



**DISEÑO DE RIEGO POR GRAVEDAD GOTEÓ EN LA MICROCUENCA  
DEL RIO PAMACAL, COMUNIDAD IXCHEL, GRANADOS, B.V.**

**Guatemala, noviembre 2011**

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca  
del río Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

## Tabla de contenido

1	FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO .....	1
1.1	Nombre del proyecto .....	1
1.2	Periodo de ejecución .....	1
1.3	Localización .....	1
1.4	Beneficiarios .....	1
1.5	Área de riego .....	1
1.6	Método de riego.....	1
1.7	Principales productos a obtener .....	1
1.8	Costos y financiamiento.....	1
1.9	Indicadores financieros.....	1
1.10	Sector .....	1
2	DIAGNOSTICO DEL PROYECTO .....	2
2.1	ANTECEDENTES.....	2
2.2	IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA A RESOLVER.....	3
2.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
3	FORMULACIÓN DEL PROYECTO .....	4
3.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
3.2	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
3.3	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	5
3.3.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
3.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
3.4	METAS O RESULTADOS ESPERADOS .....	5
3.5	ACTIVIDADES.....	5
3.6	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
3.7	ASPECTOS DE MERCADO.....	7
3.7.1	DEMANDA DEL PRODUCTO DURANTE LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS	7
3.7.2	OFERTA DEL PRODUCTO DURANTE LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS....	7
3.7.3	INFRAESTRUCTURA BÁSICA Y SERVICIOS DE APOYO PRODUCTIVO.....	8
3.7.4	MERCADOS MÁS PROBABLES A NIVEL LOCAL Y NACIONAL .....	8
3.8	FUENTE DE AGUA .....	8
3.8.1	CALIDAD DEL AGUA.....	8
3.8.2	CAUDAL DE LA FUENTE .....	8
3.8.3	DISTANCIA DE LA FUENTE A LA PRIMERA PARCELA .....	9
3.9	ASPECTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO.....	9
3.9.1	UNIDAD PRODUCTIVA .....	9
3.9.2	SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS A DESARROLLAR.....	9
3.9.3	GEOLOGÍA, FISIOGRAFÍA Y SUELOS .....	9
3.9.4	USO ACTUAL Y CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA .....	10
3.9.5	CLIMA.....	10
3.10	DISEÑO AGRONÓMICO DE LA RELACIÓN AGUA SUELO PLANTA CLIMA DEL PROYECTO .....	11
3.10.1	EVAPOTRANSPIRACIÓN CRÍTICA DEL CULTIVO .....	11
3.10.2	LAMINA NETA DE RIEGO .....	11
3.10.3	LAMINA BRUTA DE REPOSICIÓN.....	12

3.10.4	FRECUENCIA DE RIEGO O INTERVALO DE RIEGO CRÍTICO.....	12
3.11	DISEÑO HIDRÁULICO.....	14
3.11.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	14
3.11.2	DETALLE DE DISTRIBUCIÓN PARCELARIA .....	14
3.11.3	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE GOTEO INCLUYENDO FERTIRRIEGO 15	
3.11.4	OPERACIÓN DEL SISTEMA .....	16
3.11.4.1	DISEÑO DE LATERALES CRÍTICAS DE LAS PARCELAS TÍPICAS 16	
3.11.4.2	DISEÑO DE TUBERÍAS TERCIARIAS O MANIFOLDS .....	17
3.11.4.3	DISEÑO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL.....	18
3.12	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES DE FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO .....	19
3.12.1	SITUACIÓN DE LOS DERECHOS DE PASO.....	19
3.12.2	SITUACIÓN LEGAL DE LA FUENTE DE AGUA Y DOCUMENTOS DE RESPALDO .....	20
3.13	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	20
3.13.1	Determinación de los niveles de impacto ambiental.....	20
3.13.2	Medidas de mitigación .....	21
3.13.3	Control y seguimiento de las medidas de mitigación.....	22
3.13.4	Acciones complementarias.....	22
3.14	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA OBRA Y ASPECTOS LOGÍSTICOS DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES .....	23
3.15	EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.....	24
3.15.1	LISTA DE MATERIALES Y SU COSTO .....	24
3.15.2	RESUMEN DE COSTOS.....	24
3.15.3	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	25
3.15.4	FLUJO DE FONDOS PROYECTADO .....	25
3.16	CONCLUSIONES.....	30
3.17	RECOMENDACIONES.....	31
3.18	A P E N D I C E .....	33
	ANEXOS .....	47
	ANEXO 1 PROPUESTA DE REGLAMENTO DE RIEGO.....	47

### Índice de Cuadros

Cuadro 1. Beneficiarios del proyecto .....	4
Cuadro 2. Diseño Agronómico del proyecto .....	12
Cuadro 3. Calendario y horarios de riegos según beneficiarios.....	16
Cuadro 4. Presión disponible en las válvulas de riego del proyecto .....	19
Cuadro 5. Identificación de impactos ambientales.....	20
Cuadro 6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	21
Cuadro 7. Propuesta de cronograma de instalación del proyecto.....	23
Cuadro 8. Resumen de costos directos del proyecto.....	24
Cuadro 9. Resumen general de costos.....	25
Cuadro 10. Resumen de costos de mantenimiento del proyecto.....	25
Cuadro 11. Detalle de ingresos con y sin proyecto.....	27
Cuadro 12. Flujo de fondos del proyecto e indicadores financieros.....	28
Cuadro 13. Indicadores financieros del proyecto .....	29
Cuadro 14A. Presión a la entrada de las laterales críticas (Hel) de las válvulas de riego.....	34
Cuadro 15A. Listado de materiales y equipo de riego y costos por rubros .....	35
Cuadro 16A. Memoria Hidráulica del proyecto.....	38
Cuadro 17A. Costos de producción de ejote francés.....	41
Cuadro 18. REQUERIMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	42

### Índice de Figuras

Figura 1. Demanda y oferta del ejote francés a nivel nacional e internacional .....	7
Figura 2. Evaporación del tanque A, estación Sn. Jeronimo, B.V.....	10
Figura 3. Precipitación y evapotranspiración de referencia, Cubulco, B.V.....	11
Figura 4A. Componentes y dimensiones de la parcela típica .....	46
Figura 5A. Disposición de siembra del ejote francés y de las mangueras de goteo.....	46

## DISEÑO DE RIEGO POR GRAVEDAD GOTEO EN LA MICROCUENCA DEL RIO PAMACAL, COMUNIDAD IXCHEL, GRANADOS, B.V.

### 1 FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

#### 1.1 Nombre del proyecto

Diseño de riego por gravedad goteo en la micro cuenca del rio Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

#### 1.2 Periodo de ejecución

Junio-Octubre 2011

#### 1.3 Localización

Microcuenca rio Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

#### 1.4 Beneficiarios

Se diseñó para 14 agricultores en condición de pobreza bajo una jornada de riego de 14 hrs/día. Potencialmente pueden beneficiarse a 24 productores considerando 24 horas de riego por día.

#### 1.5 Área de riego

2200 m<sup>2</sup> (5 cuerdas)/beneficiario, para un área total del proyecto de 3.08 has.

