de instalación.	Pza	2	9,500.00	19,000.00
9.5. Construcción de registro de concreto reforzado para alojar la válvula de mariposa de 12" instalada en el bypass, de 1.5 m de largo por 1.5 m de ancho por 2.3 m de altura, con un espesor de muros de 0.20 m, tapa de concreto reforzado de 5 cm de espesor. La resistencia del concreto es de 250 Kg/cm ² , tamaño máximo del agregado de ¾" y la resistencia del acero de refuerzo es de 4200 Kg/cm ² . Detalle de armado en plano de instalación.	Pza	1	8,750.00	8,750.00
9.6. Construcción de registro de concreto reforzado para alojar la válvula de mariposa de 8" instalada en el bypass, de 1.5 m de largo por 1.5 m de ancho por 3.2 m de altura, con un espesor de muros de 0.20 m, tapa de concreto reforzado de 5 cm de espesor. La resistencia del concreto es de 250 Kg/cm ² , tamaño máximo del agregado de ¾" y la resistencia del acero de refuerzo es de 4200 Kg/cm ² . Detalle de armado en plano de instalación.	Pza	1	11,500.00	11,500.00
10. Medidor de gasto y volumen de agua de riego				
10.1 Suministro e instalación de Medidor Vantage 4400 tipo ultrasónico para tubería de PRFV, de 48" de diámetro, con 30 m de cable, incluye los rieles de montaje de microprocesador en gabinete, incluye registro con tapa para alojar sensor del medidor, en tamaño de 1.5m x 1.5m x 1.5 m. Incluye caseta para proteger gabinete del medidor de tamaño de 40x50x 20 cm.	Pza	1	60,000.00	60,000.00
11. Conexión con la obra de toma y galería				
11.1. Suministro e instalación de carrete de acero al carbón ASTM A53 Grado B, cédula 10, de 6.00 m, 42"Φ, de 8.7 mm de espesor, bridado en un extremo.	Pza	1	41,700.00	41,700.00
11.2. Suministro e instalación de carrete de acero al carbón ASTM A53, Grado B, cédula 10 de 1.50 m, 36"Φ, de 8.7 mm de espesor, bridado en un extremo.	Pza	1	19,200.00	19,200.00
11.3. Suministro e instalación de ampliación de acero al carbón ASTM A53 Grado B, cédula 10 42" a 48" Φ, de 8.7 mm de espesor, bridado en sus extremos.	Pza	1	35,000.00	35,000.00
11.4. Suministro e instalación de tee de acero al carbón ASTM A53 Grado B, cédula 10 de 48"x36" bridada en sus extremos, con tornillería incluida	Pza	1	75,000.00	75,000.00
11.5. Suministro e instalación de tubo de acero de 508 mm de longitud, 102 mm Φ, 6 mm e(20"x4"x1/4")	Pza	2	1,500.00	3,000.00

11.6. Suministro e instalación de polietileno de alta densidad RD-32.5 de 42"Φ o equivalente, incluye termofusión.	m	90	2,650.00	238,500.00
11.7. Suministro e instalación de válvula de compuerta de 36"Φ de vástago saliente (150 psi).	Pza	1	315,000.00	315,000.00
11.8. Elaboración y colocación de concreto hidráulico de f'c=250 Kg/cm ² .	m ³	1.00	1,500.00	1,500.00
11.9. Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo de 15.9 mm (5/8") Φ de fy=3000kg/cm ²	Ton	0.05	9,000.00	450.00
11.10. Suministro e instalación de brida stub end PEAD RD-32.5 de 47"Φ ext.y 42 barrenos.	Pza	1	15,000.00	15,000.00
11.11. Suministro e instalación brida de fo.fo. de 42"Φ int, 51"Φ ext, 42 barrenos y tornillería incluida	Pza	1	13,030.00	13,030.00
11.12. Suministro e instalación de brida de fo.fo. de 48"Φ int, 48 barrenos, tornillería y junta incluidos	Pza	2	14,420.00	28,840.00
11.13. Suministro e instalación de junta de neopreno de 47"Φ ext y 42"Φ int y 2" espesor.	Pza	1	1,750.00	1,750.00
11.14. Suministro e instalación de abrazadera de solera de 78 3/4"x3"x1/4" (2000x76x6mm)	Pza	7	2,500.00	17,500.00
11.15. Suministro e instalación de ganchos con rosca y tuerca hexagonal de 1"Φx12" de longitud.	Pza	14	500.00	7,000.00
11.16. Suministro y aplicación de aditivo para unir concreto nuevo al existente	L	4	500.00	2,000.00
TOTAL				36,453,663.18

PRESUPUESTO RESUMEN

Concepto	Presupuesto (\$)
1. Excavación y relleno de la zanja para instalar la tubería	2´659,045.14
2. Suministro e instalación de tubería	29´083,630.93
3. Suministro e instalación de tees, codos, reducciones, válvulas de aire, reductoras/reguladoras de presión, medidores, registros, etc.	3´896,517.11
4. Obra de toma, tubería en galería, válvula de desfogue	814,470.00
TOTAL (\$)	36´453,663.18
(\$/ha)	18,575.60

Los tubos y accesorios de PVC y PRFV reportados en el cuadro 4.18 pueden ser sustituidos por tubos de polietileno de alta densidad o acero cumpliendo con la presión de operación especificada, así mismo el PVC clase 5 puede ser reemplazado por PRFV clase 6. Si se quiere reemplazar el diámetro de un tubo propuesto en el catálogo de conceptos por dos o más tubos del mismo material o de otro, debe conservarse el área hidráulica del tubo especificado originalmente. En el cuadro 4.18 se muestra un ejemplo de cómo sustituir la tubería propuesta de PRFV por tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) y por PVC.

Cuadro 4.18 Características hidráulicas de tubos de PRFV, PEAD Y PVC.

TUBERÍA	CARACTERÍSTICAS				
DIÁMETRO DE UN TUBO DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO PN6, RN= 2500 N/M²	48", PN6	44", PN6		40", PN6	28", PN6
Area hidráulica de un tubo (m ²)	1.13	0.95		0.79	0.38
DIÁMETRO Y CLASE DE UN TUBO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	36", RD 21	34", RD 21		31.5", RD 21	30", RD 21
Area hidráulica de un tubo (m ²)	0.54	0.48		0.41	0.37
Area hidráulica de dos tubos (m ²)	1.07	0.96		0.82	
DIÁMETRO Y CLASE DE UN TUBO DE PVC	24", clase 5	24" y 20", clase 5		20", clase 7	20", clase 7
Area hidráulica de un tubo (m ²)	0.29	0.29 0.18	24" 20"	0.18	0.18
Area hidráulica de dos tubos (m ²)		0.58 + 0.36= 0.94	2 de 24" y 2 de 20"		0.35
Area hidráulica de cuatro tubos (m ²)	1.15			0.71	

4.7 Diseño de la red interparcelaria y parcelaria

4.7.1 Información topográfica

La información topográfica se entregó al IMTA por parte de la SAGARPA, sin embargo, el IMTA hizo una verificación de las cotas del terreno de la zona parcelada para la validación de las curvas de nivel.

✓ Información general

Para realizar los trabajos técnicos topográficos, se utilizó tecnología de vanguardia a nivel mundial en equipos de medición, tales como Estación Total marca SOKKIA modelo SET 510 con resolución en pantalla de 1" y 5" de precisión, lo que garantiza altos niveles de exactitud en las mediciones.

Con el objeto de establecer un marco de referencia geográfica uniforme, el levantamiento técnico topográfico realizado para la verificación de la altimetría de la zona parcelada se tomo como referencia la poligonal de apoyo utilizada para el levantamiento de la línea de conducción, la cual esta ligada a la Red Geodésica Nacional Activa mediante la propagación de coordenadas a partir de una línea de control azimutal y lineal.

✓ Procedimiento

Ubicación de las líneas de precisión utilizadas para la medición de la zona parcelada.

Con la finalidad de contar con datos precisos para realizar la verificación en campo de la calidad de la medición realizada en la zona parcelada, primeramente se ubicaron en gabinete las líneas de precisión utilizadas para la medición, teniéndose como dato las coordenadas Norte, Este y Elevación de cada uno los puntos utilizados. Posteriormente, tomando como referencia la poligonal utilizada para el levantamiento del perfil, las líneas de precisión se replantearon en campo con la finalidad de propagar coordenadas a dichas líneas y poder comparar los datos de elevación de ambas referencias.

Verificación de las cotas del terreno de la zona parcelada

Para la verificación de la altimetría de la zona parcelada se realizó un muestreo de puntos distribuidos aleatoriamente en la totalidad de la superficie que abarca el proyecto con la finalidad de realizar un comparativo de cotas entre las reportadas en las curvas de nivel y las obtenidas con el muestreo y estas a su vez con las obtenidas de la medición del perfil de la conducción principal.

Como parte de la información recabada durante la verificación, se realizó la medición de todos los puntos altos a los extremos de la zona parcelada con la finalidad de conocer los desniveles totales que son determinantes para el diseño de las tuberías que conducirán el agua hasta los puntos de entrega principales que son en lo general los puntos más altos de cada una de las zonas.

El procesamiento de la información se realizó con equipo de cómputo para facilitar los cálculos, utilizando *software* de procesamiento topográfico para el ajuste por el método de mínimos cuadrados de observaciones topográficas (distancias, ángulos horizontales y verticales) en un sistema tridimensional, obteniendo como resultado final las coordenadas NORTE, ESTE Y ELEVACION (Y, X, Z), de cada punto medido los cuales son almacenadas en archivos de texto con extensión *.CGP que pueden ser utilizados por cualquier *software* comercial.

Ubicación de las líneas de precisión utilizadas para la medición de la zona parcelada

El principal problema que se presentó al momento del replanteo de los puntos de precisión fue que no se encontraron rasgos físicos (estaca, varilla, clavo, piedra, etc) que determinaran la existencia de los puntos con la consiguiente pérdida de tiempo. Por lo anterior, se ubicaron los puntos de acuerdo al sitio que determinaron las coordenadas y se les propagaron coordenadas, obteniéndose con esto datos válidos para realizar la validación de la información.

El plano resultante de la verificación se realizó en AUTOCAD ver. 2002, utilizando la escala adecuada acorde a la información topográfica. Las curvas de nivel fueron generadas en el programa CIVILCAD Ver. 7 y equidistancia entre curvas de un metro.

Con el gasto hidráulico total de 1,960 l/s para el período de máxima demanda del riego, permitirá abrir de manera simultánea 49 válvulas de riego o hidrantes, con un gasto promedio en cada uno de 40 l/s.

4.7.2 Tubería y materiales principales

Los materiales principales para tecnificar la red de conducción interparcelaria y parcelaria se presenta en la siguiente tabla. En el cuadro 4.19 se presenta la cantidad de tubería por diámetro necesaria para la red interparcelaria y parcelaria.

4.19 Relación de algunos de los principales materiales requeridos para el entubamiento de la red interparcelaria y parcelaria de la zona de riego de la presa Mariano Abasolo, Gto.

CONCEPTO	CANTIDAD (m)	MATERIAL
1. Tubería		
400 mm (16")	1285	PVC
355 mm (14")	775	PVC
315 mm (12")	4,136	PVC
250 mm (10")	11,319	PVC
200 mm (8")	17,739	PVC
160 mm (6")	48112	PVC
TOTAL	83,366	PVC
2. Tubería con compuerta de 160 mm (6")	11,400	PVC
3. Número hidrantes	663	
4. medidores de gasto y totalizador volumétrico	17	

Como dato importante que se puede resaltar de la tabla anterior, es que se requiere una longitud total de 83.366 km de tubería para la red interparcelaria y parcelaria de la zona de riego de la Presa Mariano Abasolo, Gto. Resultando una densidad de tubería de 42.5 m/ha, la cual se considera muy aceptable.

4.7.2 Presupuesto

La tecnificación de la red interparcelaria y parcelaria se trabajó por áreas compactas que agrupa a ejidos y a la pequeña propiedad. De esta manera se agruparon 14 áreas compactas. En la siguiente tabla se presenta el presupuesto, la superficie y el costo por hectárea en promedio para cada área compacta. En el cuadro 4.20 se presenta el presupuesto de la red interparcelaria y parcelaria.

Cuadro 4.20 Presupuesto base para la tecnificación del riego interparcelario y parcelario de la zona de riego de la Presa Mariano Abasolo, Pénjamo, Gto., en una superficie total de 1962.45 ha.

AREA O EJIDO	SUPERFICIE	HIDRANTES	PRESUPUESTO TOTAL (\$)	\$ / ha
PP. LA VIGERIA	109.86	22	1,056,023.16	9,612.44
PP. LAS FICHAS	95.23	19	596,790.85	6,266.84
MADEJA_OCOTES_ERMITA	154.14	50	829,825.86	5,383.59
ACUITZIO	94.47	55	964,089.72	10,205.57
MADEJA	143.28	52	1,118,696.51	7,807.76
LOMITA DE ACEVES	199.89	78	1,385,242.04	6,930.02
LAGUNA LARGA_PP. LA FLORIDA	290.69	108	2,678,090.88	9,212.88
LOS OCOTES I	133.76	34	810,328.70	6,058.08
LOS OCOTES II	140.97	36	849,106.73	6,023.32
LOS OCOTES III	141.30	34	1,195,174.41	8,458.42
SAUZ DE MENDEZ	84.50	30	662,495.36	7,840.18
ZARAGOZA	121.48	49	1,104,038.09	9,088.23
SANTA ELENA	161.36	55	1,263,517.74	7,830.43
JOYA DE MULAS_LOMITA DE ACEVES	91.52	41	561,433.85	6,134.55
TOTAL	1,962.45	663	15,074,853.90	7,681.66

Resultando un presupuesto para la red interparcelaria y parcelaria de \$ 15'074,853.90, para una superficie de 1962.45 ha, resulta un costo promedio por hectárea de \$ 7, 681.66.

De igual manera, este presupuesto base, se elaboró tomando como referencia por un lado la lista de precios para tubería de PVC y accesorios que nos proporcionó el Gobierno del Estado de Guanajuato en el mes de abril del 2005.

4.8 Resumen presupuesto total

Finalmente en el cuadro 4.21 se indica el resumen del costo total de entubamiento de la red de conducción principal, y el de la red interparcelaria y parcelaria de la Unidad de Riego de la Presa Mariano Abasolo, del municipio de Pénjamo, Gto. El presupuesto total para entubar la red de conducción principal y la red interparcelaria y parcelaria de la Unidad de Riego de la Presa Mariano Abasolo, asciende a la cantidad total de \$ 51'161,200. Actualmente se está revisando el análisis hidráulico para determinar el requerimiento de instalar válvulas de riego con regulador de presión en los hidrantes que así lo requieran, o bien, la instalación de válvulas reguladoras de presión para un grupo de hidrantes, por lo que el presupuesto base podría ascender a una cantidad total aproximada de 52'000 000.



Cuadro 4.21 Resumen presupuesto total

Concepto	Presupuesto (\$)	(\$/ha)
1. Conducción principal y Obra de Toma	36´453,663	18,576
2. Red interparcelaria y parcelaria	15´103,874	7,696
TOTAL (\$)	51´557,537	26,272

El presupuesto total para entubar la red de conducción principal y la red interparcelaria y parcelaria de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo", municipio de Pénjamo, Gto., asciende a la cantidad total de \$ 51´557,537, con un costo promedio por hectárea de \$ 26,272.

V. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

5.1. Situación sin proyecto

5.1.1 Superficie actual

El productor actualmente está limitado a sembrar la superficie máxima que le permite la disponibilidad volumétrica que almacena la presa Mariano Abasolo, hasta 1,600 ha en el ciclo otoño-invierno con un promedio de cuatro riegos, y 1,600 ha en el ciclo primavera-verano que se adelanta al temporal con un solo riego, de un total de 1850 ha; sin embargo, en algunos años ésta se puede incrementar, utilizando agujas sobre el vertedor para captar un volumen de agua adicional, por lo que podría regarse hasta un 20% adicional; es decir, que actualmente no se alcanza a regar adecuada y completamente una superficie de 250 ha en la parte final de la unidad de riego, además de las fuertes variaciones en las láminas de agua aplicadas a los cultivos que dominan la mayor superficie de riego con granos básicos como son: maíz, trigo y sorgo.

Tanto la superficie actual como su distribución por cultivo fue proporcionada por la Directiva de la Unidad de Riego de la Presa Mariano Abasolo del municipio de Pénjamo, Gto., que corresponde al promedio de los dos últimos ciclos de riego otoño-invierno de 2004/2005 y primavera verano de 2004. La superficie cultivada y regada por ciclo se puede observar en la Tabla 5.1.1.