#### 1.6 Método de riego

Gravedad goteo

#### 1.7 Principales productos a obtener

Producción de cultivos no tradicionales como hortalizas de exportación (ejote francés)

#### 1.8 Costos y financiamiento

El costo del proyecto se estimo en Q. 392,438.00 incluyendo costos indirectos y será necesario gestionar financiamiento ante una institución internacional o de gobierno

#### 1.9 Indicadores financieros

VAN= Q. 232,145.00, TIR= 33 %, B/C= 1.59

#### 1.10 Sector

Agricultura

## 2 DIAGNOSTICO DEL PROYECTO

### 2.1 ANTECEDENTES

El Programa Conjunto (PC) “Fortalecimiento de la Gobernabilidad Ambiental ante el Riesgo Climático en Guatemala” tiene como propósito desarrollar mecanismos de gobernabilidad ambiental, especialmente de gobernabilidad del agua, para fortalecer la capacidad de adaptabilidad al cambio climático en Guatemala, sobre todo en la población más pobre de manera democrática e incluyente.

El desarrollo del PC es responsabilidad de las agencias del Sistema de Naciones Unidas y sus contrapartes nacionales UNICEF/MSPAS, PNUD/ MARN/ SEGEPLAN y FAO/MAGA.

Este programa pretende la implementación de un marco de políticas nacionales<sup>1</sup> relevantes a la gobernabilidad ambiental y el desarrollo de intervenciones demostrativas a nivel descentralizado en el Corredor Seco. Para ello, el PC pretende fortalecer los mecanismos que permitan catalizar los intereses ambientales y de adaptabilidad al cambio climático de los actores locales en las comunidades, municipios, mancomunidades y departamentos en el “Corredor Seco” de Guatemala.

La estrategia de intervención del PC es generar un proceso de retroalimentación del marco de política ambiental desde lo local y subnacional a lo nacional. Es por ello que se han definido dos áreas de intervención; a) subnacional; el Corredor Seco integrado por los departamentos de Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, Zacapa, El Progreso y Baja Verapaz y b) en el área local demostrativa se detectó en 6 municipios que corresponden a Salamá, San Miguel Chicaj, Rabinal, Cubulco, El Chol y Granados, todos del departamento de Baja Verapaz, donde pueden generarse conocimientos, validar buenas prácticas y definir mecanismos viables para la implementación de políticas que resuelvan las necesidades actuales y futuras con respecto a los recursos naturales y en especial del agua.

Dentro de esta definición de municipios ha sido identificada o priorizada la microcuenca del río Pamacal como fuente de agua para beneficiar a la comunidad de Ixchel del municipio de Granados, B.V. con un proyecto de riego por gravedad goteo para incorporarla a procesos productivos intensivos con fines de generación de mayores beneficios a nivel de familia y a nivel comunitario.

La comunidad Ixchel se localiza a una distancia aproximada de 25 kms de la cabecera municipal de Rabinal, que corresponde a una de las vías de acceso y está constituida por pobladores dependientes en su mayoría de la agricultura tradicional como maíz, frijol y hortalizas varias, principalmente durante la época de lluvias.

Sin embargo, además de la siembra en época de lluvias estos agricultores han contado desde la antigüedad con un sistema de riego artesanal por gravedad, a través de un canal que es alimentado por el río Hierbabuena desarrollando por años riego por superficie. El estado y funcionamiento de este sistema de riego realmente es crítico y obsoleto dada la baja eficiencia de uso de agua y por el deterioro en que se encuentra.

---

<sup>1</sup> Política Nacional de Conservación Protección y Mejoramiento del Ambiente y Recursos Naturales, Estrategia Nacional de Reducción de la Pobreza, propuesta de Política de Manejo Integrado de los Recursos Hídricos, Estrategia Internacional de Reducción de Desastres

Los interesados del proyecto han visualizado desarrollar nuevos cultivos no tradicionales de exportación tal como ejote francés siempre y cuando cuenten con un sistema de riego que asegure las altas inversiones y el nivel tecnológico que demandan estos cultivos.

## **2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA A RESOLVER**

Los habitantes de la comunidad dependen fundamentalmente de la actividad agrícola de subsistencia por no disponer de un método de provisión de agua para sus cultivos segura y eficiente. Han contado para la producción agrícola en verano de un sistema de riego por superficie, que cuenta con un largo y descuidado canal de conducción donde las pérdidas por infiltración son seguramente significativas y dada la naturaleza del método de riego también se presentan grandes pérdidas por percolación profunda y escorrentía superficial en el riego parcelario. Este cuadro típico de los sistemas de riego por superficie hace que el agua disponible no alcance para regar adecuadamente los cultivos, sin soportar por consiguiente una agricultura intensiva moderna donde se necesita asegurar las altas inversiones requeridas.

Además, dada la limitada disponibilidad de agua del río hierbabuena no es posible seguir desperdiciando este valioso recurso conduciéndolo hacia las áreas de cultivo en un sistema de canales obsoleto y en estado de operación y mantenimiento críticos. Han contado con un sistema de riego por gravedad por años y en el mismo son evidentes las pérdidas de agua en el sistema de conducción y en las operaciones del riego parcelario donde se observan altas pérdidas por percolación profunda y escorrentía superficial.

Dado el régimen climático del área de estudio es imposible desarrollar una agricultura de alta inversión y productividad sin un sistema de riego eficiente y seguro, que permita la dotación adecuada de las laminas de agua. Es importante citar que estos productores han desarrollado cierta experiencia o antecedentes de producción bajo riego pero con grandes limitaciones dada la naturaleza del método de riego que han contado hasta el presente.

Además, cuentan con una organización comunitaria sólida a nivel de COCODE y del sistema de riego lo que les ha permitido ganar alguna experiencia en la administración de sus proyectos. En la actualidad estos productores organizados han manifestado su interés o voluntad en tecnificar sus actividades productivas bajo riego y por ende su infraestructura de riego.

Además, considerando la condición de pobreza de los agricultores se deduce la nula o escasa capacidad de los mismos para invertir en sistemas de riego modernos y eficientes que permitan sostener una agricultura de alta inversión; sin embargo, dado sus antecedentes en actividades productivas bajo riego podrían ser un caso de éxito.

## **2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La modernización del sistema de riego en esta comunidad conllevará a cambios significativos en los sistemas productivos agrícolas, pues mejorando el sistema de riego y mercados con precios aceptables para los productos crearán condiciones ideales para el desarrollo de sistemas intensivos de alta inversión para beneficio socioeconómico de la comunidad. Esa posibilidad mejoraría el nivel socioeconómico de los pobladores dada la generación de nuevos y mejores empleos, estabilidad familiar, reducción de emigraciones y mayores movimientos e ingresos de capital a estas áreas de pobreza.



Contando con un sistema eficiente de riego seguramente vendrán nuevas y aumentadas inversiones para la producción de hortalizas de exportación mejorando así los sistemas productivos bajo riego por superficie que en la comunidad se han llevado a cabo desde tiempos ancestrales pero con cultivos tradicionales. Lo anterior conllevaría a mejorar las fuentes de empleo y el nivel de vida social y económica de los beneficiarios. Además, para tener éxito en estos proyectos productivos los costos de operación y mantenimiento de las operaciones de riego deben ser mínimos debiendo considerarse por consiguiente la implementación de sistemas de riego a presión gravedad y eliminar gastos exagerados de bombeo.

Teniendo seguridad en el abastecimiento de agua de riego sin duda se darán procesos de mayor tecnificación de la agricultura del lugar resultando en mayores inversiones y desarrollo socioeconómico comunitario.