Tabla 5.1.1 Cultivo, superficie, rendimiento, precio medio rural y costos de producción

Cultivo	Superficie regada (ha)				Rendimientos (ton/ha)				PMR 2005 \$/ton	Costo producción	
	Sin proy		Con rehab		Actual		Solo rehabilitación			Actual	Con rehab
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	(\$/ha)	(\$/ha)	
P-V											
Maíz	1100	1200	1200	1250	8.0	8.0	8.5	8.5	1800	6500	7392
Sorgo	500	650	650	600	7.0	7.0	7.5	7.5	1650	5500	5526
O-I											
Trigo	1580	1800	1800	1800	5.0	5.0	5.5	5.5	1800	7500	7708
Cebolla	15	30	30	30	40.0	41.0	41.0	41.0	2000	32000	37281
Tomate V	5	20	20	20	12.0	12.5	12.5	12.5	6000	18000	18344
Fresa	0	0	0	0	26.0	26.0	27.0	27.0	5600	34000	50113

5.1.2 Rendimientos de los cultivos

Los rendimientos de los cultivos que actualmente alcanza el productor también fueron proporcionados por la Directiva de la Unidad de Riego de los ciclos mencionados, algunos de los cuales fueron comentados y analizados con personal técnico de dicha Unidad antes de su aplicación. Cabe señalar que dicha información fue solicitada al productor para tener un punto de referencia y poderla confrontar con la de otras unidades de riego, sin que se haya alcanzado el objetivo. En la misma Tabla 5.1.1 los rendimientos de la situación actual corresponden al año

zero. En caso de no ejecutar el proyecto (situación sin proyecto), pero que necesariamente se llevarían a cabo algunas acciones de rehabilitación de la red de canales para reconstruir parte de la obra civil, se considera una ligera reconversión de cultivos y una mejora en la eficiencia de conducción del agua, que conllevaría a un ligero aumento en la disponibilidad de agua y consecuentemente en los rendimientos de los cultivos, los cuales quedan proyectados en los años 1 a 3 de la misma tabla 5.1.1.

5.1.3 Precios medios

Los precios al igual que los rendimientos fueron proporcionados por la Unidad de Riego y corresponden en algunos casos a los precios medios rurales que se rigen por la oferta y demanda del mercado, principalmente de las hortalizas y frutales, y en otros a los precios de garantía que aún controla el Gobierno Federal a los productores a través del PROCAMPO y otros programas de fomento y regulación, para el caso de las gramíneas; no obstante, el precio medio rural del sorgo proporcionado por la Unidad de Riego fue revisado con la estadística de otras fuentes para la misma región y se encontró muy conservador por lo que se incrementó en \$200/ton. Para efectos de evaluación económica, a excepción del p. m. r. del sorgo, se tomaron los precios del último ciclo primavera-verano 2004 y los precios del ciclo otoño-invierno 2004/2005 tal como fueron reportados por la Unidad de Riego, los cuales son congruentes con los registrados en las estadísticas oficiales de la SAGARPA y la CNA. Ver Tabla 5.1.1.

5.1.4 Costos de producción

Los costos de producción por hectárea de todos los cultivos consideran ocho grandes rubros: preparación del terreno, siembra o plantación, fertilización, labores culturales, riego y drenaje, control de plagas y enfermedades, cosecha y costos indirectos (asistencia técnica, seguro agrícola y costo financiero). Los costos actuales, es decir, los que eroga el productor con su sistema de riego actual, también se tomaron de los reportados por la Unidad de Riego a precios de 2004, cabe señalar que los costos indirectos son menores a los reales y se aplican solo a los cultivos subsidiados, de esta manera se determinó el costo total de la producción para la situación sin proyecto. Ver Tabla 5.1.1.

5.1.5 Inversiones sin proyecto

Las inversiones estimadas para la situación sin proyecto, son mínimas, si se considera que la red de canales aún puede prolongarse su vida útil; para abatir las pérdidas de agua en la conducción, bastaría con rehabilitar las losas de los canales revestidos en poco más de 2.0 km de longitud, reparar algunas obras de toma, compuertas y construir una pequeña planta con tres equipos de bombeo para regar las 250 ha que no alcanzan a regarse satisfactoriamente, para este conjunto de acciones se requiere una inversión mínima de \$3.478 millones en promedio cada 5 años.

El costo actual de operación y mantenimiento por \$317 mil anuales, se incrementaría por concepto del consumo de energía eléctrica, por la operación y el mantenimiento de la nueva unidad de bombeo, a \$439 mil, los cuales continuarían prorrateándose entre los usuarios de la unidad de riego. Cabe señalar que los ahorros de agua estimados para la situación con proyecto fueron presentados en su oportunidad, con las alternativas de entubamiento de los anteproyectos preliminares. El detalle de la inversión se puede consultar en la tabla 5.1.2.

Proyecto ejecutivo de riego a la demanda de la zona de riego Presa Mariano Abasolo, Gto.

Tabla 5.1.2 Programa de inversiones de la rehabilitación del sistema de riego actual (miles de \$)

No.	CONCEPTO	INV. FIJA					Reinversiones															
		AÑO:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Red conducción	1665	665	0		2330					2330					2330						2330
2	Red parcelaria e interp	200	0	0		200					200					200						200
3	Sistemas presurizados	0	0	0	0	0																
4	Obra civil y electromec.	350	0	0		350					350					350						350
5	Suma activos	2215	665	0	0	2880	0	0	0	0	2880	0	0	0	0	2880	0	0	0	0	0	2880
6	Instalación	111	33	0	0	144	0	0	0	0	144	0	0	0	0	144	0	0	0	0	0	144
7	Impuesto 15%	349	105	0	0	454	0	0	0	0	454	0	0	0	0	454	0	0	0	0	0	454
8	Suma inversión	2675	803	0	0	3478	0	0	0	0	3478	0	0	0	0	3478	0	0	0	0	0	3478
9	Operación	144	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
10	Mantenimiento	173	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223
11	Soporte técnico																					
12	Valor de rescate (-)									0					0						0	
13	Subtotal operación	317	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439	439
14	T O T A L	2992	1242	439	439	3917	439	439	439	439	3917	439	439	439	439	3917	439	439	439	439	439	3917

5.1.6 Utilidad aparente

La utilidad aparente de cada cultivo se determinó como la diferencia entre el valor total de la producción y el costo total de producción, sin considerar los subsidios que otorga el Gobierno Federal. A la utilidad aparente actual se sumó el importe de los ingresos por concepto de recuperación de cuotas de riego solo de la superficie media que alcanza regarse, pues como ya se mencionó quedan 250 ha sin riego, lo que modifica la superficie en la situación con proyecto y consecuentemente afecta los indicadores de rentabilidad, conformando la utilidad neta. Ver Tabla 5.1.3.

5.1.7 Rentabilidad del sistema sin proyecto

La evaluación económica del sistema de riego actual se realiza sobre un horizonte de planeación de 20 años, para conocer su nivel de rentabilidad, período que se establece en función de la vida útil de las obras actuales y grado de rehabilitación y equipamiento de la unidad de riego, constituido por la obra civil, la red principal, secundaria y parcelaria del sistema, incluidos los accesorios que representan una mayor vida útil del sistema, así como la planta de bombeo y buena parte de las reinversiones por reemplazo de equipo electromecánico cada cinco años.

Evaluar esta unidad de riego con activos fijos a punto de fenecer y en consecuencia de los beneficios y costos que se generan a través de la operación, del grado de tecnificación y equipamiento del sistema, del sistema productivo que lo soporta, sobre todo que el valor del agua cobra mayor importancia a medida que pasa el tiempo, pero que no se puede cuantificar ni conjugar si no se tienen los recursos asociados, que no se tiene un diagnóstico detallado sobre el estado actual de la infraestructura, que las eficiencias de conducción y aplicación, no mejorarían sensiblemente, todo ello, hace que la evaluación se convierta en una tarea sumamente compleja. Sin embargo, al igual que la alternativa con proyecto, la regla generalmente aceptada es evaluar sólo los costos y beneficios marginales esperados de la situación sin proyecto, pero que encierra necesariamente una serie de acciones mínimas de subsistencia, no obstante que los activos existentes le dan sustento al sistema actual, las acciones generadas aportan un valor adicional tanto en costo como en beneficio. Es así como los beneficios de la situación actual se integran considerando únicamente los dos últimos ciclos agrícolas O-I y P-V; ver tabla 5.1.3.

Tabla 5.1.3 Utilidad aparente en situación actual

Ciclo/Cultivo	Sin proy ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1100	8.0	8800	1800	15840	6500	7150	8690
Sorgo	500	7.0	3500	1650	5775	5500	2750	3025
O-I								
Trigo	1580	5.0	7900	1800	14220	7500	11850	2370
Cebolla	15	40.0	600	2000	1200	32000	480	720
Tomate V	5	12.0	60	6000	360	18000	90	270
Fresa	0	26.0	0	5600	0	34000	0	0
Cuota de riego rec	3200			500	1600			1600
TOTAL	3200		20860		38995		22320	16675

Para los beneficios de la situación sin proyecto se considera un período de aprendizaje del sistema de 3 años, aún cuando los usuarios de la unidad aguas arriba están familiarizados con el bombeo, los de la unidad aguas abajo no lo están y la maduración se logra hasta que teóricamente los rendimientos por concepto de una oportuna y mejor aplicación del agua, se mantienen constantes, es decir, cuando el usuario ha aprendido a usar el sistema correctamente, de esta manera los rendimientos máximos se alcanzan por efecto del manejo óptimo del sistema y de la maduración de sistema productivo. De esta forma los beneficios marginales se obtienen de la diferencia entre la utilidad neta de la situación sin proyecto que considera acciones de rehabilitación y la actual; como se puede ver en las tablas 5.1.4, 5.1.5 y 5.1.6.

Tabla 5.1.4 Utilidad aparente en año 1, con rehabilitación de la red y una planta de bombeo de 280 l/s

Ciclo/Cultivo	Con rehab ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1200	8.0	9600	1800	17280	7392	8870	8410
Sorgo	650	7.0	4550	1650	7507.5	5526	3592	3916
O-I								
Trigo	1800	5.0	9000	1800	16200	7708	13874	2326
Cebolla	30	41.0	1230	2000	2460	37281	1118	1342
Tomate V	20	12.5	250	6000	1500	18344	367	1133
Fresa	0	26	0	5600	0	50113	0	0
Cuota de riego rec	1850			500	925			925
TOTAL	3700.0		24630		45872.5		27822	18050

Para hacer las corridas se consideró la tasa de descuento que aplican tanto el FIRA como la Financiera Rural para proyectos del sector agropecuario; para este caso fue la tasa CETES a 28 días + 4 puntos porcentuales al mes de mayo de 2005 (9.63+4.00), aplicando para fines prácticos una tasa de 15.0%. En la Tabla 5.1.7 se presentan los flujos de efectivo y la corrida normal de la evaluación económica. En la Tabla 5.1.8 como un ejemplo del análisis de sensibilidad solo se presenta la corrida con los flujos de efectivo afectados por un coeficiente de variación del caso más desfavorable que pudiera presentarse, reduciendo los beneficios en un 10% y aumentando los costos en un 15% de manera simultánea; no obstante, se presentan dentro del análisis de sensibilidad 4 casos más con posibles variaciones en los flujos de efectivo. En el análisis de sensibilidad se puede apreciar una variación más significativa en la corriente de beneficios, que en la de costos, por lo que se deberá vigilar el comportamiento de precios, logrando las mejores oportunidades de venta y evitar una baja en los rendimientos proyectados.

Tabla 5.1.5 Utilidad aparente en año 2, con rehabilitación de la red y una planta de bombeo de 280 l/s

Ciclo/Cultivo	Con rehab ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1200	8.5	10200	1800	18360	7392	8870	9490
Sorgo	650	7.5	4875	1650	8043.75	5526	3592	4452
O-I								
Trigo	1800	5.5	9900	1800	17820	7708	13874	3946
Cebolla	30	41.0	1230	2000	2460	37281	1118	1342
Tomate V	20	12.5	250	6000	1500	18344	367	1133
Fresa	0	27.0	0	5600	0	50113	0	0
Cuota de riego rec	1850			500	925			925
TOTAL	3700.0		26455		49108.75		27822	21287

Tabla 5.1.6 Utilidad aparente en año 3, con rehabilitación de la red y una planta de bombeo de 280 l/s

Ciclo/Cultivo	Con rehat ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1250	8.5	10625	1800	19125	7392	9240	9885
Sorgo	600	7.5	4500	1650	7425	5526	3316	4109
O-I								
Trigo	1800	5.5	9900	1800	17820	7708	13874	3946
Cebolla	30	41.0	1230	2000	2460	37281	1118	1342
Tomate V	20	12.5	250	6000	1500	18344	367	1133
Fresa	0	27.0	0	5600	0	50113	0	0
Cuota de riego rec	1850			500	925			925
TOTAL	3700.0		26505		49255		27915	21340

El análisis económico y de sensibilidad considera los marcadores más representativos de la rentabilidad del estado sin proyecto como son: la relación beneficio/costo (B/C), cuyo resultado fue de 2.57, el valor presente neto de beneficios (VPN) de 15.89 millones de pesos, la tasa interna de retorno (TIR) de 72.97% y el período de recuperación de capital (PRC) de 3 años.

Proyecto ejecutivo de riego a la demanda de la zona de riego Presa Mariano Abasolo, Gto.

Tabla 5.1.7 Cálculo de valor presente neto (VPN) y la razón B/C con flujos actualizados

AÑO t	BENEFICIOS B	COSTOS C	BEN-COS (B-C)	BENACT Ba	BENACUM	COSACT Ca	COSACUM	PRI
0	0	2991.6	-2991.6	0	0	2992	2992	
1	1375.4	1242.0	133.4	1196	1196	1080	4072	
2	4611.7	439.0	4172.7	3487	4683	332	4404	3
3	4664.6	439.0	4225.6	3067	7750	289	4692	4
4	4664.6	3916.6	748.0	2667	10417	2239	6932	5
5	4664.6	439.0	4225.6	2319	12736	218	7150	6
6	4664.6	439.0	4225.6	2017	14753	190	7340	7
7	4664.6	439.0	4225.6	1754	16507	165	7505	8
8	4664.6	439.0	4225.6	1525	18031	144	7648	9
9	4664.6	3916.6	748.0	1326	19357	1113	8761	10
10	4664.6	439.0	4225.6	1153	20510	109	8870	11
11	4664.6	439.0	4225.6	1003	21513	94	8964	12
12	4664.6	439.0	4225.6	872	22385	82	9046	13
13	4664.6	439.0	4225.6	758	23143	71	9118	14
14	4664.6	3916.6	748.0	659	23802	554	9671	15
15	4664.6	439.0	4225.6	573	24375	54	9725	16
16	4664.6	439.0	4225.6	498	24874	47	9772	17
17	4664.6	439.0	4225.6	433	25307	41	9813	18
18	4664.6	439.0	4225.6	377	25684	35	9848	19
19	4664.6	3916.6	748.0	328	26012	275	10124	20
20								
VPN			15889	26012		10124		3

Proyecto ejecutivo de riego a la demanda de la zona de riego Presa Mariano Abasolo, Gto.

Tabla 5.1.8 Análisis de sensibilidad ante variaciones de costos y beneficios

AÑO t	BENEFICIOS B	COSTOS C	BEN-COS (B-C)	BENACT Ba	BENACUM	COSACT Ca	COSACUM	PRI
Coef.	0.9	1.15						
0	0	3440	-3440	0	0	3440	3440	
1	1238	1428	-190	1076	1076	1242	4682	
2	4150	505	3646	3138	4215	382	5064	
3	4198	505	3693	2760	6975	332	5396	4
4	4198	4504	-306	2400	9375	2575	7971	5
5	4198	505	3693	2087	11463	251	8222	6
6	4198	505	3693	1815	13278	218	8441	7
7	4198	505	3693	1578	14856	190	8630	8
8	4198	505	3693	1372	16228	165	8795	9
9	4198	4504	-306	1193	17422	1280	10076	10
10	4198	505	3693	1038	18459	125	10200	11
11	4198	505	3693	902	19362	109	10309	12
12	4198	505	3693	785	20146	94	10403	13
13	4198	505	3693	682	20829	82	10485	14
14	4198	4504	-306	593	21422	637	11122	15
15	4198	505	3693	516	21938	62	11184	16
16	4198	505	3693	449	22387	54	11238	17
17	4198	505	3693	390	22777	47	11285	18
18	4198	505	3693	339	23116	41	11326	19
19	4198	4504	-306	295	23411	316	11642	20
20								
VPN			11769	23411		11642		4

Los resultados del análisis económico se presentan en la Tabla 5.1.9. Como se desprende de los diversos escenarios, esta situación sin proyecto pero con algunas acciones de rehabilitación y de mínima inversión, presenta una rentabilidad alta y pareciera muy atractiva, que de hecho lo es; sin embargo, el margen de maniobra para poder disponer de un mayor volumen de agua a través del mejoramiento de las eficiencias de conducción y distribución que traería el proyecto de entubamiento, se quedaría en el límite de la demanda actual, sin la posibilidad de llevar a cabo una reconversión productiva con la introducción de nuevos cultivos con mayores posibilidades de acceder a los mercados de exportación, pero que también requieren mayor demanda de agua.