### 3 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en la micro cuenca del río Pacamal, aldea Ixchel del municipio de Granados, B.V. en las coordenadas geográficas según el elipsoide WGS84; latitud Norte 15G 00 min 10.75 seg y longitud Oeste 90G 33 min 46 seg, lugar donde se localiza la obra de toma sobre el río Hierba Buena y latitud norte 15 G 00 min 3.30 seg y longitud oeste 90G 33 min 23.62 seg lugar donde se encuentra la última parcela de riego.

#### 3.2 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios consisten en 14 pequeños agricultores organizados cuyas parcelas según el plano general del proyecto y nombres son los siguientes:

Cuadro 1. Beneficiarios del proyecto

PARCELA	NOMBRE	Área riego (cds)	PARCELA	NOMBRE	Área riego (cds)
1	Paula Reyes García	5	8	Ever Rubidio Mejicanos	5
2	Mario Hernández García	5	9	Guillermo Mejicanos García	5
3	Marvin Mejicanos	5	10	Ma. Cristina López	5
4	Pedro Mejicanos	5	11	Ma. Maribel López	5
5	Ramiro García Paredes	5	12	Ervin Mejicanos	5
6	Reyna Isabel Díaz	5	13	Heladio López	5
7	Jorge Mejicanos	5	14	Freddy López	5
				TOTAL	70

Los 14 beneficiarios mencionados podrán irrigar sus parcelas en dos días de 14 horas de jornada de riego por día, implicando que el proyecto podrá cubrir las demandas de riego de 5 agricultores por día más si la jornada de riego se alargara a 24 hrs por día y de esta manera aprovechar de mejor manera la infraestructura de riego. De esta forma el número potencial de beneficiarios del proyecto podrá incrementar a 24 usuarios.

### **3.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **3.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar los estudios técnico-financieros para desarrollar infraestructura de riego por goteo gravedad para 3.08 has a efecto de beneficiar a 14 pequeños agricultores de la comunidad Ixchel, Granados, B.V.

#### **3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Formular y diseñar los componentes de un proyecto de riego por goteo gravedad para beneficiar a 14 pequeños agricultores en condición de pobreza de la comunidad Ixchel, Granados, B.V.
- Determinar el costo de ejecución de un proyecto de 3.08 has y analizar la factibilidad financiera del mismo con fines de gestión de financiamiento en organismos nacionales y/o internacionales.
- Incorporar a 14 pequeños agricultores en condición de pobreza a una agricultura empresarial intensiva bajo riego.

### **3.4 METAS O RESULTADOS ESPERADOS**

La meta de este trabajo consiste en desarrollar satisfactoriamente el documento técnico de formulación y diseño de un proyecto de riego por goteo gravedad de 3.08 has para la comunidad Ixchel, Granados, B.V., a efecto de beneficiar a 14 familias en condición de pobreza incorporándolas a procesos intensivos de producción bajo riego de hortalizas no tradicionales.

### **3.5 ACTIVIDADES**

De manera general, en coordinación con los beneficiarios, fueron realizadas las siguientes actividades para alcanzar los objetivos del proyecto;

- Reuniones con el personal de FAO de la zona y con los agricultores beneficiados para definir las particularidades del sistema de riego de su interés (fuente de agua, cultivos, costos de producción, áreas, mercadeo, ventas, etc)
- Planificación de los diversos componentes y alcances del proyecto con los beneficiarios
- Muestreo de suelo y agua
- Recorrido desde la fuente o toma de agua hasta las áreas de riego o de cultivo definiendo el trazo de las tuberías de conducción
- Trazo de la red de tuberías y de las parcelas de riego
- Levantamiento topográfico, bajada de datos y análisis
- Desarrollo de planos de planta y perfil
- Diseño Agronómico
- Diseño hidráulico

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca  
del río Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

- Desarrollo de planos con resultados del diseño (diámetros, presiones, carga piezométrica, etc.)
- Diseño de obras hidráulicas
- Costeo del proyecto y evaluación financiera
- Análisis de información y redacción del documento
- Entrega del informe

### 3.6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El área del proyecto es de 3.08 has, las que serán distribuidas en 14 beneficiarios de 2200 m<sup>2</sup> de cobertura/usuario, equivalentes a 5 cuerdas/beneficiario. Además, dada la limitada disponibilidad de agua y los cultivos no tradicionales a desarrollar se eligió el riego por goteo.

El plano general del área a desarrollar se adjunta al presente trabajo; según el mismo el área total del proyecto estará dividido en 14 sectores o familias de cinco cuerdas.

El plano general del proyecto presenta las curvas de nivel o altimetría de las áreas de riego las que indican que la superficie es de topografía irregular quebrada, pues se encuentran diferencias importantes de cotas en las áreas de riego del proyecto. Además, la altimetría tomada sirvió de base para el diseño hidráulico definiendo las alturas de las parcelas a las que debe llegar el agua con la presión adecuada.

Se eligió el lugar de toma de agua del proyecto sobre el río Hierba Buena en la coordenada geográfica latitud Norte 15G 00 min 10.75 seg y longitud Oeste 90G 33 min 46 seg, en la cota 1925 msnm en consenso con los beneficiarios.

De la toma mencionada el estudio consideró derivar una conducción de tubería pvc de 3"x80 psi, la que transportara el agua a las áreas de riego. Esta conducción principal posee además 6 ramales o conducciones secundarias las que llevan el agua a las actuales 14 parcelas de riego. En la red de conducción principal y secundaria se diseñaron dos tanques rompe presión, así como sus respectivas válvulas de limpieza y de aire para asegurar su correcto funcionamiento.

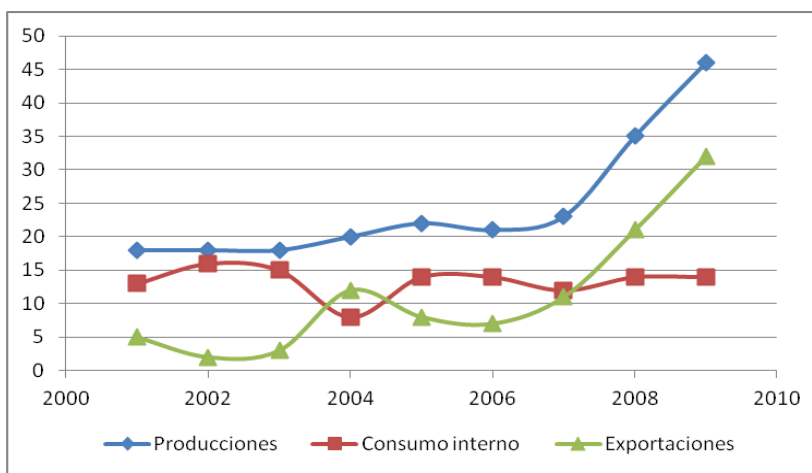
Las áreas de riego se encuentran dispersas y consisten de parcelas de 55 x 40 m con un área de 5 cuerdas/beneficiario según la solicitud de los mismos. Las parcelas fueron subdivididas en 5 válvulas de riego para hacer una cuerda/válvula y contar en cierto momento con un área mínima de siembra de una cuerda.

Dada la limitada disponibilidad de agua y los cultivos no tradicionales a desarrollar se eligió el riego por goteo. Deberá elegirse una manguera de riego por goteo con un espesor aproximado de 15 milésimas para una duración estimada de 5 años, con goteros cada 0.25 m de separación sobre la manguera, con caudal por emisor de 1.5 lph a 10 mca. También, podrán usarse goteros con otra descarga siempre y cuando se mantenga el caudal aplicado por unidad de longitud de manguera. Se recomienda considerar este grosor de manguera pues una de menos grosor deberá reponerse en un tiempo más corto que seguramente los beneficiarios no podrán absorber. El gotero deberá ser auto compensado dado los desniveles existentes en las parcelas de riego tal se muestran en el plano general de planta del proyecto adjunto.

### 3.7 ASPECTOS DE MERCADO

#### 3.7.1 DEMANDA DEL PRODUCTO DURANTE LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS

La demanda nacional e internacional del cultivo de ejote francés presenta una tendencia creciente pues según estadísticas del BANGUAT y AGEXPORT, las demandas de los mercados nacional e internacional del año 2001 al 2009 en millones de libras se presentan en la figura siguiente.



Fuente: BANGUAT Y AGEXPORT

Figura 1. Demanda y oferta del ejote francés a nivel nacional e internacional

Se observa que la demanda o consumo interno ha tendido a estabilizarse en alrededor de 15 millones de libras; también se visualiza que la demanda internacional ha tendido a presentar una demanda creciente en el tiempo, pues en el 2009 se reporta una demanda al mercado guatemalteco de 32 millones de libras, superior al 2008 de 20 millones de libras.

#### 3.7.2 OFERTA DEL PRODUCTO DURANTE LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS

Los productores nacionales han ofrecido hacia los mercados nacional e internacional cifras que se presentan en la misma figura 1. Se observa una tendencia creciente de la oferta de ejote francés al mercado nacional e internacional durante los últimos años pues se cuenta que durante el 2009 se oferto al mercado nacional e internacional alrededor de 46 millones de libras pesando seguramente en el aporte de divisas al país y en la generación de empleo en el país.

También, según el MAGA, se estima que existen en Guatemala alrededor de 97000 has que reúnen los requisitos óptimos de clima y suelo para la producción de ejote, siendo los más importantes en orden de importancia, Guatemala, Chimaltenango, Jalapa, Quiche, Jutiapa, Sta. Rosa, Huehuetenango, Totonicapán, Sacatepéquez, Sn Marcos, Sololá y Baja Verapaz, este último con un potencial de 1826 has. La aldea Ixchel, dada su ubicación geográfica seguramente presenta buenas condiciones climáticas para el desarrollo de ejote francés.

### **3.7.3 INFRAESTRUCTURA BÁSICA Y SERVICIOS DE APOYO PRODUCTIVO**

Una de las vías hacia las áreas del proyecto es partiendo de la cabecera municipal de Rabinal, localizándose la comunidad a una distancia aproximada de 25 Km de esta, a través de una carretera de terracería en malas condiciones, pudiendo acceder a la comunidad únicamente con vehículos de doble tracción, principalmente en la época de lluvias. En consecuencia el lugar donde radican los beneficiarios se encuentra conectado al desarrollo o a las facilidades logísticas de la cabecera municipal de Rabinal y la cabecera municipal de Granados, pues estas cuentan con suficientes servicios de apoyo a la producción, tales como teléfonos, bancos, tiendas de agroquímicos, carreteras a otros destinos, oficinas gubernamentales, ONG's, contactos, etc. El único problema que enfrentan actualmente es el estado crítico de la carretera de acceso a las áreas del proyecto acentuándose el problema en la época de lluvias.

### **3.7.4 MERCADOS MÁS PROBABLES A NIVEL LOCAL Y NACIONAL**

Existen varias empresas a nivel nacional e internacional que comercializan el producto internamente y que cuentan con contratos de exportación hacia empresas del extranjero. Es así como generalmente las empresas nacionales realizan contratos con productores de ejote francés proveyéndoles los insumos para la producción y asistencia técnica con la condición de comercializar con las mismas la producción a obtener. Ejemplo de tales empresas son Agro altos, cuatro pinos, Aj Ticonel, la asociación de productores el sembrador (AGRISEM), agroexportadora San Juan y otros. Por consiguiente, podría asegurarse que el mercadeo de este producto está asegurado, es cuestión de hacer las gestiones respectivas con las empresas interesadas.

El destino principal de las exportaciones de ejote francés se resume en los siguientes lugares; USA y Canadá el 95 %, Europa con el 5 % y México y Panamá con menos de 1 %, resaltando el mercado norteamericano como destino final de la producción.

## **3.8 FUENTE DE AGUA**

### **3.8.1 CALIDAD DEL AGUA**

La fuente de agua es el río hierbabuena y fue muestreada en el punto de toma de agua del proyecto. Los resultados del análisis químico indican que desde el punto de vista de su aceptabilidad para riego de cultivos se clasifica como C1S1, indicando que es una fuente sin riesgo de salinización y dosificación de las áreas de riego. El pH del agua es neutro con un valor de 7.1, una conductividad eléctrica de 98 micromhos/cm y un RAS de 0.76, concluyendo que es un agua de excelente calidad.

### **3.8.2 CAUDAL DE LA FUENTE**

La fuente de agua del proyecto consiste en el río Hierba Buena; la obra de toma se localizó en la coordenada geográfica latitud Norte 15G 00 min 10.75 seg y longitud Oeste 90G 33 min 46 seg, según el elipsoide WGS 84.

Esta fuente fue aforada por personal de la oficina de FAO de Baja Verapaz en Marzo del 2011 y reporto un caudal de 6.30 lps, caudal superior a la demanda de agua del proyecto

de 3.65 lps. El señor Antonio Mejicano es el dueño de la propiedad donde se localizó el lugar apropiado de la obra de toma, sin embargo, llegando a un común acuerdo mediante acta otorgo a la comunidad Ixchel los derechos de uso de su propiedad para la toma del agua con fines del proyecto de riego.

### **3.8.3 DISTANCIA DE LA FUENTE A LA PRIMERA PARCELA**

La primera parcela en relación a la fuente de agua se encuentra sobre la conducción principal a una distancia de 387 m y un desnivel topográfico de 8 m. La toma de agua se ubica en la cota 1804 y la última parcela en la 1710 msnm para un desnivel total de 94 m

## **3.9 ASPECTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO**

### **3.9.1 UNIDAD PRODUCTIVA**

La unidad productiva del proyecto consistirá de 5 parcelas de 40 x 11 m para un área total de 2200 m<sup>2</sup>/usuario, equivalentes a cinco cuerdas de 25 x 25 varas por beneficiario y un área total del proyecto de 30800 m<sup>2</sup> (3.08 has) para 14 familias beneficiadas.

### **3.9.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS A DESARROLLAR**

Actualmente los beneficiarios producen durante la época seca cultivos de subsistencia como maíz, frijol y algunas hortalizas utilizando el riego por superficie mencionado. Según los potenciales usuarios con la introducción de un sistema de riego por goteo estarían desarrollando cultivos intensivos tales como ejote francés, principalmente y otros cultivos no tradicionales como arveja china y solanáceas. Por esta razón el proyecto fue diseñado para el cultivo de ejote francés pudiendo lógicamente adaptarse o producirse cualquier otro cultivo en hileras en los dominios del proyecto. El sistema de siembra del ejote francés es según se muestra en la figura 5A del apéndice requiriendo laterales cada metro por los distanciamientos de siembra. Este espaciamento también puede ser apropiado para otros cultivos potenciales o planificados, por ejemplo la arveja china se siembra en hileras cada 1.5 m.