Tabla 5.1.9 Resultados de la evaluación económica y del análisis de sensibilidad sin proyecto
Tasa de descuento: 15.00%

INDICADOR	NORMAL	FACTORES DE VARIACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS/RESULTADOS				
		1.15	1.10	1.05	1.00	1.10
Costos:	1.00					
Beneficios:	1.00	0.9	0.90	0.95	1.10	1.00
B/C	2.57	2.01	2.10	2.57	2.83	2.34
VPN (\$)	15889	11769	12275	15094	18490	14876
TIR (%)	72.97	54.61	57.72	72.97	80.98	65.47
PRI (AÑOS)	3	4	4	3	3	4

5.2. Situación con proyecto

5.2.1 El cambio para lograr la tecnificación y rentabilidad aceptables

La evaluación económica del proyecto de riego tecnificado pretende alcanzar una rentabilidad mínima aceptable, para lograrla se requiere un cambio gradual y sistematizado del actual sistema de producción mediante una mínima reconversión productiva, reduciendo ligeramente las superficies que ocupan actualmente el sorgo y el trigo, para incrementar las hortalizas con mayor intensidad, principalmente los dos que actualmente se cultivan como son la cebolla y el tomate verde; bajo las condiciones del lugar son los que tienen mayor potencial de desarrollo, sin embargo, es recomendable explorar otros como la fresa y el chile que tienen alta demanda en los mercados interno y de exportación y se adaptan muy bien a la región. La rentabilidad se logrará mediante una combinación racional de cultivos, sin dejar de cultivar los tradicionales que abastecen un mercado regional establecido y hasta cierto punto equilibrado y seguro, pero se pueden abrir espacios para los ya mencionados hasta lograr un balance deseado. Cabe hacer notar que en el programa propuesto solo incluye aquellos cultivos que tradicionalmente han desarrollado los usuarios; sin embargo, es pertinente consultar y tomar en cuenta la recomendación del INIFAP.

Lo anterior obliga a revisar el comportamiento del nuevo sistema, supervisando algunos aspectos tales como el mercado local, regional, nacional y de exportación de los cultivos que reducen o amplían las superficies establecidas en la condición sin proyecto. Las preferencias del consumidor como son: aspecto, tamaño, empaque del producto, etc. y que pocas veces son tomadas en cuenta, así como la cuestión técnica v. gr. lograr mayor superficie en un ciclo, haciendo un balance entre el menor consumo de agua por ciclo y por cultivo con la mayor rentabilidad del mismo; o la demanda de productos contra la mayor utilidad por unidad de superficie; solo por citar algunos.

5.2.2 Superficie proyectada

La superficie máxima regable se ha proyectado en función de la disponibilidad de agua en la presa; la superficie dominada por el sistema de la Unidad de Riego actual es de 1,964 ha, la demanda de agua estimada para los cultivos propuestos, atendiendo también a la política de incorporar gradualmente otros cultivos de gran potencialidad y que no aparecen en la agenda del productor se ha dejado igual; es decir, la disponibilidad de agua en la presa alcanza para regar en promedio anual 1,850 ha. La superficie regable máxima se alcanzará cuando se introduzcan los cultivos de menor demanda de agua, pero sin dejar de lado aquellos que pueden ser de consumo interno importante o bien con alguna demanda temporal significativa. Así, la variación de la superficie regable dependerá en buena medida de las restricciones mencionadas, de la superficie que se quiera mantener de cultivos tradicionales, algunos de mayor consumo de agua que otros o de la preferencia por algún ciclo; es de sobra conocido para el productor, que en esta región, el ciclo otoño-invierno genera el mayor consumo de agua; mientras que el ciclo p-v apenas demanda el primer riego o algunos riegos de auxilio y el resto del consumo proviene de la lluvia efectiva en el periodo; por otro lado también sabe que existe una demanda muy marcada de algunos productos por ciclo.

Un acercamiento a lo que el productor puede sembrar, sin dejar de cultivar lo tradicional, logrando con ello una buena rentabilidad y el balance deseado, se puede observar desde el año 1 hasta el año 3 en la Tabla 5.2.1. Se ha estimado que el sistema de riego alcance su madurez operativa (proceso de aprendizaje) al tercer año, por ello, se ha considerado que la superficie en mayor o menor cantidad se va a estabilizar su eficiencia operativa a partir de ese año, sin que ello signifique que la reprogramación de los años subsecuentes no pueda impactar positiva o negativamente las utilidades. De esta manera la reconversión incluye el cultivo de la fresa e incrementa la superficie de tomate y cebolla; es decir las hortalizas pasan de 20 ha en la situación actual, a 400 ha en la situación con proyecto, reduciendo la superficie de trigo en 130 ha y de sorgo en 50 ha, mientras que la superficie de maíz pasa de 1100 ha actualmente a 1400 ha con proyecto, como se observa en la Tabla 5.2.1.

Tabla 5.2.1 Cultivo, superficie, rendimiento, precio medio rural y costos de producción

Ciclo/ Cultivo	Superficie regada (ha)				Rendimientos (ton/ha)				PMR 2005 \$/Ton	Costo de producción	
	Actual		Con proyecto		Actual		Con proyecto			Actual	Con proyecto
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	(\$/ha)	(\$/ha)	
P-V											
Maíz	1100	1250	1300	1400	8.0	8.5	9.0	10.0	1800	6500	7643
Sorgo	500	600	550	450	7.0	7.5	8.5	9.0	1650	5500	5526
O-I											
Trigo	1580	1730	1655	1450	5.0	5.5	6.0	6.5	1800	7500	7708
Cebolla	15	30	55	100	40.0	41.0	44.0	45.0	2000	32000	40281
Tomate V	5	40	65	100	12.0	12.5	14.0	15.0	6000	18000	18134
Fresa	0	50	75	200	26.0	28.0	30.0	32.0	5600	34000	50113

5.2.3 Proyección de los rendimientos

Los rendimientos proyectados de los cultivos se calcularon sobre la base del reporte proporcionado por la Directiva de la Unidad de Riego y sobre una tasa de crecimiento razonablemente conservadora por efectos de una mayor disponibilidad y oportunidad de aplicación del agua, sin considerar que el nuevo proyecto traerá consigo una preocupación de los usuarios por buscar nuevas tecnologías en riego, fertilización, semillas mejoradas y labores culturales, por citar las más importantes. La tasa de crecimiento de los rendimientos en los tres años de maduración se determinaron en forma gradual y moderada, en ningún caso se proyectó durante el corto periodo de maduración una tasa superior al 10% anual; para maíz se determinó un rendimiento máximo de 10 ton/ha, equivalente a una tasa del 6.26%, en sorgo el rendimiento se espera que pase de 7.0 a 9.0 ton/ha con una tasa de 8.74% anual; el trigo que se aumenta de 5.0 a 6.5 ton/ha con la mayor tasa con el 9.14%; mientras que las hortalizas también se proyectaron conservadoramente pues la cebolla pasó de 40 a 45 ton/ha, que representa una tasa de 4.00% anual y el tomate verde pasa de 12 a 15 ton/ha, con una tasa anual del 7.72%. Algunos de estos rendimientos han sido comparados con estadísticas de productores exitosos, los cuales están por debajo de los niveles alcanzados. Con respecto al rendimiento de la fresa, se tomó como base la del promedio estadístico de 26.0 ton/ha reportado por la CNA y la SAGARPA, alcanzado en la región de Zamora, Mich., de los dos últimos ciclos O-I 2003 y 2004, para lograr hasta 32.0 ton/ha con proyecto.

5.2.4 Precios

Los precios de los productos en situación con proyecto tuvieron el mismo tratamiento de la situación actual, por lo que se consideraron los mismos, a excepción del precio de la fresa que fue calculado como el promedio de los precios alcanzados en la región, predominando los precios pagados a los productores de Zamora, según se observa en la Tabla 5.2.1.

5.2.5 Costos de producción

Los costos de producción de los cultivos consideran en esencia los mismos rubros de la situación actual: preparación del terreno, siembra o plantación, fertilización, labores culturales, riego y drenaje, control de plagas y enfermedades, cosecha y costos indirectos (seguro agrícola, costo financiero y considera además la asistencia técnica); la fuente también es de la Unidad de Riego, los costos base corresponden al ciclo otoño-invierno 2004/2005 y al método tradicional de riego por gravedad; por esta razón y para propósitos de evaluación se determinaron aplicando el índice del 10% de 2004, el cual se ve reducido por la eliminación de costos de bombeo y que impacta mayormente al sorgo, al trigo y al tomate verde, por cambio de sistema, dado que son los cultivos que más se riegan por bombeo. Cabe señalar que los costos de producción, rendimientos y tratamientos agrícolas en buena medida están soportados por los datos que proporcionó la Unidad de Riego; por lo que respecta a la fresa, los costos son los que reportan las estadísticas oficiales de la SAGARPA y la CNA de los productores de Zamora, Mich. Ver tabla 5.2.2.

Proyecto ejecutivo de riego a la demanda de la zona de riego Presa Mariano Abasolo, Gto.

Tabla 5.2.2 Costos de producción por hectárea de los cultivos más ofertados en la zona de riego (\$/ha)

CICLO/ CULTIVO	PREPARACIÓN DEL SUELO	SIEMBRA O PLANTACIÓN	FERTILIZACIÓN BASE	LABORES CULTURALES	RIEGO Y DRENAJE	CONTROL DE PLAGAS/ENF.	COSECHA	COSTOS INDIRECTOS	C. TOTAL \$/HA
P-V									
MAIZ	397	1976	1443	359	1100	377	715	1276	7643
SORGO	269	476	1174	247	1050	371	683	1256	5526
O-I									
TRIGO	818	479	1126	137	3206	254	685	636	7341
CEBOLLA	722	6830	7865	1743	2996	6117	8165	5843	40281
TOMATE V	547	695	796	400	2445	1885	7625	2877	17270
FRESA	3520	10616	1527	1600	3000	3200	23750	2900	50113

Riego designe en el manejo y administración del sistema, sobre todo en los reemplazos de piezas o equipos para prever las fallas en la operación, al técnico designado para la operación, conservación y mantenimiento; también deberá proporcionar los instructivos y manuales del sistema. Así, el costo anual incluye el sueldo de un administrador calculado en \$24,000 por sus servicios durante un semestre, también el costo del soporte técnico a través de la empresa instaladora o cualquier otra que le asegure el servicio al cliente (suministro y reemplazo de partes o tubería por falla) y la asistencia técnica permanente por un monto de \$ 48,000 por semestre y un operador que vigile y distribuya el agua a los usuarios desde que inicia el periodo de riego hasta que concluye con los riegos de auxilio. Así, la corriente de costos de operación y mantenimiento del proyecto se resumen en la Tabla 5.2.3.

5.2.8 Utilidad aparente y flujo de beneficios

Como ya se comentó en la situación actual la utilidad aparente se determinó como la diferencia entre el valor de la producción y el costo total de la producción, sin considerar los subsidios. A la utilidad aparente con proyecto y sin proyecto también se sumó el importe de los ingresos por concepto de recuperación de cuotas de riego que vienen a cubrir con creces los costos de operación y mantenimiento, conformando la utilidad neta; no obstante que la superficie entre la situación actual y con proyecto puede variar, los subsidios prácticamente se compensan por lo que juegan un papel virtual en el análisis. De esta manera el flujo de beneficios netos se integra como la diferencia entre la utilidad neta de la situación con proyecto y la utilidad neta en condiciones actuales. Ver Tablas 5.2.4, 5.2.5, 5.2.6 y 5.2.7.

Proyecto ejecutivo de riego a la demanda de la zona de riego Presa Mariano Abasolo, Gto.

Tabla 5.2.4 Utilidad aparente en situación actual

Ciclo/Cultivo	Actual ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1100	8.0	8800	1800	15840	6500	7150	8690
Sorgo	500	7.0	3500	1650	5775	5500	2750	3025
O-I								
Trigo	1580	5.0	7900	1800	14220	7500	11850	2370
Cebolla	15	40.0	600	2000	1200	32000	480	720
Tomate V	5	12.0	60	6000	360	18000	90	270
Fresa	0	26.0	0	5600	0	34000	0	0
Cuota de riego rec	1600			500	800			800
TOTAL	4800		20860		38195		22320	15875

Tabla 5.2.5 Utilidad aparente en año 1

Ciclo/Cultivo	Con proye ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1250	8.5	10625	1800	19125	7643	9554	9571
Sorgo	600	7.5	4500	1650	7425	5526	3316	4109
O-I								
Trigo	1730	5.5	9515	1800	17127	7708	13335	3792
Cebolla	30	41.0	1230	2000	2460	40281	1208	1252
Tomate V	40	12.5	500	6000	3000	18134	725	2275
Fresa	50	28	1400	5600	7840	50113	2506	5334
Cuota de riego rec	1850			500	925			925
TOTAL	5550.0		27770		57902		30644	27258

Tabla 5.2.6 Utilidad aparente en año 2

Ciclo/Cultivo	Con proye ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1300	9.0	11700	1800	21060	7643	9936	11124
Sorgo	550	8.5	4675	1650	7713.75	5526	3039	4674
O-I								
Trigo	1655	6.0	9930	1800	17874	7708	12757	5117
Cebolla	55	44.0	2420	2000	4840	40281	2215	2625
Tomate V	65	14.0	910	6000	5460	18134	1179	4281
Fresa	75	30.0	2250	5600	12600	50113	3758	8842
Cuota de riego rec	1850			500	925			925
TOTAL	5550.0		31885		70472.75		32885	37588

Tabla 5.2.7 Utilidad aparente en año 3

Ciclo/Cultivo	Con proye ha	Rendto. ton/ha	Producción ton	P.M.R. \$/ton	Valor prod. Miles de \$	Costo prod. \$/ha	Costo total Miles de \$	Utilidad aparente Miles de \$
P-V								
Maíz	1400	10.0	14000	1800	25200	7643	10700	14500
Sorgo	450	9.0	4050	1650	6682.5	5526	2487	4196
O-I								
Trigo	1450	6.5	9425	1800	16965	7708	11177	5788
Cebolla	100	45.0	4500	2000	9000	40281	4028	4972
Tomate V	100	15.0	1500	6000	9000	18134	1813	7187
Fresa	200	32.0	6400	5600	35840	50113	10023	25817
Cuota de riego rec	1850			500	925			925
TOTAL	5550.0		39875		103612.5		40228	63385

5.2.9 Rentabilidad del proyecto y análisis de sensibilidad

La evaluación económica del sistema de riego se realiza en un horizonte de planeación de 20 años, período que se establece en función del promedio de vida útil del proyecto constituido por: la obra civil, la redes principal, secundaria y parcelaria del sistema, incluidos los accesorios que tienen una mayor vida útil del sistema y en general del resto de los activos fijos.

Resulta difícil evaluar una unidad de riego en proceso con muchos años de actividad y en consecuencia los beneficios y costos que se generan a través de la operación, del grado de tecnificación y equipamiento del sistema, de los activos que lo soportan, en la que subyace un cúmulo de experiencia y aprendizaje. Sin embargo, el cambio de sistema que pudiera parecer más fácil y amigable de operar, puede traer sus complicaciones al principio, donde las utilidades pueden jugar un papel importante en el período de aprendizaje, los costos y beneficios marginales esperados de la situación futura, no obstante que los activos existentes le dan sustento al nuevo proyecto y cuyo valor tanto en costo como en beneficio se reconoce como importante, este no se considera. Es así como los beneficios de la situación actual se integran únicamente de los dos últimos ciclos agrícolas O-I y P-V. Por lo que respecta a los beneficios de la situación futura o de proyecto se integran de manera gradual, considerando un período de aprendizaje del sistema de 3 años, hasta que teóricamente se mantienen constantes cuando el usuario ha aprendido a usar el sistema correctamente, de esta manera los rendimientos máximos se alcanzan por efecto del manejo óptimo del sistema y de la maduración de sistema productivo. Así, los beneficios marginales se obtienen de la diferencia entre la utilidad neta de la situación con proyecto y la actual. En un análisis comparativo de la utilidad aparente por unidad de superficie, entre la situación con proyecto y actual, se observa una variación importante en términos absolutos en tomate verde de \$17,867/ha, al pasar de \$54,000/ha a \$71,867/ha y de sorgo de \$3,274/ha, pasando de \$6,050/ha a \$9,324/ha; mientras que en términos relativos el trigo registra la variación más significativa con el 166% y el sorgo con el 54%, como se puede observar en la Tabla 5.2.8.

Tabla 5.2.8 Comparativo de utilidad aparente por hectárea actual y con proyecto

Ciclo/Cultivo	Sup actual	Sup c/proyecto	Utilidad neta	Utilidad neta	Utilidad aparente por superficie	
	ha	ha	Actual (\$)	C/proyecto (\$)	Actual (\$/ha)	C/proyecto (\$/ha)
P-V						
Maíz	1100	1400	8690	14500	7900	10357
Sorgo	500	450	3025	4196	6050	9324
O-I						
Trigo	1580	1450	2370	5788	1500	3992
Cebolla	15	100	720	4972	48000	49719
Tomate V	5	100	270	7187	54000	71867
Fresa	0	200	0	25817	NA	129087
TOTAL	3200.0	3700	15075	62460	4711	16881

Para hacer las corridas se consideró la misma tasa de descuento que aplican tanto el FIRA como la Financiera Rural para proyectos del sector agropecuario; para este caso fue la tasa CETES a 28 días + 4 puntos porcentuales al mes de mayo de 2005 (9.63+4.00), aplicando para fines prácticos una tasa de 15.0%. En la Tabla 5.2.9 se presentan los flujos de efectivo y la corrida normal de la evaluación económica. En la Tabla 5.2.10 como un ejemplo del análisis de sensibilidad solo se presenta la corrida con los flujos de efectivo afectados por un coeficiente de variación del caso más desfavorable que pudiera presentarse, reduciendo los beneficios en un 10% y aumentando los costos en un 15% de manera simultánea; no obstante se presentan dentro del análisis de sensibilidad 4 casos más con posibles variaciones en los flujos de efectivo. En el análisis de sensibilidad también se puede apreciar que la variación más significativa se presenta en la corriente de beneficios, y menor en la de costos, por lo que se deberá vigilar el comportamiento de precios y evitar una baja en los rendimientos proyectados.

El análisis económico y de sensibilidad considera los marcadores más representativos de la rentabilidad del proyecto como son: la relación beneficio/costo (B/C), el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de capital (PRC).

Proyecto ejecutivo de riego a la demanda de la zona de riego Presa Mariano Abasolo, Gto.

Tabla 5.2.9 Cálculo de valor presente neto (VPN) y la razón B/C con flujos actualizados

AÑO t	BENEFICIOS B	COSTOS C	BEN-COS (B-C)	BENACT Ba	BENACUM	COSACT Ca	COSACUM	PRI
0	0	25070.8	-25070.8	0	0	25071	25071	
1	11383.3	21815.0	-10431.7	9899	9899	18970	44040	
2	21713.1	15501.9	6211.3	16418	26317	11722	55762	
3	47509.9	211.0	47298.9	31239	57555	139	55901	4
4	47509.9	211.0	47298.9	27164	84719	121	56021	5
5	47509.9	211.0	47298.9	23621	108340	105	56126	6
6	47509.9	211.0	47298.9	20540	128880	91	56217	7
7	47509.9	211.0	47298.9	17861	146741	79	56297	8
8	47509.9	211.0	47298.9	15531	162272	69	56366	9
9	47509.9	211.0	47298.9	13505	175777	60	56426	10
10	47509.9	211.0	47298.9	11744	187521	52	56478	11
11	47509.9	211.0	47298.9	10212	197733	45	56523	12
12	47509.9	211.0	47298.9	8880	206612	39	56563	13
13	47509.9	211.0	47298.9	7722	214334	34	56597	14
14	47509.9	211.0	47298.9	6715	221049	30	56627	15
15	47509.9	211.0	47298.9	5839	226887	26	56653	16
16	47509.9	211.0	47298.9	5077	231965	23	56675	17
17	47509.9	211.0	47298.9	4415	236379	20	56695	18
18	47509.9	211.0	47298.9	3839	240218	17	56712	19
19	47509.9	211.0	47298.9	3338	243557	15	56727	20
20								
VPN			186830	243557		56727		4

Proyecto ejecutivo de riego a la demanda de la zona de riego Presa Mariano Abasolo, Gto.

Tabla 5.2.10 Análisis de sensibilidad ante variaciones de costos y beneficios

AÑO t	BENEFICIOS B	COSTOS C	BEN-COS (B-C)	BENACT Ba	BENACUM	COSACT Ca	COSACUM	PRI
Coef.	0.9	1.15						
0	0	28831	-28831	0	0	28831	28831	
1	10245	25087	-14842	8909	8909	21815	50646	
2	19542	17827	1715	14776	23685	13480	64126	
3	42759	243	42516	28115	51800	160	64286	
4	42759	243	42516	24448	76247	139	64425	5
5	42759	243	42516	21259	97506	121	64545	6
6	42759	243	42516	18486	115992	105	64650	7
7	42759	243	42516	16075	132067	91	64741	8
8	42759	243	42516	13978	146044	79	64821	9
9	42759	243	42516	12155	158199	69	64890	10
10	42759	243	42516	10569	168769	60	64950	11
11	42759	243	42516	9191	177959	52	65002	12
12	42759	243	42516	7992	185951	45	65047	13
13	42759	243	42516	6950	192901	39	65087	14
14	42759	243	42516	6043	198944	34	65121	15
15	42759	243	42516	5255	204199	30	65151	16
16	42759	243	42516	4569	208768	26	65177	17
17	42759	243	42516	3973	212741	23	65199	18
18	42759	243	42516	3455	216197	20	65219	19
19	42759	243	42516	3004	219201	17	65236	20
20								
VPN			153965	219201		65236		5

Los resultados del análisis económico se presentan en la Tabla 5.2.11. Como se desprende de los diversos escenarios este proyecto presenta una relación beneficio/costo de 4.29 significativamente mayor a la unidad, un holgado valor presente neto de beneficios por 186.83 millones de pesos, un período de recuperación del capital de 4 años y se confirma con una tasa interna de retorno del 61.90%, por mucho, mayor a la tasa de descuento aplicada del 15.00%, por lo anterior se puede asegurar que el proyecto ofrece un buen nivel de rentabilidad, recomendando ampliamente su instalación.

Para el caso más desfavorable, el análisis de sensibilidad muestra una recuperación importante de 2.36 pesos por cada peso invertido, un valor presente neto de beneficios de 153.97 millones de pesos, una tasa de rendimiento interno de 49.83% y un periodo de recuperación de 5 años, lo que demuestra que una tecnificación del riego, aunado a una mesurada reconversión productiva, garantizan la rentabilidad y una recuperación segura de la inversión, aún con los sobresaltos que pudieran afectar los resultados esperados.

Tabla 5.2.11 Resultados de la evaluación económica y del análisis de sensibilidad
Tasa de descuento: 15.00%

INDICADOR	NORMAL	FACTORES DE VARIACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS/RESULTADOS				
		1.15	1.10	1.05	1.00	1.10
Costos:	1.00	1.15	1.10	1.05	1.00	1.10
Beneficios:	1.00	0.9	0.90	0.95	1.10	1.00
B/C	4.29	3.36	3.51	4.29	4.72	3.90
VPN (Miles\$)	186830	153965	156802	177488	211186	181157
TIR (%)	61.90	49.83	51.84	61.90	67.30	56.91
PRI (Años)	4	5	5	4	4	5

VI. DIAGNÓSTICO DE ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN

Resumen

"Se necesitan acuerdos de la Asamblea General de Usuarios sobre el Plan de Riegos, dónde se va a comenzar, cuándo y cuánto".

Usuario de Loma de Aceves

La Mesa Directiva de la Asociación de Usuarios no está funcionando para lo que fue electa y se tiene que cambiar.

Los 2 delegados que se eligieron en cada ejido no están funcionando como tales.

Los usuarios riegan sus parcelas sin un Plan de Riegos previamente establecido, esperan que el agua llegue a sus vecinos y se ponen de acuerdo con el canalero para que les entregue el agua.

No se ha formulado el Reglamento Interno de operación y los usuarios no conocen los Estatutos Sociales.

Se propone realizar una serie de talleres en cada ejido, para socializar y concienciar a los usuarios en las obligaciones y derechos propuestos en los Estatutos Sociales y en la función de los delegados por ejido, estrategias que facilitarían y promoverían una re-estructuración y actualización de la funciones de la directiva y de los delegados de cada ejido, a fin de que los usuarios y sus ejidos participen en la toma de decisiones sobre la operación, administración y conservación de la Asociación Civil en igualdad de condiciones.

Así mismo, es necesario formular el Reglamento Interno de Operación con la Mesa Directiva y los delegados y socializarlo con los ejidos integrantes.

Como resultado principal de la visita de los integrantes de la directiva de la Asociación de usuarios de la Presa "I. Mariano Abasolo" de Pénjamo, Gto., al Módulo de Riego de Valle de Santiago, Gto., la directiva se percató de que para poder progresar como Asociación de Usuarios, se tiene que transparentar y democratizar las actividades entre sus agremiados, además de fomentar la alternancia en el poder entre ejidatarios y pequeños propietarios, independientemente de la superficie asignada a cada grupo de usuarios.

Introducción

Las constantes crisis de la agricultura nacional, han vuelto prácticamente incosteable esta actividad para el sector de campesino, que por operar con una lógica de subsistencia, aun mantienen sus unidades productivas imperando sólo criterios de apego a la tierra, y esperanza de nuevos tiempos. Es posible que en el mediano plazo, muchos de los pequeños productores vendan o renten su parcela a ejidatarios con mejores posibilidades, propietarios privados, empresarios o al dueño del capital usurario.

Uno de los caminos que pueden seguir los campesinos para mejorar gradualmente sus niveles de vida, es la conformación de empresas u organizaciones sociales, mismas que pueden ser autogestionarias* o creadas por grupos de diversa naturaleza, como partidos políticos, organizaciones no gubernamentales e incluso agencias internacionales.

A pesar de su heterogeneidad, muchas de estas empresas tienen en común que sus socios las inician con entusiasmo y visión de poder mejorar sus condiciones de vida a partir de su propio esfuerzo. Los campesinos se organizan en empresas para poder cubrir necesidades económicas que no pueden satisfacer totalmente en forma individual. Se agrupan para obtener facilidades, servicios y bienes que no se encuentran disponibles, o si lo están, resultan demasiado caros para cada socio como individuo.

Trabajar en colectivo significa construir un sujeto social que organice el trabajo y tome decisiones sobre cómo, cuánto y cuándo producir, así como distribuir los ingresos. Significa reconocer intereses grupales y objetivos comunes que pueden alcanzarse mediante la acción conjunta; y pasar de un nivel individual de decisiones a un ámbito colectivo que limita la libertad individual en aras de un bien común.

Junto a lo anterior, la empresa social, por su carácter, no puede plantearse sólo en términos de rentabilidad y competitividad, como cualquier otra empresa, sino que desde un principio asume objetivos, mas o menos extensos, mas o menos ambiciosos, de bienestar colectivo, de ayuda mutua, de cooperación y servicio social.

De esta manera, podemos ver que las empresas sociales se organizan generalmente en torno a un objetivo de corto o mediano plazo, vinculado con el bienestar de sus agremiados y que responde a una problemática determinada. Entre otras, resolver necesidades de crédito, servicios o de otro tipo (como la luz, agua potable, alimentos básicos) de los que se carece o que se consiguen muy caros, producir colectivamente algo para tener mayor producción de la que se obtendría si se trabajara individualmente; obtener más fácilmente los insumos que el proceso productivo requiere; conseguir mejores precios para sus productos, etcétera.

Los impulsores del desarrollo de las organizaciones sociales asumen que las personas, sin importar qué tan precarias sean sus condiciones materiales, poseen recursos substanciales: inteligencia, imaginación, la habilidad de sus manos, conocimiento y entendimiento de su contexto local, el deseo y persistencia para mejorar su situación y la capacidad para organizar y llevar a cabo acciones colectivas.

6.1 Diagnóstico Socio-organizativo de los usuarios de la Asociación Civil "Presas Insurgente Mariano Abasolo", Municipio de Pénjamo, Gto.

El objeto de este documento es presentar los resultados obtenidos sobre la situación socio-organizativa de la Asociación Civil y las necesidades de capacitación, previas a la construcción de un sistema de riego tecnificado en una superficie de 1,972 ha como parte del proyecto denominado "Elaboración del proyecto de riego a la demanda de la zona de riego de la presa Mariano Abasolo, Guanajuato".

Las metas propuestas para este trabajo son: a) realizar un diagnóstico socio-organizativo que proporcione información sobre la organización social de los usuarios de la Unidad de Riego y la problemática social que la determina y, b) detectar las necesidades de capacitación que se requieren para que los usuarios estén en posibilidades de aprovechar eficientemente el riego tecnificado en sus parcelas.

A fin de obtener los elementos y características de la Asociación Civil sobre la composición social de los usuarios y la estructura funcional de la asociación civil, se realizaron 16 entrevistas con informantes calificados, a los que se les aplicó una cédula de diagnóstico, obteniéndose respuestas precisas sobre las características y situación actual de la organización social y las necesidades de capacitación para realizar un eficiente riego tecnificado en sus parcelas.

La Unidad de Riego está compuesta por 601 usuarios en 682 lotes y con un total de 1925.02 ha. De los 601 usuarios, 54 son pequeños propietarios poseedores de 349 ha, y 519 son ejidatarios que usufructúan 1,576 ha. En la lámina 6.1 se presenta la delimitación de la superficie de los ejidos y pequeña propiedad que conforman la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo" del municipio de Pénjamo, Gto. En el cuadro 6.1 se presenta Superficie y usuarios de por tipo de tenencia de la tierra para cada área compacta.

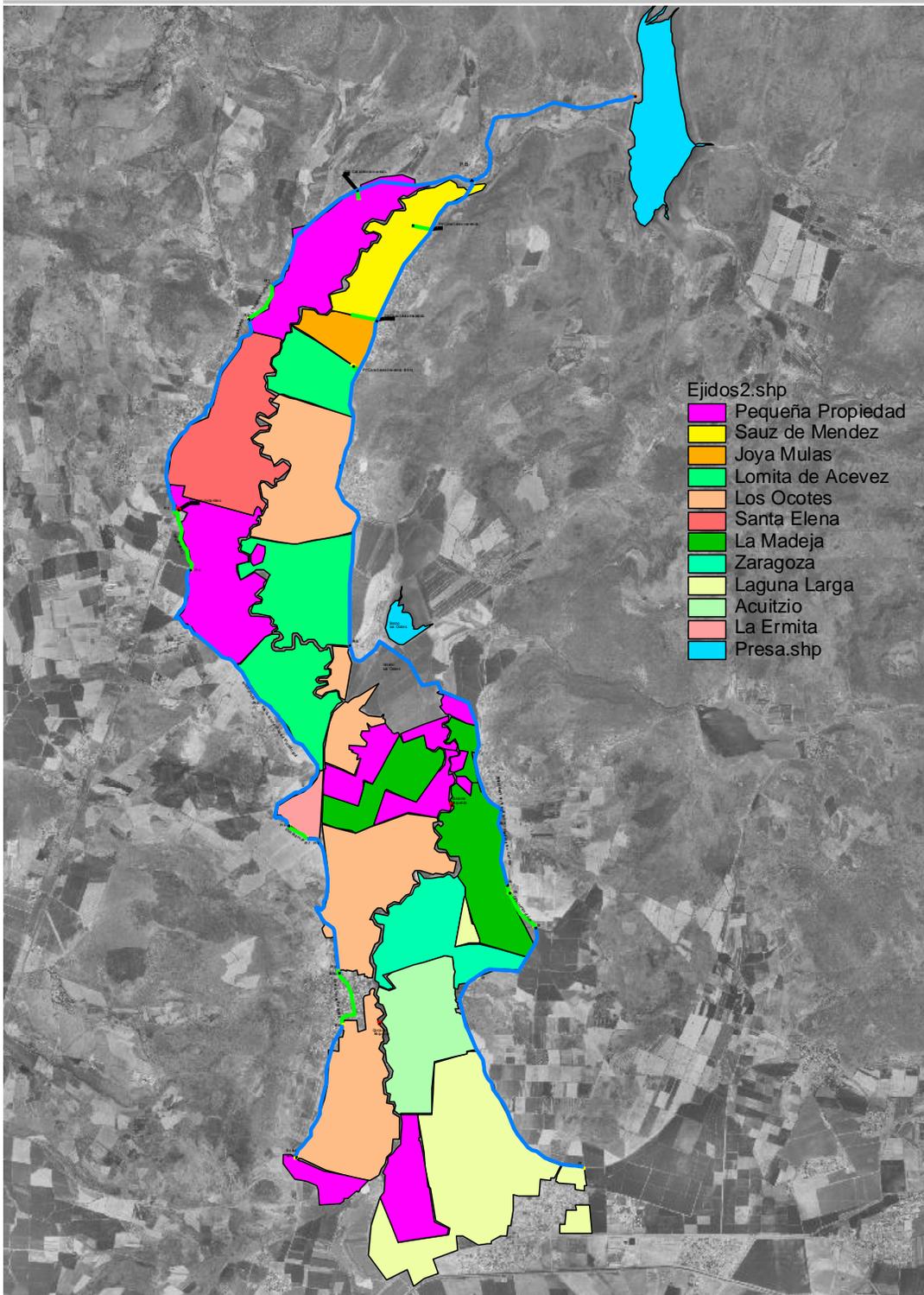


Lámina 1. Delimitación de la superficie de los ejidos y pequeña propiedad que conforman la Unidad de Riego de la Presa I. Mariano Abasolo, Gto.

Cuadro 6.1 Superficie y usuarios de por tipo de tenencia de la tierra para cada área compacta de la Unidad de Riego de la Presa I. mariano Abasolo, Gto.

Ejido	Superficie	Usuarios	Ejidal		Pequeña propiedad	
			Superficie	Usuarios	Superficie	Usuarios
La Cinta-La Madeja-Ermita	154.14	47	154.14	47	0	0
Los Ocotes (I)	133.76	38	133.76	38	0	0
Los Ocotes (II)	140.97	45	140.97	45	0	0
Los Ocotes (III)	141.3	36	120.3	32	21	4
Santa Elena	161.36	85	118.04	68	43.32	17
Sauz de Mendez	84.5	29	84.5	29	0	0
Zaragoza	121.48	48	121.48	48	0	0
Joya de Mulas-Lomita de Aceves	91.52	41	91.52	41	0	0
La Madeja	143.28	54	120.12	49	23.16	5
La Viguería	109.86	17	0	0	109.86	17
Laguna Larga y la Florida	290.69	105	232.65	97	58.04	8
Las Fichas	95.23	13	0	0	95.23	13
Lomita de Aceves	199.89	81	196.29	80	3.6	1
Acuitzio	94.47	50	94.47	50	0	0
	1962.45	689	1608.24	624	354.21	65

6.1.1 Problemática detectada en relación con los aspectos de administración, operación y conservación del Consejo Directivo

La Unidad de Riego se integró desde 1972 año en el que se terminó la presa y los canales principales y parcelarios constituyendo el 1er. Consejo Administrativo. Se detectó con base en la cédula de diagnóstico que desde ese entonces a la fecha, el cambio de directivas se realizaba sin fecha precisa, sólo a solicitud de un grupo de usuarios que se organiza para solicitar el cambio ante la negativa de cada administración de dejarla y ante los intereses económicos creados de la misma en el poder, a pesar que habían acordado que el cambio se sucedería cada tres años. (Económicamente, pues todavía no se habían formulado los Estatutos y no se había constituido formalmente en Asociación Civil).