### **3.9.3 GEOLOGÍA, FISIOGRAFÍA Y SUELOS**

Según el MAGA los suelos pertenecen a la serie Marajuma, de pH ácidos, profundos, textura franco limoso, buen drenaje interno y superficial excesivo, color interno de café rojizo a amarillento rojizo y en los estratos superficiales café oscuro, alto riesgo de erosión, bajo potencial de fertilidad, material original de esquistos y relieve escarpado.

Según el mapa fisiográfico pertenecen al gran paisaje de la sierra de chuacus, de las tierras altas cristalinas y su origen ha sido considerado como producto de una parte del cratón. El drenaje es subdentífico paralelo y subparalelo. Predominan las rocas del paleozoico, de tipo intrusivas, metamórficas, sedimentarias y carbonatos, además de existir depósitos pomáceos del cuaternario y corresponden a una edad geológica del terciario.

### 3.9.4 USO ACTUAL Y CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

Dada la topografía inclinada predominante el uso actual en esas latitudes según el MAGA, es normalmente una cobertura de bosques, coníferas dispersas, monte espinoso, pastos y cierta parte de cultivos anuales. Dado la predominancia de topografías quebradas onduladas la vegetación predominante consiste de bosques y pastos varios.

La capacidad de uso según el método del USDA indica la predominancia de la clase V, dada las topografías inclinadas predominantes por lo que su uso para cultivos limpios requiere de prácticas especiales de conservación de suelo y agua. Además, debe ponerse especial atención a la conservación de la cuenca a efecto de dar sostenibilidad a las fuentes de agua.

### 3.9.5 CLIMA

Basados en datos de evaporación del tanque A de la estación del Insivumeh San Jerónimo de 20 años de registro (1990 a 2010) se estima una caracterización del clima de la región en las figuras 2 y 3 siguientes. Se registra una evaporación máxima del tanque A en el mes de marzo con 5.7 mm/día y asimismo una evapotranspiración de referencia (Eto) de 4.6 mm/día.

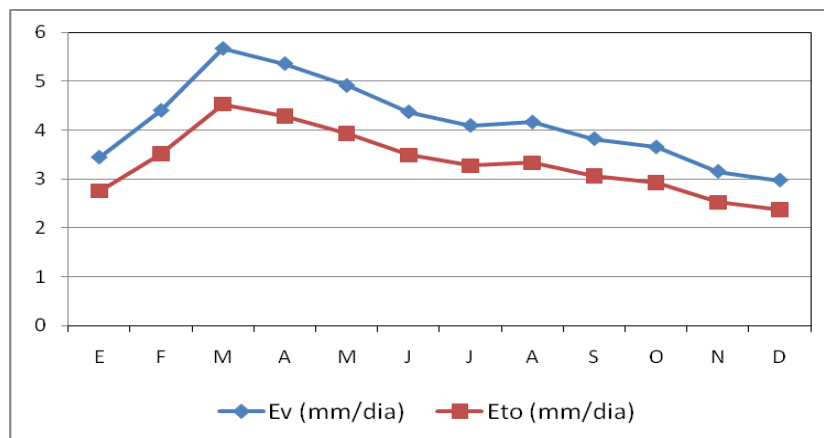


Figura 2. Evaporación del tanque A, estación Sn. Jeronimo, B.V.

Los valores de precipitación que se presentan corresponden a la estación Cubulco del INSIVUMEH también promedios de 20 años (1990 a 2010). Se toman estos valores dada la cercanía del proyecto en relación a las estaciones meteorológicas mencionadas con información disponible.

Según la figura 2 se determina una Eto promedio de 20 años de 4.6 mm/día para el mes de marzo, el mes de máxima demanda y también en marzo se tiene una evaporación en el tanque A de 5.7 mm/día, valores que caracterizan el clima de una región.

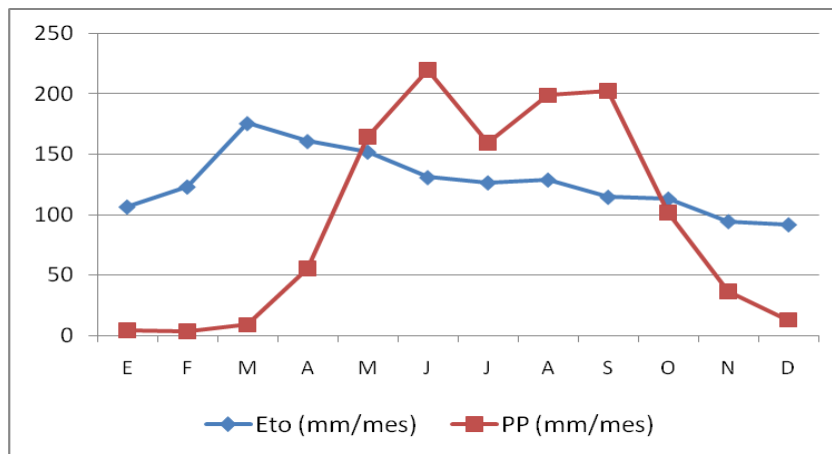


Figura 3. Precipitación y evapotranspiración de referencia, Cubulco, B.V.

Además, se estima para la región una evaporación anual de 1520 mm, una evapotranspiración de referencia anual de 1216 mm y una precipitación anual histórica de 1122 mm, observándose un desbalance entre la oferta y demanda de agua en el lugar. Además, según la figura 3 las lluvias están concentradas en el periodo de Mayo a octubre, principalmente, ocurriendo un prolongado periodo seco de noviembre a abril, comportamiento típico del régimen de lluvias en nuestro país. El régimen climático de la región demanda riego tecnificado para desarrollar una agricultura moderna de alta inversión.

### 3.10 DISEÑO AGRONÓMICO DE LA RELACIÓN AGUA SUELO PLANTA CLIMA DEL PROYECTO

#### 3.10.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN CRÍTICA DEL CULTIVO

Según las estimaciones previas la evapotranspiración de referencia del lugar (Eto) durante el periodo seco o de riego se determinó en 5 mm/día considerando las variaciones que se presentan en los valores promedios. Si además estimamos un coeficiente de cultivo (Kc) de 1 durante la etapa de mayor demanda de agua se cuenta finalmente una tasa de consumo máxima de agua de 5 mm/día. Tomando para el proyecto una eficiencia de riego del 85 %, valor posible mediante una eficiente programación de riegos se estima una lámina bruta de 5.88 mm/día durante el periodo crítico de riego o de máxima demanda.

#### 3.10.2 LAMINA NETA DE RIEGO

La frecuencia de riego de diseño del sistema se determinó en dos días por lo que la lámina neta a aplicar por cada evento de riego se determinó en 10 mm/riego que equivale a la tasa neta de consumo de agua del cultivo para dos días.



### 3.10.3 LAMINA BRUTA DE REPOSICIÓN

La frecuencia elegida, la eficiencia estimada de riego y la evapotranspiración crítica de diseño determinan una lámina bruta de reposición diaria de 5.88 mm/día y una lámina bruta por evento de riego de 11.76 mm/riego.