Así mismo, con base en las respuestas proporcionadas por los entrevistados acerca de las actividades de los Consejos de Administración electos, desde ese tiempo y hasta la fecha, se detectó que éstos no han realizado una actividad administrativa, operativa, ni de conservación. Cada administración pasada sólo ha utilizado la Asociación Civil para obtener beneficios económicos y favorecer a los usuarios más cercanos a la misma. Por tal motivo existen tramos de canal deteriorados con significativos desperdicios de agua. Ninguna directiva se ha hecho cargo de este problema.

En relación con las Asambleas de Información hacia los usuarios, los informantes calificados mencionaron que los presidentes del Consejo de Administración informan de las actividades realizadas, pero casi la mayoría no informa de los gastos realizados. No se lleva un balance de ingresos y egresos. Este problema es el que genera mayor descontento entre los usuarios y es el elemento que finalmente los cohesionan para solicitar el cambio de directiva.

Se eligieron dos delegados por ejido pero este cargo nunca ha funcionado, los usuarios no han realizado ninguna actividad para que los delegados funcionen como representantes del ejido.

Las asambleas generales se realizan convocando a todos los 601 usuarios, en vez de realizarla con los delegados para llegar a acuerdos con ellos y que éstos informen al ejido al que pertenecen. En cambio con la convocatoria y presencia de todos los usuarios, la directiva aprovecha el número mayoritario de su ejido y acuerda sobre la base de sus intereses, por ello, últimamente sólo asisten poco menos de 200 usuarios, la gran mayoría está desilusionada de este procedimiento.

La estructura orgánica del Consejo de Administración y Vigilancia de la actual Asociación Civil está legalmente constituida y protocolizada según la copia del Acta Protocolaria de fecha 15 de junio de 2000, en la que se incluye el Acta Constitutiva de la Asociación y los Estatutos Sociales de la misma, sin embargo, el actual Presidente del Consejo de Administración ha concentrado en su figura todas las funciones de la Mesa Directiva, situación que ha provocado que los integrantes se retiren voluntariamente de la misma y no ejerzan su cargo, dejando en manos del Presidente la toma de decisiones de los asuntos sobre la Operación, Conservación y Administración de la Unidad de Riego.

La estructura orgánica del actual Consejo de Administración no tiene considerado un departamento operativo que funcione como asesor de las decisiones técnicas, por lo tanto, no se realiza una planeación cíclica del riego con los usuarios, éste proceso se realiza entre el usuario y el canalero cuando el agua llega a su parcela y han regado los usuarios de arriba. Es decir, los usuarios que primero riegan son aquellos que están más cerca de la presa y los últimos en regar son los que están al final de la Unidad de Riego.

Al decir de los entrevistados la Asociación no ha comprado equipo y maquinaria necesaria para una buena administración.

Los entrevistados consideran que existe buena experiencia de los usuarios en relación con las actividades de administración, operación y conservación, dado que su experiencia de riego viene desde 1972, sin embargo, las diferentes representaciones directivas que han tenido no han sabido aprovechar la organización natural de los usuarios para desplegar una eficiente organización social. Son los Presidentes de los Consejos de Administración los que se aprovechan del cargo e impiden que la totalidad de la Mesa directiva se organice para realizar las actividades encomendadas.

Los Ejidos de Los Ocotes y Laguna Larga representan las poblaciones con mayor número de usuarios, entre estos dos, se han disputado alternativamente los Consejos de Administración que han dirigido la Unidad de Riego desde sus inicios. Los demás ejidos han consentido y apoyado las diversas administraciones pasadas surgidas de estos dos ejidos.

En relación con las Obligaciones y Responsabilidades que marcan los Estatutos de la Asociación Civil, los informantes calificados mencionaron que la mayoría de los usuarios no los conocen, a pesar de haberse formulado desde el año 2000, cuando se legalizó y protocolizó la Asociación Civil, dado que esta acción fue realizada por un grupo de usuarios quienes convocaron a elección de una nueva directiva, eligiéndose la actual administración, quien realizó el trámite ante Notario Público, ante la posibilidad de que la SAGARPA impulsará la tecnificación del riego en la Unidad de Riego.

Los usuarios entrevistados mencionaron que la directiva realizó la protocolización del Acta Constitutiva y los Estatutos Sociales sin informar a los usuarios, sin socializar las

características, derechos y obligaciones que se contraen al instituirse como una Asociación Civil, ni tomarles su parecer.

Los informantes consideran que muchos ejidatarios no quieren pagar más por la cuota de riego ya que consideran que ésta alcanza para las actividades que se tienen que realizar para la administración, operación y conservación del sistema de riego actual..

La mayoría de los informantes calificados mencionaron que el presidente del Consejo de Administración de la Unidad de Riego, bombea agua del arroyo, que lleva agua por los desperdicios del riego, de parcelas ubicadas aguas arriba y no permite que otros usuarios bombeen agua de este arroyo.

Los entrevistados mencionaron que existe un alto rentismo de las parcelas ya que muchos ejidatarios cansados de los bajos precios de los productos optan por esta situación, así como los ejidatarios más ancianos, las viudas, los que tienen a sus hijos en EE.UU. y los inválidos.

Mencionaron que esta situación se agrava ya que los jornaleros cobran mucho dinero por día, que los usuarios no pueden pagar, por eso prefieren irse a EE.UU.

Según los informantes los ejidatarios venden el trigo a empresas comercializadoras o a intermediarios, que son los que les prestan a crédito.

"No queda para la siembra, se tiene que pedir prestado"

Productor del Ejido Loma de Aceves

6.1.2 Problemática en relación con la Conservación de la Unidad de Riego

En relación con la rehabilitación a la infraestructura hidroagrícola, los informantes manifestaron que ésta ha sido mínima, así como la rehabilitación a los caminos internos de la Unidad de Riego, los entrevistados comentaron que estos apoyos se han realizado a solicitud expresa de los mismos, dado que no existe un Plan de Conservación anual implementado por el Consejo Directivo.

Las administraciones pasadas no han resuelto el problema de la rehabilitación de los canales principales, los cuales se encuentran en algunas partes sin el revestimiento necesario, con el correspondiente desperdicio de agua y falta de cantidad y calidad de agua para riego.

Los entrevistados comentan que este problema se ha mantenido durante mucho tiempo y es la causa que algunos de ellos no paguen por el agua de riego.

La falta de participación de los usuarios en la toma de decisiones, según los entrevistados, ha propiciado que la directiva esté controlada por el presidente del Consejo de Administración, incidiendo también en una falta o imposibilidad de organización a nivel de ejido, para llegar a acuerdos sobre la conservación de los canales que a cada ejido y grupo de usuarios les corresponde.

Los entrevistados mencionaron que el desperdicio de agua en las parcelas es notorio ante la falta de preocupación de las autoridades, los usuarios y de los canaleros, en la rehabilitación de los canales y por la falta de supervisión de los riegos de cada usuario por estos últimos.

6.1.3 Problemática en relación con el agua para riego

En las partes más bajas de la Unidad de Riego, el agua para iniciar los riegos llega después de un mes en que iniciaron los de la parte alta. Este desfase impide sembrar durante el tiempo previsto, así como vender la cosecha a un mejor precio, ya que cuando los ejidos de la parte baja cosecharon, los de la parte alta tienen un mes que entregaron su producto a los intermediarios.

Los usuarios de la parte alta son los más renuentes a entubar el agua y pagar por el mismo, dado que son los primeros en utilizarla con la cantidad y duración que quieren, aunque los entrevistados mencionaron que a todos les interesa el sistema tecnificado de agua, dado que se reduce el desperdicio de agua y se incrementa la eficiencia.

Según los informantes calificados los canaleros están capacitados para dotar del agua a cada parcela y conocen la cantidad de agua otorgada a cada usuarios aunque consideraron que la actual administración ha permitido por la falta de supervisión a los riegos, que los canaleros entreguen el agua primero a algunos usuarios y luego a otros según sus preferencias y amistades. De esta forma, muchos productores le exigen al canalero la entrega del agua sin estar programados para ello.

Los entrevistados comentaron que los comisariados ejidales que deberían ser los presidentes de aguas, no quieren intervenir para no meterse en problemas.

6.1.4 Aspectos sociales favorables para la organización de la Unidad de Riego

Los entrevistados consideraron que existe buena experiencia de los usuarios en la operación del sistema de riego.

Así mismo, opinaron que entre los usuarios hay mucha cohesión de diversos grupos organizados social y productivamente: ya que dentro de la Unidad de Riego se han constituido una UAIM en el Ejido Los Ocotes para la producción de queso de cabra, una Industria zapatera en el ejido Loma de Aceves, un sistema de bombeo colectivo (Loma de Aceves, Santa Elena de Aceves, Los Ocotes, un Grupo de trabajo colectivo en el Ejido La Ermita, un sistema tecnificado de riego en el Ejido de Santa Elena.

Algunos ejidatarios pueden instalar riego por goteo en sus parcelas, mencionan que este procedimiento evitaría que el agua se desperdicie.

Las mujeres de los ejidos dentro de la Unidad de Riego, con excepción de Acuitzio y Zaragoza, cosen balones de futbol en sus casas. Empresarios de esta industria entregan y recogen los productos en cada ejido, esta forma de trabajo apoya la economía familiar.

Según los entrevistados existen usuarios dentro de la Unidad de Riego con habilidades suficientes para cambiar la actual administración y dirigir la Asociación Civil, aunque no se ha dado esta situación por falta de suficientes productores que los respalden.

Casi todas las familias en la Unidad de Riego tienen hijos trabajando en EE.UU, contando de esta manera con apoyos financieros para las necesidades básicas, para subsidiar la agricultura y en algunos casos para realizar mejoras a la vivienda.

En la región existe una Sociedad de Responsabilidad Limitada que integra esta Asociación Civil, "Joya de Mulás A.C." y "Bordo Los Ocotes A.C.", esta última ha manifestado su intención de integrarse a la Asociación Civil "Presas Insurgente Mariano Abasolo A.C.", aspecto que consideraron los entrevistados como una posibilidad para obtener apoyos entre ellos mismos, sólo que requieren de capacitación para organizarse mejor, crear cuadros técnicos de personas con instrucción (jóvenes que han salido de la preparatoria o profesional) que los ayuden a encontrar mejores oportunidades, crear empleos para hijos e hijas de los usuarios, implementar empresas sociales de apoyo al campesino y mejorar el bienestar de las familias.

Los informantes calificados mencionaron que la mayoría de los usuarios están sembrando bajo el sistema de Labranza Mínima, debido a los altos costos de los insumos y las labores de maquinaria. Aunque todavía muchos queman el rastrojo del trigo y pocos lo incorporan al terreno.

Según los entrevistados algunos productores tienen experiencia en sistemas colectivos de producción, tecnificación y venta en común de la cosecha, ya que son productores con capacidad financiera (pequeños propietarios), han participado como jornaleros con otros pequeños propietarios o han obtenido experiencia trabajando en EE.UU. Mencionaron también que existe experiencia en producción frutícola, ya que en 1982 se realizó un programa frutícola dotándolos de plantas de durazno, pero por falta de asesoramiento se secaron.

Se constató, según las respuestas de los informantes, que algunos productores tienen experiencia en ventas en común, ya que se encuentran integrados a una Sociedad de Producción Rural a la que venden su producción con mejores precios, aunque muchos productores no han participado con ellos porque la SPR sólo acepta trigo de una variedad, que la mayoría de los productores no siembra, pero comentaron que muchos productores están cambiando a esta variedad para comercializar sus productos con ellos dado que ofrecen mejores precios por el trigo.

Los entrevistados consideran que las remesas que envían los hijos que trabajan en EE.UU. a sus padres, les permite a algunos sembrar hortalizas, ya que sólo contando con recursos suficientes es posible hacerlo, pues las ganancias del trigo no alcanzan para sembrar otra cosa.

6.1.5 Aspectos sociales que inciden negativamente en la organización de la Unidad de Riego

Los entrevistados comentaron que en las poblaciones existen problemas que afectan negativamente el crecimiento de las poblaciones, problemas que tienen que resolver por sí mismos. Entre estos problemas mencionaron los siguientes:

- Introducción y venta de drogas entre los jóvenes, así como alcoholismo en los adultos.

- En la zona existen muchos problemas de emigración de la población masculina, entre los que se encuentran muchos ejidatarios que salen a EE. UU. después de la siembra, quedando a cargo de la esposa las actividades de los riegos, limpieza y desinfección de plagas en los cultivos. El ejidatario regresa antes de la cosecha.
- No se ha realizado una depuración del Padrón de Usuarios, existen usuarios que no desean integrarse al sistema de riego tecnificado.
- Las ganancias sobre la siembra del trigo son mínimas, los usuarios requieren de sembrar cultivos más redituables para aprovechar el sistema tecnificado de riego.
- Los comerciantes rebajan mucho el precio del trigo alegando deficiencias en humedad, desperdicios, etc. Se requiere de una organización que apoye la comercialización en colectivo entre los ejidatarios.
- No se han realizado programas de reforestación y muchas parcelas no tienen protección contra la erosión eólica.
- Los ejidatarios tiene que mandar a sus hijos a otras localidades para que estudien secundaria. Existe solo una escuela preparatoria en el poblado de Laguna Larga, a la que asisten del resto de las demás poblaciones.
- Grandes complejos porcícolas se localizan cercanos a la Unidad de Riego y contaminan arroyos y el Río Lerma, pues los utilizan como drenajes.
- Existe un alto porcentaje de los ejidatarios (30%) que renta sus parcelas, ante las reducidas ganancias que obtienen. Entre la renta y PROCAMPO obtiene más ganancias que si la sembraran y sin trabajar.
- En los ejidos se encuentran hasta 4 hatos de cabras de entre 30 y 200 cabezas.
- Los usuarios tienen que conseguir crédito para los insumos con el 3% mensual de intereses, el agiotista se queda con la suma de intereses descontada de la cosecha y entrega el resto al productor.
- Algunos ejidatarios pueden instalar riego por goteo en sus parcelas, mencionan que este procedimiento evitaría que el agua se desperdicie.
- Las poblaciones de la parte intermedia descargan sus drenajes domésticos al canal de la margen izquierda, contaminándolo.

6.1.6 Expectativas para la tecnificación del sistema de riego de los canales principales y parcelarios

“Si hubiera un Plan de Riego y se pudiera sembrar otro cultivo,
hasta traería a mis hijos de EE.UU. para que cada uno sembrara
fresa en una ha., con eso les alcanzaría para vivir bien”

Ejidatario de Santa Elena de Aceves

La mayoría de los usuarios, según los entrevistados, están de acuerdo en la tecnificación del sistema de riego, porque representa una mayor eficiencia y reparto equitativo del agua de riego, sin embargo, expresaron que se necesita un Consejo Directivo honesto y que exija el cumplimiento de los Estatutos para la operación, administración y conservación del sistema.

Así mismo, mencionaron que todos los usuarios estarían de acuerdo en acatarse a un Plan de Riegos Anualizado, si la Mesa Directiva fuera honesta y se realizarán las actividades de Conservación y Administración que están legalmente formuladas en los Estatutos.

La mayoría de los usuarios tiene experiencia en la siembra de hortalizas, porque las ha sembrado o porque ha participado en la siembra como jornalero en EEUU o en otros ranchos de la región, muchos están dispuestos a cambiar de producto por otro mas rentable, cuando esté funcionando el sistema tecnificado de riego y la mayoría estaría dispuesta a sembrarlos, aunque mencionaron que tendrían que disponer de asistencia técnica y crédito, ante el alto costo de producción de estos cultivos.

La mayoría de los entrevistados argumentaron que sería muy conveniente que la Asociación tuviera empresas de maquinaria, venta de insumos a los usuarios a menores precios y una empresa comercializadora de trigo.

La mayoría de los entrevistados están de acuerdo en pagar más por el agua de riego, siempre y cuando la Asociación esté integrada por personas honestas que hagan un buen uso de las aportaciones y creen empresas sociales de apoyo a los usuarios.

6.2 Necesidades de capacitación detectadas en la Unidad de Riego "Presa I. Mariano Abasolo A.C.

En relación con las necesidades de capacitación que se requieren para los usuarios de la Unidad de Riego, los informantes calificados mencionaron los siguientes temas, mismos que se ordenaron para realizarse para todos los usuarios y para los integrantes de la Mesa Directiva como se enlista a continuación:

6.2.1 Talleres en cada uno de los ejidos

Socialización y concientización de los Estatutos Sociales entre todos los usuarios

Funciones de los Delegados por ejido

Cómo regar eficientemente

Importancia del Pago de la Cuota por Servicio de Riego

Tecnificación del riego por gravedad

Tecnificación del riego por goteo

Producción de hortalizas y cultivos alternativos (fresas, ajo, cebolla, etc.)

6.2.2 Talleres con los delegados y la Mesa Directiva:

Taller de formulación del Reglamento Interno de Operación

Contabilidad y Aspectos fiscales

Sistemas de operación, administración y conservación en una Unidad de Riego

Sistemas gerenciales para la administración y operación de empresas sociales

Programación de actividades

Los entrevistados consideraron importante que los usuarios deberían conocer las obligaciones y responsabilidades que tiene dentro de la Asociación Civil, plasmadas en los Estatutos Sociales, por lo que sería necesario iniciar el proceso de capacitación con Talleres en cada ejido en los que se presentaran los Estatutos Sociales para que todos los conocieran, así como un Taller para la formulación del Reglamento de Operación, Administración y Conservación de la Asociación Civil.

La modalidad metodológica que se ha seleccionado para la realización del proceso de Enseñanza-Aprendizaje es mediante Talleres Participativos, en los que se considera que el aprendizaje es facilitado por el instructor y los sujetos participan en el mismo activamente.

De esta forma, se han considerado dos etapas en las cuales se trabajarían los temas señalados, dado que se ha pensado que en la primera se estarían proporcionando las bases legales, organizativas y sociales de los Estatutos Sociales y la formulación del Reglamento de Administración, Operación, y Conservación, necesarios para que los usuarios estén concientes de las responsabilidades que tienen, socializándose la información pertinente entre los directamente responsables, con lo cual se motivaría el cambio de directiva de forma democrática, proceso que se requiere para eliminar los conflictos creados entre los usuarios y la Directiva actual, por la falta de acciones congruentes y democráticas que no ha realizado ésta última, lográndose la participación homogénea y conciente de la totalidad de los usuarios en el proyecto de tecnificación del riego.

En esta etapa se trabajarían con los usuarios los Estatutos Sociales y la formulación del Reglamento de Administración, Operación y Conservación de la Unidad de Riego.

La segunda etapa está considerada de consolidación de la organización y de aprendizaje en aquellos temas necesarios para operar, administrar y conservar la infraestructura tecnificada de riego en la Asociación Civil.

A efecto de realizar el proceso de capacitación de tal forma que se asegure el proceso de Enseñanza-Aprendizaje mencionado sobre los temas a tratar en cada taller, se ha programado el mismo de la siguiente forma:

Primera etapa

Talleres en cada ejido de Revisión y Consenso de los derechos y obligaciones de los usuarios al pertenecer a una Asociación Civil para la Administración, Operación y Conservación de una Unidad de Riego, especificadas en los Estatutos Sociales.

Objetivo General: Que los usuarios de la Unidad de Riego, conozcan y se concienticen de los derechos y obligaciones que tienen al pertenecer a una Asociación Civil y se comprometan a respetarlos

Objetivo de Enseñanza: Los instructores presentarán ejemplos de obligaciones y responsabilidades de tres grupos organizados a efecto de que los sujetos participantes, elijan entre ellos aquellos que deben de estar reglamentados en sus Estatutos y de esta forma tengan conciencia de los mismos y acuerden respetarlos

Objetivo de Aprendizaje: Los sujetos participantes elegirán los derechos y obligaciones que tiene dentro de la Asociación Civil, comprometiéndose a respetarlos

Participantes primer día:

: Ejidatarios de Los Ocotes, Laguna Larga y Lomita de Aceves
10 participantes de cada ejido, previamente seleccionados e invitados

Participantes segundo día

Ejidatarios de La Madeja, Joya de Mulas y Sauz de Méndez
10 participantes de cada ejido, previamente seleccionados e invitados

Participantes tercer día

Ejidatarios de Santa Elena, La Ermita, Acuitzio y Zaragoza
10 participantes de cada ejido, previamente seleccionados e invitados

Lugar, Salón de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich.
Hora: Todos los eventos sería programados de las 17:00 a las 20:00 pm

Estos talleres deberán de tener como meta fundamental el colocar las bases sociales para la organización interna de los usuarios y de informar a estos, de las funciones que tienen los delegados y la responsabilidad como representantes de cada ejido, para que conformados en Asamblea General de Delegados acuerden realizar las acciones necesarias para reformular y darle una nueva imagen a la Asociación Civil, cuya función principal es la de dotar de riego a los usuarios y realizar una buena administración, operación y conservación de la infraestructura hidroagrícola, así como realizar las gestiones para capitalizar la Unidad de Riego obteniendo los apoyos necesarios en equipo y maquinaria.

Taller de Formulación del Reglamento de Operación, Administración y Conservación con delegados de los ejidos.

Objetivo General: Los representantes de cada ejido formularán el Reglamento de Operación, Administración y Conservación

Objetivo de Enseñanza: Los instructores presentarán ejemplos de actividades reglamentadas de tres grupos organizados para operar, administrar y conservar la infraestructura hidroagrícola, a efecto de que los sujetos participantes, elijan entre aquellas que deben de estar reglamentados en sus Estatutos y de esta forma tengan conciencia de las mismas y acuerden respetarlas

Objetivo de Aprendizaje: Los sujetos participantes elegirán los derechos y obligaciones que tiene dentro de la Asociación Civil, comprometiéndose a respetarlos

Participantes

Delegados de todos los ejidos integrantes
2 delegados de cada ejido, previamente invitados

Lugar, Salón de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich.

Hora: El evento será programado durante tres días de las 17:00 a las 20:00 pm

Con la realización de estos talleres se espera que los delegados asuman sus funciones como representantes de los productores de cada ejido, a fin de que acuerden realizar asambleas generales en las que se discutan los principales problemas de la Unidad de Riego y se convoque a la realización de una Asamblea General de Delegados para elegir a la Mesa Directiva, misma que tendría que presentar inmediatamente la información sobre el uso de los recursos financieros que se realizaron en la administración pasada, acción que están demandando todos los usuarios y sin la cual ninguna Mesa Directiva tendrá el apoyo de los usuarios.

Además, tendría la facultad y la responsabilidad de formular una estructura orgánica adecuada a las necesidades que el proyecto de tecnificación requiere, es decir, con una Gerencia Técnica y Departamentos de Insumos, Comercialización, Maquinaria, Contabilidad, etc., y que a partir de esta reestructuración aunada a la formulación del Reglamento de Operación, Administración y Conservación de la Asociación Civil, se formule el Plan de Riegos de forma que democráticamente se dote del agua para riego en términos de equidad y justicia para todos los usuarios.

Estas acciones reglamentadas, convencerían a los usuarios de que la Mesa Directiva electa, funcionará en los términos establecidos en los Estatutos Sociales y el Reglamento de

Operación, Administración y Conservación y que todos los ejidos y usuarios participarán de los beneficios de la misma en igualdad de condiciones.

SEGUNDA ETAPA

En esta segunda etapa se realizarán los talleres de consolidación de la Asociación Civil como estructura operativa para eficientar la dotación de agua de riego bajo el sistema tecnificado y además para que cuente con los procedimientos, apoyos y bases técnicas para apoyar la compra de insumos, la producción y comercialización de los cultivos rentables que incrementen los rendimientos y el capital de los usuarios.

Los Talleres que se describen a continuación están pensados a realizarse según las necesidades, tiempo y espacios de los usuarios y la Mesa Directiva.

Para los usuarios en general (Estos talleres se organizarán dependiendo del número de usuarios que desee asistir)

Cómo regar eficientemente

Objetivo:	Que los usuarios aprendan a regar eficientemente mediante el sistema de riego tecnificado
Duración:	Teoría dos días de 17:00 a 20:00 pm Práctica.- Dos días de 9:00 a 12:00 pm
Lugar	Sala de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich. Parcela

Importancia del Pago de la Cuota por Servicio de Riego

Objetivo:	Que los usuarios comprendan la importancia y destino de la cuota de riego para la operación, administración y conservación de la infraestructura hidroagrícola
Duración:	Dos días de 17:00 a 20:00 pm
Lugar	Sala de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich.

Tecnificación del riego por gravedad

Objetivo:	Que los usuarios aprendan las características del sistema tecnificado del riego por gravedad
Duración:	Teoría dos días de 17:00 a 20:00 pm

Práctica.- Dos días de 9:00 a 12:00 pm

Lugar Sala de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich.
Parcela

Tecnificación del riego por goteo

Objetivo: Que los usuarios aprendan las características del sistema tecnificado del riego por gravedad

Duración: Teoría dos días de 17:00 a 20:00 pm
Práctica.- Dos días de 9:00 a 12:00 pm

Lugar Sala de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich.
Parcela

Producción de hortalizas y cultivos alternativos (fresas, ajo, cebolla, etc.)

Objetivo: Que los usuarios aprendan a producir hortalizas

Duración: Teoría un día de 17:00 a 20:00 pm
Práctica.- Un día de 9:00 a 12:00 pm

Lugar Sala de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich.
Parcela

Para los delegados y Mesa Directiva

Contabilidad, Administración y Aspectos fiscales

Objetivo: Que los integrantes de la Mesa Directiva conozcan y utilicen los sistemas contables, administrativos y fiscales.

Duración: Dos días de 17:00 a 20:00 pm

Lugar Sala de eventos sociales del Hotel Mirage La Piedad Mich.

Sistemas de operación, administración y conservación en una Unidad de Riego

Objetivo: Que los integrantes de la Mesa Directiva conozcan y utilicen los sistemas de administración, operación y conservación

Duración: Un día de 17:00 a 20:00 pm

Lugar Sala de eventos sociales del Hotel Mirage La Piedad Mich.

Sistemas gerenciales para la administración y operación de empresas sociales

Objetivo: Que los integrantes de la Mesa Directiva conozcan y utilicen los sistemas gerenciales de administración y operación de

empresas sociales
Duración: Dos días de 17:00 a 20:00 pm
Lugar: Sala de eventos sociales del Hotel Mirage, La Piedad Mich.

6.3. Conclusiones

- La mayor parte de los usuarios desconoce las obligaciones y responsabilidades que marcan los estatutos de la Asociación Civil formulados en el año 2000.
- El Consejo de Administración de la Asociación Civil no efectúa la planeación del riego con los usuarios, por ello el riego en ocasiones se realiza mediante acuerdos particulares entre el canalero y los usuarios.
- Se carece de un plan de conservación anual de la infraestructura hidroagrícola.
- Algunos usuarios no pagan la cuota de riego.
- Se tienen problemas en la comercialización de las cosechas, particularmente el trigo, pues éste en general es adquirido por acaparadores a un precio bajo.
- La aplicación del agua a nivel parcelario es deficiente, lo que genera escurrimientos importantes hacia el río, desperdiándose grandes volúmenes de agua.
- La mayor parte de los usuarios siembra bajo el sistema de labranza mínima, debido a los altos costos de los insumos y de la maquinaria.

6.4 Oportunidades de desarrollo

- La mayor parte de los usuarios está de acuerdo en la tecnificación del sistema de riego.
- Los usuarios aceptan la implementación de un plan de riegos anualizado si es equitativo y se elabora de forma transparente.
- La mayor parte de los usuarios tiene experiencia en la siembra de hortalizas, lo cual puede facilitar la reconversión de cultivos en la zona.
- Disponibilidad para pagar una cuota de riego mayor si el Consejo de Administración presenta periódicamente un balance de ingresos y egresos.

6.5. Análisis de la visita de dirigentes de la Unidad de Riego Presa "I. Mariano Abasolo", Pénjamo, Gto., al Módulo de Riego Valle de Santiago, Gto., el día 1º de julio de 2005.

Asistieron 7 personas de la Asociación de Usuarios de la Presa Mariano Abasolo, del Municipio de Pénjamo, Gto., a las oficinas del Módulo de Riego "Valle de Santiago", del Distrito de Riego 011, Río Lerma, Gto.

La reunión fue enriquecedora por los temas tratados por la dirigencia del Módulo Valle de Santiago, en cuanto a exponer la experiencia adquirida en los últimos cuatro años para constituir cuatro empresas dependientes del módulo que les permiten contar con más y mejores apoyos a sus agremiados, así como las características de la organización que han construido alrededor del mismo para operarlo, conservarlo y administrarlo con apoyo de los productores tanto ejidatarios como pequeños propietarios, en la que es patente las actividades desplegadas por los delegados y directivos y el compromiso que demuestran para avanzar en lo productivo y socioeconómico que redunde en altos beneficios para los usuarios.

De esta visita los asistentes se pudieron percatar de la importancia de lo siguiente:

- a) La participación desinteresada y comprometida de los agremiados, tanto de ejidatarios como de pequeños propietarios para ocupar cargos administrativos dentro de la Asociación, es una cuestión básica para permitir alcanzar altos niveles de organización y cohesión grupal.
- b) Que la organización del grupo para operar, administrar y conservar la infraestructura hidroagrícola, con base en el compromiso y eficiencia mostrada por la dirigencia y sus delegados, es la principal fortaleza con la cual se pueden lograr grandes avances en materia económica y social.
- c) La alternancia en el poder entre ejidatarios y pequeños propietarios, es una muestra de los beneficios que se obtienen al trabajar en armonía y con honestidad.
- d) La transparencia de las cuentas entregadas a los usuarios permite obtener la confianza de los usuarios y lograr las metas propuestas sobre el consenso de los usuarios y la participación en la toma de decisiones.
- e) Que la participación de los delegados de la Asociación de usuarios es fundamental en la construcción y operación de la misma.
- f) Es indudable que la dirigencia de la Unidad de Riego "Presa Insurgente Mariano Abasolo", del municipio de Pénjamo, Gto., tiene que transparentar y democratizar sus actividades entre sus agremiados, apoyándose en el programa de capacitación que se propuso para eficientarla, dado que de estos elementos depende el éxito de la misma para operar el sistema de riego tecnificado.

VII. OPERACIÓN DE LA RED ENTUBADA

Con la finalidad de facilitar la operación de la red entubada de la Unidad de Riego de la Presa Mariano Abasolo, se presenta aquí una propuesta preliminar. Se describe primero la infraestructura con la que se proyecta y posteriormente el tiempo de llenado de la red de conducción principal e interparcelaria y el número de hidrantes que operarían de manera simultánea.

7.1. Infraestructura de la zona de riego

7.1.1 Obra de toma

Dentro de la Galería se tiene de proyecto conectar una tubería de 42 pulgadas de diámetro, conectado entre la compuerta actual y con la tubería de conducción principal de 48 pulgadas de diámetro.

7.2 Red de conducción principal

La red de conducción entubada de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo" consta de una red principal y seis líneas laterales (Lámina 7.1). La capacidad de conducción de la red principal es de 1,960 l/s, mismo que se va reduciendo hacia el final de la red. El material de proyecto para diámetros mayores de 24 pulgadas es de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), y para diámetros iguales o menores con tubería de PVC.

7.2.1 Tubería

En la lámina 7.1 y en cuadro 7.1 se presenta la distribución y la longitud, diámetros y tipo de tubería propuesta de la red principal.

Cuadro 7.1 Diámetro, longitud y tipo de tubería propuesta en el proyecto ejecutivo de la red de conducción principal de la Unidad de Riego de la Presa "I. Mariano Abasolo", Gto.

Diámetro (mm) (pulgadas)	Longitud (m)	Tipo de tubería
1200 (48")	5,140	PRFV
1100 (44)	1,341	PRFV
1000 (40)	2,207	PRFV
700 (28)	1699	PRFV
630 (24)	4,269	PVC
500 (20)	708	PVC
450 (18)	2,502	PVC
400 (16)	1,395	PVC
355 (14)	3,007	PVC
315 (12)	352	PVC
250 (10)	1,430	PVC
160 (6)	210	PVC
Total (m)	24,260	

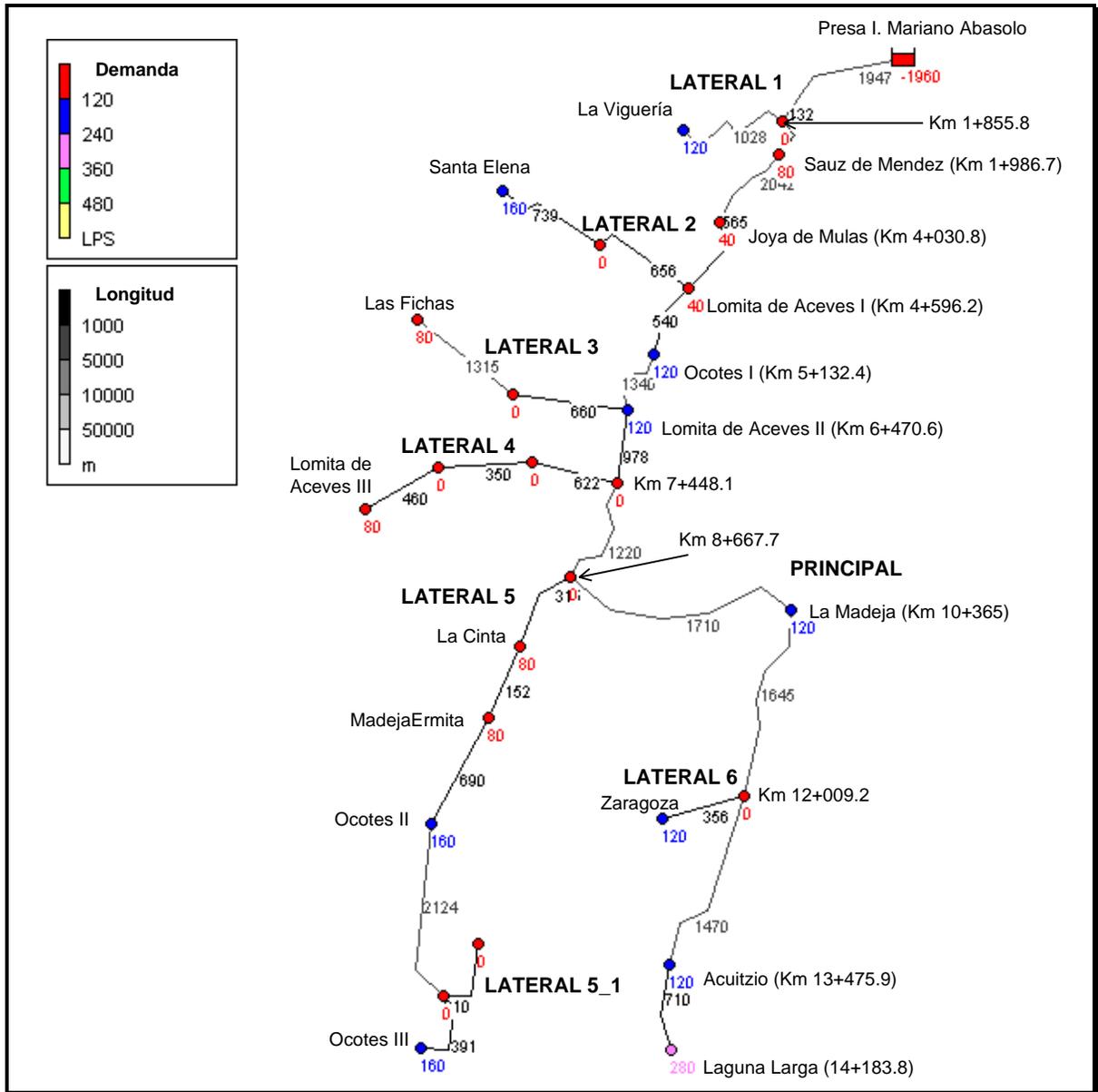


Lámina 7.1 Red de conducción principal entubada de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo".