### 3.10.4 FRECUENCIA DE RIEGO O INTERVALO DE RIEGO CRÍTICO

El cuadro que sigue resume la cuantificación de las láminas, frecuencias de riego y otras variables importantes del diseño agronómico del proyecto. Según las láminas neta y bruta de riego y el tipo de gotero seleccionado se desarrolló el diseño agronómico del proyecto donde se determinaron los tiempos de riego por turno, tiempos de riego por día, número de turnos de riego, demanda de agua y otras variables del diseño agronómico.

Cuadro 2. Diseño Agronómico del proyecto

		Ejote Frances	
		Sistema de riego: Goteo	
		<u>UNIDAD</u>	<u>VALOR</u>
<b>Parcela</b>			
A (area bruta)		Ha	8.00
Sr (area neta bajo riego)		Ha	3.08
<b>Suelo</b>			
Tipo de suelo		textura	Fco. Arc.Arenoso
Cc (Capacidad de campo)		%	32
Pm (Punto de marchites)		%	16
Pea (Peso específico aparente)		(gr/cm <sup>3</sup> )	1.3
Inf (Infiltración básica)		mm/h	22
Pr (profundidad efectiva del suelo)		m	1.00
<b>Clima</b>			
Etan (Evaporación media diaria del tanque clase "A")		mm/d	5.00
Viento>3m/s		d(h)a(h)	
HR(humedad relativa)		%	70
<b>Fuente de agua</b>			
Fuente de agua			Rio
Caudal		(m <sup>3</sup> /h)	22.68
Calidad		mg/lit	
<b>Cultivo</b>			
Kc (El coeficiente del cultivo)		coeficiente	1
Zr (Prof.ef.de raíces)		m	0.4
Pa (max.agua aprovechable)		%	20%

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca del río Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

<b>dh</b> (Distancia e/hileras)	m	<b>1.00</b>
<b>dp</b> (Distancia e/plantas)	m	<b>0.20</b>
Espaciamiento- area	<b>Sistema de riego</b>	<b>0.20</b>
<b>Mogeir ed odot'</b>		<b>Goteo</b>
<b>Ef</b> (Eficiencia del sistema)	%	<b>85.00%</b>
<b>Emisor</b>	tipo	<b>Compensado</b>
<b>Presiyn de operaciyn</b>	m(altura)	<b>10.00</b>
<b>qe</b> (Caudal del emisor)	(L/h )	<b>1.50</b>
<b>dl</b> (Espaciamiento entre laterales)	m	<b>1.00</b>
<b>de</b> (Espaciamiento entre emisores)	m	<b>0.25</b>
<b>Espaciamiento de la red</b>	m <sup>2</sup>	<b>0.25</b>
<b>d</b> Diámetro efectivo/humedecido	m	<b>0.60</b>
<b>Angulo de cuberterda</b>	grados	<b>360.00</b>
<b>Hd</b> (Max. horas de operaciyn por dia)	H	<b>15.00</b>
<b>Dias de paro</b>	d	<b>0.00</b>
	<b>Calculo</b>	
<b>LdZR</b> (Lamina disponible de la zona radicular)	mm/zr	<b>83.20</b>
<b>VdZR</b> (Volumen de agua disponible -zona radicular)	(m <sup>3</sup> /Ha/zr )	<b>832.00</b>
<b>Lazr</b> (Lamina aprov. a la prof. radicular)	mm/zr	<b>16.64</b>
<b>Par</b> (Porcentaje del area bajo riego)	%	<b>100.0%</b>
<b>Phr</b> (Precipitaciyn horaria del sistema de riego)	mm/h	<b>6</b>
<b>Ktan</b> (Coeficiente del tanque clase "A")		<b>1.00</b>
<b>ETc</b> (Uso consuntivo )	mm/dia	<b>5.00</b>
<b>Ir</b> (Intervalo de riego)	d	<b>3.33</b>
<b>Ir aj</b> (Intervalo de riego aj.)	d	<b>2.00</b>
<b>CR</b> (Ciclo de riego)	d	<b>2.00</b>
<b>LR(aj)</b> (Lamina de riego ajustado)	mm	<b>10.00</b>
<b>Pa</b> (Porcentaje del agua aprovechada)	%	<b>12.02%</b>
<b>LB</b> (Lamina bruta)	mm	<b>11.76</b>
<b>DB</b> (Dosis de riego bruta)	(m <sup>3</sup> /Ha )	<b>117.65</b>
<b>Ht</b> (Horas de riego por turno)	h/turno	<b>1.96</b>
<b>Td</b> (Max. numero de turnos de riego diarios)	turno/dia	<b>7.65</b>
<b>Td aj</b> (Max. numero de turnos de riego diarios ajustado)	turno/dia	<b>7.00</b>
<b>Hd</b> (Horas de riego por dia)	h/dia	<b>13.73</b>
<b>Hc</b> (Horas de turnos por ciclo)	h/ciclo	<b>27.45</b>
<b>Tc</b> (Numero de turnos por ciclo)	turnos/ciclo	<b>14.00</b>
<b>St</b> (Superficie bajo riego, por turno)	Ha/turno	<b>0.22</b>
<b>DBt</b> (Dosis de riego bruta por turno)	(m <sup>3</sup> /turno )	<b>26</b>
<b>Qr</b> (Caudal requerido)	(m <sup>3</sup> /h )	<b>13</b>
<b>Emt</b> (Numero de emisores por turno)	e/turno	<b>8,800</b>
<b>VBc</b> (Volumen bruto por ciclo de riego)	(m <sup>3</sup> /ciclo )	<b>362</b>

$Q_e$  (Caudal específico)

( $m^3/Ha/h$ )

1.65

El ejote francés es una hortaliza sensible al déficit de agua y por la naturaleza de alta frecuencia del riego por goteo se eligió una programación de riegos con frecuencia fija de 2 días.

Resumiendo, el sistema constara de 14 turnos de riego en dos días de frecuencia de riego (7 turnos/día) con tiempos de riego por turno de 2 horas para una operación total de 14 hrs/día, aplicando en cada turno de riego una lámina bruta de 11.80 mm. También, el cuadro indica que la demanda de agua del proyecto consiste de 13 m<sup>3</sup>/hr o 3.65 lps.

### 3.11 DISEÑO HIDRÁULICO

#### 3.11.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se contó con la participación de los beneficiarios para la realización del levantamiento topográfico y se utilizó para el mismo una estación total marca leica TC 405 con la que se minimizaron los posibles errores de medida y además se logró rapidez en los trabajos de campo. Los resultados del levantamiento topográfico se presentan en los planos de planta y perfil adjuntos a este trabajo. El sistema de referencia del levantamiento fue el elipsoide wgs84 y proyección GTM por ser el sistema oficial para Guatemala.

La tubería principal de conducción inicia en la obra de toma en la cota 1804 msnm donde se construirá la respectiva obra de toma según plano adjunto.

La conducción total consistirá de tubería pvc con una longitud total de 1260 m las que conducen el agua desde el nacimiento hasta las 14 parcelas de riego según se indica en el plano adjunto de planta general del proyecto.

El trazo de esta tubería se realizó tratando de buscar los caminos más cortos y menos accidentados desde la obra de toma hasta las distintas propiedades de los usuarios, tarea guiada por los beneficiarios concedores del área del proyecto.