7.2.2 Piezas especiales

❖ Válvulas de admisión y expulsión de aire

A lo largo de la tubería de la red de conducción principal se instalaron 72 válvulas de admisión y expulsión de aire, para facilitar la salida del aire al momento de llenado de la tubería, y para admitir aire cuando la tubería se vacía. 24 válvulas de 6 pulgadas de diámetro, 6 de 24 pulgadas, 12 de 3 pulgadas y 30 válvulas de 2 pulgadas.

❖ Válvula de desfogue

A fin de derivar los volúmenes de agua excedentes de la presa a través de la obra de toma, se consideró una válvula de desfogue al inicio de la conducción principal; y de esta manera evitar que el volumen de agua no requerida para el riego circule dentro de la red entubada.

❖ Válvulas reductoras/reguladoras de presión

Dentro de la red de conducción principal se consideraron cuatro válvulas reductoras/reguladoras de presión para regular el excedente de presión para la condición de operación mínima de la red y cuando el nivel del agua en la presa se encuentre a su nivel máximo. En el cuadro 7.2 se presenta la ubicación de estas válvulas y su tamaño.

Cuadro 7.2 Ubicación de las válvulas reductoras/reguladoras de Presión de la red de conducción principal

Tamaño de válvula (pulgadas)	Ubicación	Red principal o lateral
20	K 10 + 365	Red principal
20	K 0 + 003	Inicio del lateral 5
12	K 0 + 003	Inicio del lateral 3
8	K 0 + 003	Inicio del lateral 4

7.3 Red de conducción interparcelaria y parcelaria

La zona de riego de la presa "I. Mariano Abasolo", se agrupó en 14 áreas compactas (puntos de entrega del agua de riego en bloque), mismas que agrupan a uno o más ejidos o parcelas de la pequeña propiedad. En el cuadro 7.3 se presenta la superficie de cada área compacta y el número de parcelas o usuarios beneficiados.

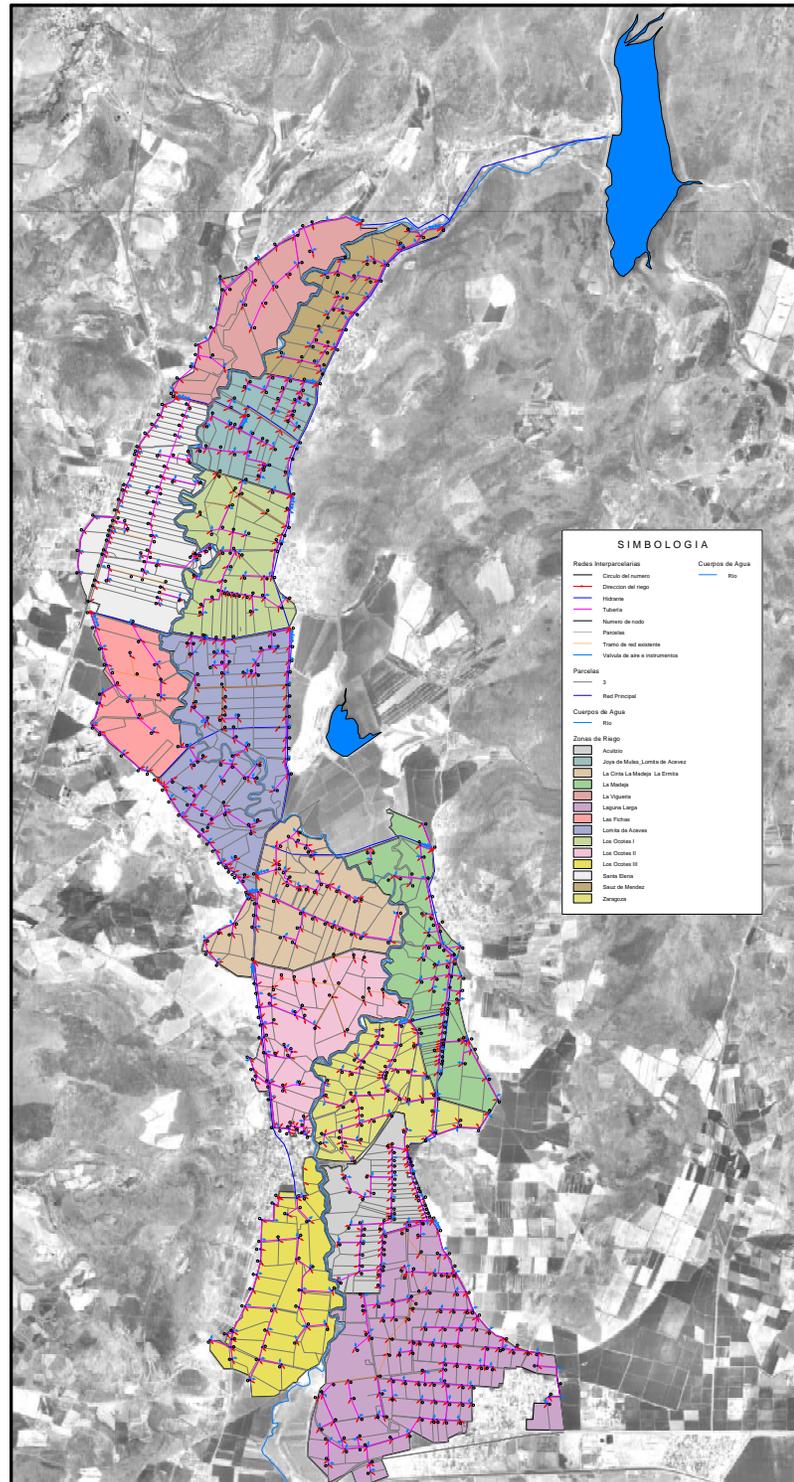


Lámina 7.2 Red de conducción principal entubada de la unidad de riego de la presa "I. Mariano Abasolo".

Cuadro 7.3 Superficie compacta y usuarios beneficiados, en cada punto de entrega del agua de riego

AREA O EJIDO	SUPERFICIE (ha)	USUARIOS
LA VIGERIA	109.86	17
LAS FICHAS	95.23	13
LA CINTA-MADEJA-ERMITA	154.14	47
ACUITZIO	94.47	50
MADEJA	143.28	54
LOMITA DE ACEVES	199.89	81
LAGUNA LARGA_PP. LA FLORIDA	290.69	105
LOS OCOTES I	133.76	38
LOS OCOTES II	140.97	45
LOS OCOTES III	141.30	36
SAUZ DE MENDEZ	84.50	29
ZARAGOZA	121.48	48
SANTA ELENA	161.36	85
JOYA DE MULAS_ LOMITA DE ACEVES	91.52	41
TOTALES	1,962.45	689

7.3.1 Tubería

Los diámetros y la longitud de tubería de la red interparcelaria y parcelaria se presentan en el cuadro 7.4. Se incluye la tubería de compuertas de 6 pulgadas de diámetro.

Cuadro 7.4 Relación de los principales materiales de la red interparcelaria y parcelaria.

Concepto	Cantidad (m)
1. Tubería	
400 mm (16")	1,285
355 mm (14")	775
315 mm (12")	4,136
250 mm (10")	11,319
200 mm (8")	17,739
160 mm (6")	48,112
Total	83,366
2. Tubería con compuertas de 160 mm (6")	11,400
3. Número de hidrantes	663
4. Medidores de gasto y totalizador volumétrico	17

La longitud total es 83,366 m de tubería de PVC para conducción y de 11,400 de tubería de PVC de multicompuertas.

7.3.2 Piezas especiales

❖ Válvulas de admisión y expulsión de aire

A lo largo de la tubería de la red de conducción interparcelaria y parcelaria se instalaron 347 válvulas de admisión y expulsión de aire, para facilitar la salida del aire al momento de llenado de la tubería, y para admitir aire cuando la tubería se vacía.

❖ Válvula de seccionamiento

A fin de controlar y aislar los puntos de entrega de la red de conducción principal, se consideraron válvulas tipo compuerta. La selección de las válvulas de tipo compuerta en lugar de las válvulas de tipo mariposa, se debe a que las primeras además tendrán la función de regular el gasto y la presión para las condiciones de operación de la red a demanda mínima. Se consideraron 17 válvulas de compuerta e igual número de medidores volumétricos, ambos localizados inmediatamente después del punto de entrega del agua a cada área compacta (ejido o pequeña propiedad).

❖ Válvulas reductoras/reguladoras de presión

Dentro de la red de conducción interparcelaria y parcelaria, se consideraron tres válvulas reductoras/reguladoras de presión para regular el excedente de presión para la condición de operación mínima de la red y cuando el nivel del agua en la presa se encuentre a su nivel máximo. Estas se localizan en el punto de entrega de Joya de Mulas y Lomita de Aceves dos de 6 pulgadas de diámetro, y la tercera en el ejido Los Ocotes (I), con un diámetro de 12 pulgadas. En el cuadro 7.5 se presentan las cantidades de tubería y piezas especiales de cada una de las áreas compactas.

Cuadro 7.5 Cantidades de los principales materiales propuestos para la tecnificación de la red interparcelaria y parcelaria, indicados por área compacta o ejido.

Area (Proyecto)	Tubería de Conducción (m)	Tubería de compuertas (m)	Medidores	Válvulas compuerta	Válvulas de aire
La Vigería	4895	900.0	1 (12")	1 (12")	20
Las Fichas	3135	600.0	1 (12")	1 (12")	14
La Cinta-Madeja-Ermita	5750	900.0	1 (8")	1 (8")	21
Acuitzio	6252	600.0	1 (10")	1 (10")	25
Madeja	5603	900.0	1 (12")	1 (12")	24
Lomita de Aceves	8383	1200.0	2 (10")	2 (10")	38
Laguna Larga y Florida	13,475	1500.0	1(20")	1(20")	52
Los Ocotes (i)	4,548	900.0	1 (12")	1 (12")	19
Los Ocotes (ii)	4,163	900.0	1(14")	1(14")	17
Los Ocotes (iii)	5880	600.0	1(16")	1(16")	22
Sauz de Méndez	4185	450.0	1(10")	1(10")	20
Zaragoza	6554	600.0	1 (12")	1 (12")	28
Santa Elena	6428	900.0	1(16")	1(16")	26
Joya de Mulas-Lomita Aceves	4175	450.0	2(6")	2(6")	21
Total	83426	11400			347

7.4 Operación de la red de conducción principal

En el cuadro 7.6 se presentan cada uno de los puntos de entrega de agua de riego de la red de conducción principal del proyecto de riego de la Presa "I. Mariano Abasolo", Pénjamo, Gto. Además se presenta el gasto que se conduce en la red principal en cada uno de sus tramos y el diámetro de tubería. Asimismo se presenta la presión disponible a un nivel de agua mínimo de operación de la presa, en condiciones de un a máxima demanda en la red de conducción.

Cuadro 7.6 Características hidráulicas y operativas de la red de conducción principal

Tramo	Longitud (m)	Superficie dominada (ha)	Gasto (l/s)	Diámetro (pulgadas)	Presión a NAMÍN (m)	Punto de entrega
Red principal						
Obra de Toma	90	1963.5	1960	42	0	
K 0+000 al K 1+855	1,855	1963.5	1960	48	22.8	Hacia la Viguería
K 1+855 al K 1+986	131	1853.7	1840	48	22.3	Sauz de Mendez
K 1+986 al K 4+030	2044	1769.2	1760	48	29.1	Joya de Mulas
K 4+030 al K 4+596	566			48	30.2	Hacia Santa Elena
K 4+566 al K 5+132	566	1515.3	1520	48	31	Los Ocotes (I)
K 5+132 al K 6+470	1338	1381.5	1400	44	32.6	Hacia Las Fichas
K 6+470 al K 7+448	978	1286.3	1200	40	33.9	Hacia Lomita de Aceves
K 7+448 al K 8+667	1219	1086.4	1120	40	33.4	Bifurcación Principal
K 8+667 al K 10+365	1698	650	640	28	27.7	La Madeja
K 10+365 al K 12+009	1644	506.7	520	24	23.3	Hacia Zaragoza
K 12+009 al K 13+476	1467	385.2	400	24	21.6	Acuitzio
K 13+476 al K 14+183	707	290.7	280	20	17.5	Laguna Larga
Lateral 1 (K 1+855)						
K 0+000 al K 1+029	1029	95.2	120	14	18.4	La Viguería
Lateral 2 (K 4+596)						
K 0+000 al K 1+390	1390	161.4	160	16	22.5	Santa Elena
Lateral 3 (K 6+470)						
K 0+000 al K 1+972	1972	95.2	80	14	23.1	Las Fichas
Lateral 4 (K 7+448)						
K 0+000 al K 1+426	1426	200	80	10	11.6	Lomita de Aceves
Lateral 5 (K 8+667)						
K 0+000 al K 0+317	317	436.4	480	24	29.7	La Cinta
K 0+317 al K 0+460	143		400	24	28.1	Ermita y Madeja
K 0+460 al K 1+130	670	282.3	320	24	29.5	Los Ocotes (II)
K 1+130 al K 3+642	2512	141.3	160	18	23.2	Los Ocotes (III)
Lateral 6 (K 12+009)						
K 0+000 al K 0+351	351	121.5	120	12	23.2	Zaragoza

7.4.1 Llenado de la red

Al inicio de cada ciclo de riego (principalmente en otoño-invierno) se debe proceder al llenado con el agua de riego de todas las líneas de la tubería, en consecuencia se tendrá el proceso de expulsión del aire contenido dentro de la misma.

El proceso de llenado inicia con la apertura de la compuerta de la obra de toma. La apertura o el gasto de llenado deberá ser lo suficientemente pequeño para permitir el desalojo gradual del volumen de aire a través de las válvulas de admisión y expulsión de aire. En el cuadro 7.7 se presenta el tiempo de llenado y el volumen requerido por cada tramo de la red de conducción principal, considerando un gasto promedio de 150 litros por segundo.

Cuadro 7.7 Tiempo de llenado de la red de conducción principal,
con un gasto promedio de 150 l/s.

Tramo	Longitud (m)	Diámetro (pulgadas)	Volumen (m ³)	Tiempo Horas
				Q = 150 l/s
Red principal				
Obra de Toma	90	42	101.79	0.19
K 0+000 al K 1+855	1,855	48	2097.96	3.89
K 1+855 al K 1+986	131	48	148.16	0.27
K 1+986 al K 4+030	2044	48	2311.71	4.28
K 4+030 al K 4+596	566	48	640.13	1.19
K 4+566 al K 5+132	566	48	640.13	1.19
K 5+132 al K 6+470	1338	44	1271.55	2.35
K 6+470 al K 7+448	978	40	768.12	1.42
K 7+448 al K 8+667	1219	40	957.40	1.77
K 8+667 al K 10+365	1698	28	672.27	1.24
K 10+365 al K 12+009	1644	24	475.74	0.88
K 12+009 al K 13+476	1467	24	424.52	0.79
K 13+476 al K 14+183	707	20	129.54	0.24
Lateral 1 (K 1+855)				
K 0+000 al K 1+029	1029	14	95.08	0.18
Lateral 2 (K 4+596)				
K 0+000 al K 1+390	1390	16	162.66	0.30
Lateral 3 (K 6+470)				
K 0+000 al K 1+972	1972	14	182.22	0.34
Lateral 4 (K 7+448)				
K 0+000 al K 1+426	1426	10	65.05	0.12
Lateral 5 (K 8+667)				
K 0+000 al K 0+317	317	24	91.73	0.17
K 0+317 al K 0+460	143	24	41.38	0.08
K 0+460 al K 1+130	670	24	193.88	0.36
K 1+130 al K 3+642	2512	18	371.61	0.69
Lateral 6 (K 12+009)				
K 0+000 al K 0+351	351	12	25.48	0.05
			11868.12	21.98

En el cuadro 7.8 se presenta el tiempo de llenado y el volumen requerido por cada tramo de la red de conducción interparcelaria y parcelaria, considerando un gasto promedio de 150 litros por segundo.