La estrategia fue seguir la misma ruta del canal de conducción que ha existido durante años para el riego de la comunidad, pues los derechos de paso de este canal han sido ejercidos plenamente y de esta manera evitar problemas de derechos de paso.

También en planos adjuntos se presentan los perfiles de las líneas de conducción principales y ramales que llevan el agua desde la toma hasta las 14 áreas de riego. En estos se resume el diseño hidráulico de tuberías y presiones.

#### 3.11.2 DETALLE DE DISTRIBUCIÓN PARCELARIA

El área solicitada de riego por los beneficiarios fue concretada en parcelas típicas de cinco cuerdas de 25 x 25 varas/beneficiario, aunque las áreas de las propiedades de los usuarios son en algunos casos mayores a lo solicitado.

En función de lo requerido se procedió a asignar a cada beneficiario un área de riego de 55 x 40 m o 2200 m<sup>2</sup>/usuario. Se procedió posteriormente a diseñar las válvulas de una

parcela las que se adaptaran o se asignaran a la propiedad de cada usuario. El área total de los 14 beneficiarios o área total bajo riego del proyecto consiste de 30800 m<sup>2</sup> o 3.08 has.

Según el plano general del proyecto el mismo constara de 14 parcelas de igual tamaño (parcelas típicas) correspondientes a cada usuario. Además, cada parcela de riego de los beneficiarios fue dividido en 5 válvulas o manifolds de riego de una cuerda.

El diseño agronómico del cuadro 2 requiere de 14 turnos para regar el área total o las 14 parcelas durante dos días continuos de trabajo, es decir, 7 turnos u 7 beneficiarios/día para un área de riego de 1.54 has/día. Por consiguiente, el ciclo de riego constara de dos días dando servicio de riego el primer día a 7 beneficiarios y servicio de riego a los otros 7 beneficiarios el segundo día del ciclo de riego.

El plano de la parcela típica se presenta en la figura 4A del apéndice, el que indica que cada usuario o parcela típica contara con cinco manifolds de tubería pvc de 11 m de largo y diámetro 1 ½" x 125 psi; es decir, se consideraron cinco válvulas o sectores de una cuerda/beneficiario.

Con esta disposición cada usuario podrá disponer en determinado momento un área mínima de cultivo bajo riego de una cuerda y no siempre el área total de la parcela típica. El largo de las laterales de riego por goteo abastecidas por los manifolds será de 40 m y deben usarse goteros auto compensados dado el desnivel considerable de las áreas de riego. El tamaño de los manifolds y laterales podrán variar en cada parcela en función de la forma y dirección de la pendiente de las mismas, sin embargo deberá mantenerse el área asignada o de diseño por usuario.

Las válvulas que controlaran el flujo de agua en las parcelas de riego podrán ser válvulas de compuerta de bronce de 1 1/2 pulgadas, las que tendrán la función de abrir o cerrar totalmente el flujo a las parcelas. En algunos casos, para regular el caudal de entrada a la parcela típica será conveniente instalar una válvula de globo; además en cada manifold deberá construirse un caballete o caja que contenga la válvula de compuerta y la válvula de globo.

### **3.11.3 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE GOTEO INCLUYENDO FERTIRRIEGO**

El diseño se elaboró considerando una manguera de riego por goteo con un espesor alrededor de 15 milésimas para una duración estimada de 5 años con buen mantenimiento, con goteros cada 0.25 m sobre la manguera, caudal por emisor de 1.5 lph trabajando a 10 mca. También, podrán usarse goteros con otra descarga siempre y cuando se mantenga el caudal aplicado por unidad de longitud de manguera.

El sistema de fertirriego a usar puede ser el método de venturi para lo cual será necesario capacitar a los beneficiarios en la formulación de las mezclas y en el uso del equipo. En el plano de la parcela típica del apéndice se presenta la ubicación del equipo de fertirriego y el sistema de filtrado con capacidad de 3.65 lps.

### 3.11.4 OPERACIÓN DEL SISTEMA

Previo al diseño de las conducciones principales y secundarias del proyecto fue necesario definir el orden de abertura u operación de las válvulas o parcelas de riego; esto permitió conocer el caudal que circulara por cada segmento de la conducción dado que la magnitud del flujo es dato obligado para los cálculos hidráulicos.

Por disponer de 14 turnos de riego por ciclo y 14 beneficiarios para la operación del sistema se definió regar una parcela en un turno de riego, de esta manera se estarán regando las 14 parcelas en 14 turnos/ciclo. El cuadro que sigue presenta el orden de operación de las válvulas, el beneficiario que regara en cada turno y una propuesta de horario de los turnos de riego cuando el cultivo este en su mayor desarrollo vegetativo que coincide con su etapa de mayor demanda de agua (ver plano general de planta)

Cuadro 3. Calendario y horarios de riegos según beneficiarios

No turno	Parcelas a regar	Beneficiarios	Horario
<b>DÍA 1</b>			
1	1	Paula Reyes Garcia	6.00 – 8.00
2	2	Mario Hernández García	8.00 – 10.00
3	3	Marvin Mejicanos	10.00 – 12.00
4	4	Pedro Mejicanos	12.00 – 14.00
5	5	Ramiro García Paredes	14.00 – 16.00
6	6	Reyna Isabel Díaz	16.00 – 18.00
7	7	Jorge Mejicanos	18.00 – 20.00
<b>DÍA 2</b>			
1	8	Ever Rubidio Mejicanos	6.00 – 8.00
2	9	Guillermo Mejicanos García	8.00 – 10.00
3	10	Ma. Cristina López	10.00 – 12.00
4	11	Ma. Maribel López	12.00 – 14.00
5	12	Ervin Mejicanos	14.00 – 16.00
6	13	Heladio López	16.00 – 18.00
7	14	Freddy López	18.00 – 20.00

#### 3.11.4.1 DISEÑO DE LATERALES CRÍTICAS DE LAS PARCELAS TÍPICAS

Para cuantificar las presiones requeridas en las parcelas de riego se procedió inicialmente al diseño de las laterales críticas de las válvulas de riego, determinando la presión requerida a la entrada de estas laterales críticas de las válvulas (Hel), basados en la presión de trabajo del emisor, en los desniveles topográficos y las pérdidas de carga de las laterales críticas.

Para ello se seleccionó como tubería lateral una manguera integral de goteo de 15 milésimas de grosor, 16 mm de diámetro, emisores cada 0.25 m, erogaciones de 1.5 lph;

también podrá usarse cualquier manguera siempre y cuando satisfaga los requerimientos de grosor y descarga/m, fundamentalmente.

Según los criterios previos se determinaron los requerimientos de presión de entrada en las laterales críticas de cada válvula de las parcelas típicas resultados que se detallan en el cuadro 14A del apéndice.

En los cálculos se definieron laterales sin desnivel pues el trazo de las parcelas en campo deberán orientarse tal que las laterales sigan en lo posible las curvas de nivel del terreno. El cuadro señala que la presión requerida a la entrada de las laterales críticas de las válvulas de la parcela típica es 10.13 mca o 14.40 psi. Es importante indicar que estas presiones son las requeridas si se usaran goteros no compensados; sin embargo con goteros compensados las presiones demandadas en las laterales críticas pueden ser mayores o menores a las presiones calculadas, es decir se permite mayor variación en las presiones de trabajo desde 5 hasta 30 psi.