Cuadro 7.8 Tiempo de llenado de la red de conducción interparcelaria, y parcelaria para un gasto total de 150 l/s.

Longitud (m)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	Area (m ²)	Volumen (m ³)	Tiempo (hr)
1285	16	0.386	0.12	150.37	0.28
775	14	0.343	0.09	71.61	0.13
4136	12	0.303	0.07	298.23	0.55
11319	10	0.241	0.05	516.34	0.96
17739	8	0.193	0.03	518.96	0.96
48112	6	0.154	0.02	896.16	1.66
83,366				2451.68	4.54

Se recomienda que el gasto de llenado para esta red no sea mayor de 150 l/s, lo que implica que para llenar únicamente la red de conducción principal, que representa un volumen de 11,868 m³ se requiere de 22 horas. Adicionalmente para la red interparcelaria y parcelaria, utilizando el mismo gasto, representa un volumen de 2,451 m³, se requiere de un tiempo de 4.54 horas, por lo tanto, el tiempo total de llenado de toda la red no deberá ser menor de 26.5 horas. Implica que al menos un día antes de iniciar los riegos, se deberá empezar a llenar la red de manera lenta.

Para el llenado de la red de conducción interparcelaria y parcelaria, el gasto de entrada deberá ser proporcional al gasto máximo de operación. Es decir, que el gasto de 150 l/s se deberá dividir entre las 14 áreas compactas. En el cuadro 7.9 se presenta el gasto recomendado para el llenado de cada una de las áreas compactas. Para obtener este gasto se deberá regular desde la válvula tipo compuerta ubicada en cada punto de entrega.

Cuadro 7.9 Gasto aproximado para el llenado de la red de conducción interparcelaria y parcelaria de cada una de las áreas compactas y/o ejidos, para distribuir un gasto total de 150 l/s.

AREA O EJIDO	SUPERFICIE	GASTO AJUSTADO (l/s)	GASTO DE LLENADO (l/s)
LA VIGERIA	109.86	120	9
LAS FICHAS	95.23	120	9
LA CINTA-MADEJA-ERMITA	154.14	160	12
ACUITZIO	94.47	120	9
MADEJA	143.28	160	12
LOMITA DE ACEVES	199.89	200	12
LAGUNA LARGA	290.69	280	18

Y LA FLORIDA			
LOS OCOTES (I)	133.76	120	9
LOS OCOTES (II)	140.97	160	12
LOS OCOTES (III)	141.30	160	12
SAUZ DE MENDEZ	84.50	80	6
ZARAGOZA	121.48	120	9
SANTA ELENA	161.36	160	12
JOYA DE MULAS Y LOMITA DE ACEVES	91.52	120	9
TOTALES	1,962.45		

De no hacerse este procedimiento de llenado lento, se corre el riesgo de que la tubería se rompa.

7.4.2 Número de hidrantes operando

El número de riegos simultáneos en cada área compacta o ejido, se presenta en el cuadro 7.10

Cuadro 7.10 Número de riegos simultáneos para cada área compacta o ejido, en función de la superficie y del gasto ajustado.

AREA O EJIDO	SUPERFICIE	GASTO REQUERIDO (l/s)	GASTO AJUSTADO (l/s)	RIEGOS SIMULTANEOS MÁXIMO
LA VIGERIA	109.86	105.5	120	3
LAS FICHAS	95.23	91.4	120	3
LA CINTA-MADEJA-ERMITA	154.14	148	160	4
ACUITZIO	94.47	90.7	120	3
MADEJA	143.28	137.5	160	4
LOMITA DE ACEVES	199.89	192	200	5
LAGUNA LARGA Y LA FLORIDA	290.69	279	280	7
LOS OCOTES (I)	133.76	128.5	120	3
LOS OCOTES (II)	140.97	135.3	160	4
LOS OCOTES (III)	141.30	135.6	160	4
SAUZ DE MENDEZ	84.50	75.4	80	2
ZARAGOZA	121.48	116.6	120	3
SANTA ELENA	161.36	155	160	4
JOYA DE MULAS Y LOMITA DE ACEVES	91.52	87.9	120	3
TOTALES	1,962.45			

La superficie correspondiente a Las Fichas, Acuitzio, La Madeja, Los Ocotes (II), Los Ocotes (III) y Joya de Mulas y Lomita de Aceves frecuentemente no requerirán del número total de riegos simultáneos indicados en el cuadro 7.10. Por ejemplo, el caso más claro la superficie de Joyas de Mulas y Lomita de Aceves su superficie es de 87.9 ha, entonces el número de riegos simultáneos es dos, salvo algunos días será de tres.

El utilizar o abrir mas hidrantes o riegos a los estipulados, originará una disminución del gasto por hidrante del área respectiva, lo que implica un mayor tiempo para completar el riego de las parcelas que estén aplicando riego en ese momento.

7.4.3 Presión de operación

En el cuadro 7.11 se presenta la presión de operación a que deberán estar operando las válvulas reductoras/reguladoras de presión, tanto para la red de conducción principal, como para la red interparcelaria y parcelaria.

Cuadro 7.11 Características de operación de las válvulas reguladoras de presión

VALVULA REGULADORA DE PRESION	Presión antes de la válvula reguladora de presión a presa llena (NAMO = 1738.5) m.c.a.		Presión requerida después de la válvula reguladora de presión (m.c.a.)	Reducción de presión (%)	
	Gasto total en la red $Q_{max} = 1960$ lps	Gasto total en la red $Q_{min} = 960$ lps		Q_{max}	Q_{min}
RED DE CONDUCCIÓN PRINCIPAL					
12" (ubicada Km 0+003 del lateral 3) Gastos que circulan a través de la Válvula $Q_{max}=120$ lps y $Q_{min} = 80$ lps Velocidades a través de la Válvula $V_{max}=1.7$ m/s y $V_{min} = 1.13$ m/s	47.6	54.6	32.6	31.5	40.3
8" (ubicada Km 0+003 del lateral 4) Gastos que circulan a través de Válvula $Q_{max}=80$ lps y $Q_{min} = 40$ lps Velocidades a través de la Válvula $V_{max}=2.5$ m/s y $V_{min} = 1.27$ m/s	48.9	57.1	33.9	30.7	40.6
20" (ubicada Km 0+003 del lateral 5) Gastos que circulan a través de la Válvula $Q_{max}=480$ lps y $Q_{min} = 240$ lps Velocidades a través de la Válvula $V_{max}=2.4$ m/s y $V_{min} = 1.22$ m/s	48.4	58.0	33.4	31.0	42.4
20" (ubicada en el Km 10+365 de la red principal) Gastos que circulan a través de la Válvula $Q_{max}=640$ lps y $Q_{min} = 240$ lps Velocidades a través de la Válvula $V_{max}=3.2$ m/s y $V_{min} = 1.22$ m/s	42.7	56.4	27.7	35.1	50.9
RED DE CONDUCCIÓN INTERPARCELARIA VÁLVULAS REDUCTORAS PARA OPERAR A PRESA LLENA, PARA REDUCIR LA PRESIÓN EN EL PUNTO DE ENTREGA EN EL RANGO DE (1 A 14 m)					
Joya de Mulas y Lomita de Aceves				Reducción máxima (m)	
Punto o nodo 43	40		28.8	14	
Punto o nodo 47	40		26.9	14	
Los Ocotes (1)					
Punto de entrega único	160		30.9	14	
Lomita de Aceves					
Punto o nodo 1	120		32.38	14	

7.5 Manejo del riego parcelario

Para la aplicación del riego en la parcela es necesario tener previo a la abertura de la válvula:

- 1). Tener preparado el surcado y,
- 2). Tener colocada la tubería de compuertas

Generalmente para cubrir con el riego a toda la parcela, se tienen que realizar varias tendidas de riego.

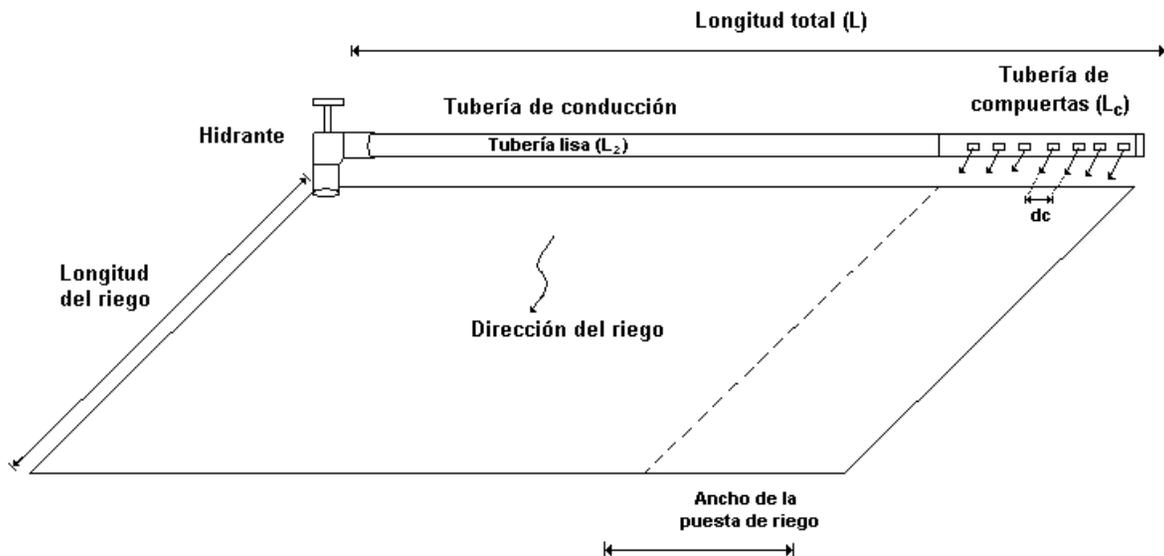


Lámina 7.2 Esquema de aplicación del riego con tubería de compuertas. Se indica la longitud de tubería de conducción y la longitud de tubería con compuertas

En el cuadro 7.12 se presentan los datos generales para la operación del sistema de riego entubado operando con tubería de compuertas.

Cuadro 7.12 Datos generales de operación del sistema de riego

DATOS DEL SISTEMA DE RIEGO A BAJA PRESION			
1	ESPACIAMIENTO ENTRE SURCOS	80	cm
2	LAMINA DE RIEGO NETA	9.6	cm
3	REQUERIMIENTO DE RIEGO MAXIMO	5.79	mm/día
4	INTERVALO DE RIEGO CRITICO	16	Días
5	EFICIENCIA DE APLICACIÓN	75	%
6	GASTO MODULAR	40	l/s
7	TIEMPO DE RIEGO PARA 1 HA	8.9	Horas
8	TIPO DE SISTEMA DE RIEGO	multicompuertas	

El tiempo de riego para regar una superficie de 1 ha aplicando una lámina de riego neta de 9.6 cm, con una eficiencia de aplicación del 75 % se requiere de un tiempo de riego de 8.9 horas.

En el cuadro 7.13 se presenta la superficie, el volumen y el gasto por hidrante, el tiempo de riego y el número de riegos para cada subárea de cada ejido o área compacta.

Cuadro 7.13 Superficie, volumen bruto, gasto y tiempo de riego por área compacta o ejido

Area (Proyecto)	Superficie (ha)	Volumen bruto (m3)	Gasto (l/s)	Tiempo de riego (Días)	Riegos Simultáneos
LA VIGERIA	109.86	143490.6	120	13.8	3
A1	40	52244.9	40	15.1	1
A2	40	52244.9	40	15.1	1
A3	29.86	39000.8	40	11.3	1
LAS FICHAS	95.23	124382.0	120	12.0	3
A1	32.3	42187.8	40	12.2	1
A2	39.09	51056.3	40	14.8	1
A3	23.84	31138.0	40	9.0	1
LA CINTA-MADEJA-ERMITA	154.14	201325.7	160	14.6	4
A1	37.47	48940.4	40	14.2	1
A2	40.23	52545.3	40	15.2	1
A3	40.23	52545.3	40	15.2	1
A4	40.49	52884.9	40	15.3	1
ACUITZIO	94.47	123389.4	120	11.9	3
A1	32.4	42318.4	40	12.2	1
A2	30.1	39314.3	40	11.4	1
A3	32	41795.9	40	12.1	1
MADEJA	143.28	187141.2	160	13.5	4
A1	39.56	51670.2	40	15.0	1
A2	36.63	47843.3	40	13.8	1
A3	32.17	42018.0	40	12.2	1
A4	34.92	45609.8	40	13.2	1
LOMITA DE ACEVES	199.89	261080.8	200	15.1	5
A1	41.57	54295.5	40	15.7	1
A2	42.58	55614.7	40	16.1	1
A3	33.6	43885.7	40	12.7	1
A4	37.52	49005.7	40	14.2	1
A5	44.62	58279.2	40	16.9	1
LAGUNA LARGA Y FLORIDA	290.69	379676.7	280	15.7	7
A1	41.53	54243.3	40	15.7	1
A2	40.29	52623.7	40	15.2	1
A3	44.72	58409.8	40	16.9	1
A4	45.65	59624.5	40	17.3	1
A5	38.17	49854.7	40	14.4	1
A6	42.18	55092.2	40	15.9	1
A7	38.15	49828.6	40	14.4	1

LOS OCOTES (I)	133.76	174706.9	120	16.9	3
A1	46.31	60486.5	40	17.5	1
A2	44	57469.4	40	16.6	1
A3	43.47	56777.1	40	16.4	1
LOS OCOTES (II)	140.97	184124.1	160	13.3	4
A1	42.67	55732.2	40	16.1	1
A2	45.75	59755.1	40	17.3	1
A3	22.58	29492.2	40	8.5	1
A4	29.97	39144.5	40	11.3	1
LOS OCOTES (III)	141.3	184555.1	160	13.4	4
A1	40.11	52388.6	40	15.2	1
A2	32.11	41939.6	40	12.1	1
A3	31.59	41260.4	40	11.9	1
A4	37.49	48966.5	40	14.2	1
SAUZ DE MENDEZ	84.5	110367.3	80	16.0	2
A1	45.68	59663.7	40	17.3	1
A2	38.82	50703.7	40	14.7	1
ZARAGOZA	121.48	158667.8	120	15.3	3
A1	42.51	55523.3	40	16.1	1
A2	45.21	59049.8	40	17.1	1
A3	33.76	44094.7	40	12.8	1
SANTA ELENA	161.36	210755.9	160	15.2	4
A1	39.37	51422.0	40	14.9	1
A2	38.37	50115.9	40	14.5	1
A3	43	56163.3	40	16.3	1
A4	40.61	53041.6	40	15.3	1
JOYA DE MULAS-LOMITA ACEVES	91.52	119536.3	120	11.5	3
A1	33.02	43128.2	40	12.5	1
A2	29.52	38556.7	40	11.2	1
A3	28.98	37851.4	40	11.0	1

Lámina neta de 9.6 cm
 Eficiencia de conducción del 98 %
 Eficiencia de aplicación del 75 %
 Regando las 24 horas del día

7.6 Mantenimiento y conservación del sistema de riego

Se requiere de mantenimiento de las siguientes piezas.

7.6.1 *El mantenimiento básico de limpieza y pintura*

Se recomienda realizar esta actividad una vez cada dos años, en las siguientes piezas:

- ✓ Válvulas de desfogue (1)
- ✓ Válvulas de compuerta y mariposa
- ✓ Válvulas de admisión y expulsión de aire
- ✓ Válvulas reductoras y reguladoras de presión

7.6.2 *Reparación de tubería o hidrantes*

Previo a la reparación a la reparación de la tubería o hidrantes dañados, se tiene que aislar la zona de riego mediante las válvulas seccionadoras. Este proceso debe ser en un tiempo corto para evitar demoras en el programa de riegos.

7.6.3 *Revisión de medidores volumétricos*

VIII. CONCLUSIONES

- ✚ Se desarrolló un proyecto ejecutivo de tecnificación del riego, que aprovecha la carga hidráulica potencial que genera el desnivel topográfico desde la presa hasta la parcela.
- ✚ La clase de las tuberías seleccionadas, debido a su resistencia a la presión, permitirá que en el futuro se pueda usar el riego por goteo o la aspersion en forma muy económica.
- ✚ El estudio de factibilidad económica indicó que la inversión es redituable con la condición de que, realmente, se realice la reconversión de los cultivos.
- ✚ La mayor parte de los usuarios está de acuerdo con la tecnificación del sistema de riego. La mayor parte de los usuarios tiene experiencia en la siembra de hortalizas, lo cual puede facilitar la reconversión de cultivos en la zona.

Bibliografía

Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario. 2002. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos, México.

Pereira S. L., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration- Guidelines for computing crop water requirements- FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.