### 3.11.4.2 DISEÑO DE TUBERÍAS TERCIARIAS O MANIFOLDS

Determinando las presiones a la entrada de las laterales críticas se procedió al diseño de las tuberías pvc terciarias o manifolds de las parcelas típicas. El diseño se basó en la determinación de la pérdida de carga, en los límites de velocidad del agua en las tuberías y en las presiones requeridas.

Conocidos el diámetro del manifold (1 ½" x 125 psi), el caudal, longitud y número de salidas o laterales del manifold se calculó la pérdida de carga en el mismo. La pérdida de carga se determinó como una tubería de salidas múltiples pues este consistirá de un solo diámetro de 1 ½" x 125 psi con 6 salidas a ambos lados de la válvula de riego, disponiéndose esta en el centro del manifold.

Si  $Q$  válvula = 0.73 lps, 6 m de longitud de manifold a ambos lados de la válvula y 6 salidas o laterales (factor de salidas múltiples = 0.435), la ecuación de Hazzen William calcula una pérdida de carga en el manifold de 0.01 mca.

Con valores calculados de presión a la entrada de la lateral crítica ( $H_{el}$ ) y las pérdidas de carga ( $H_f$ ) en el manifold y en las válvulas de riego, estimando esta última como 3 psi, se determinó la presión demandada a la entrada de la válvula de la parcela típica mediante la relación;

$$P \text{ válvula} = H_{el} + H_f \text{ manifold} + h_f \text{ en la válvula} + h_f \text{ fertirriego} + h_f \text{ filtro}$$

Si  $H_{el} = 10.13$  m,  $H_f$  en el manifold = 0.01 mca,  $H_f$  en las válvulas de compuerta = 3 m,  $H_f$  del fertirriego (sistema venturi) = 7 m y  $h_f$  filtro = 5 m, se computa una presión máxima requerida en la entrada de las válvulas de 25.14 m (36 psi). Por consiguiente, esta es la presión máxima requerida por las válvulas de riego para asegurar el funcionamiento adecuado del riego parcelario considerando el dispositivo de fertirriego y el sistema de filtrado. Sin embargo, en muchas válvulas la presión disponible en la tubería de conducción es mayor a la requerida; es en estas donde será necesario regular el caudal con una válvula de globo.

Según los planos de perfil de la conducción principal también existen varias válvulas donde la presión disponible en el sistema de conducción es inferior a la presión requerida de 25 m, tales como las válvulas de las parcelas 1, 2, 3, 5, 8 y 11, puntos donde la presión de llegada del agua es inferior a la requerida dado el poco desnivel de las mismas en relación a la toma de agua.

Considerando que estos goteros auto compensados trabajan a una presión mínima de 5 psi, mas los 5 psi perdidos en la válvula de riego y los 8 psi perdidos en el filtro, en tales casos se estarían requiriendo como mínimo 18 psi (12 m) como presión disponible en la conducción. En situaciones como en la parcela 1, según la línea piezometrica de la conducción (plano de perfiles) la presión disponible es de apenas 8 psi; sin embargo se observa en el plano de curvas adjunto que esta presión disponible es en el punto más alto de la parcela y que a partir de este punto la misma presenta un desnivel considerable, permitiendo que a poca distancia de la entrada se adquiere la presión mínima requerida de 18 psi, condición que permitió incluir tales parcelas en el proyecto. Es de hacer mención que en estas válvulas no será posible fertirrigar dado que el inyector venturi necesita una presión de trabajo de alrededor de 7 m (10 psi).

El efecto de los desniveles del manifold hasta cierto punto tenderán a compensarse dado el uso de goteros auto compensados, además la válvula de riego será instalada en el centro del mismo; de esta manera en el extremo más bajo del manifold se dispondrá mayor presión que en el centro y en el extremo alto del mismo. Sin embargo, los efectos de estas diferencias de presión son anulados usando goteros autos compensados.

Cada manifold de las válvulas de riego necesitara 2 tubos de 1 ½" x 125 psi, la válvula de compuerta de 1 ½", los tapones de lavado respectivos y válvula de aire de 1/2" para el correcto funcionamiento y protección del riego parcelario. El sistema fertiriego y el filtro de anillos deberán ubicarse a la entrada de la parcela típica.

### **3.11.4.3 DISEÑO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL**

Definido el caudal del proyecto y de los ramales, longitud de tramos de tubería entre los puntos del perfil de la conducción, presiones requeridas en la entrada de las válvulas y cotas de los tramos del perfil se determinaron los diámetros adecuados de la tubería principal según lo indica la memoria hidráulica del apéndice.

Se calcularon las distintas variables hidráulicas entre los tramos de tubería de conducción desde la obra de toma hasta las parcelas de riego. Se definió a lo largo de la conducción desde la obra de toma la carga piezometrica para el buen funcionamiento del riego parcelario (cota terreno + carga hidráulica de presión)

Resultados sintetizados del diseño hidráulico se presentan en los planos de perfil de las tuberías principales que alimentan las válvulas de riego, es decir se presentan las cargas piezometricas, los diámetros y calibres de tubería seleccionados, la posición de las cajas rompe presiones y las presiones disponibles en las válvulas y en distintos puntos de la conducción.

Las cargas de presión disponibles en las válvulas de riego son en algunos casos mayores a las presiones demandadas o requeridas en las mismas (25 m), es aquí donde serán de

utilidad las válvulas de globo; las velocidades del agua con los diámetros seleccionados se encuentran en un óptimo rango. También con el diseño propuesto al comparar la carga hidráulica de presión disponible en la principal con la presión requerida o demandada en las válvulas (25.00 m) se observa que en las válvulas 1, 2, 3, 5, 8 y 11 no es posible lograr la presión demandada dado el poco desnivel existente entre la fuente de agua y las mismas. Estas determinaciones de presión se realizaron en los puntos más altos de las parcelas; sin embargo, estas presentan desniveles considerables lo que permite ir ganando la presión requerida para su funcionamiento. Dado lo anterior estas parcelas fueron tomadas en cuenta dentro del proyecto pero sin la presión necesaria para el funcionamiento del sistema fertiriego.

La tubería principal y los accesorios de la misma deberán anclarse con concreto para contrarrestar los esfuerzos de tensión y evitar problemas de movimiento de elementos de la conducción cuando se lleve a cabo el flujo de agua a presión en los mismos.

El cuadro siguiente indica cuales válvulas o parcelas deben disponer del inyector venturi para fertirigar, dada la limitada disponibilidad de presión.

Cuadro 4. Presión disponible en las válvulas de riego del proyecto

PARCELA	Presión disponible (PSI)	Disponibilidad fertiriego	PARCELA	Presión disponible (PSI)	Disponibilidad fertiriego
1	8.00		8	12.70	
2	7.60		9	29.50	x
3	8.26		10	18.60	
4	34.15	x	11	20.48	x
5	36.24	x	12	47.80	x
6	39.47	x	13	54.00	x
7	52.50	x	14	40.20	x

Las válvulas 7, 12 y 13 deben contar con válvula de globo para regular el caudal.

### 3.12 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES DE FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO

#### 3.12.1 SITUACIÓN DE LOS DERECHOS DE PASO

La tubería principal del proyecto se trazó en lo posible a la par o siguiendo el mismo paso del canal de conducción existente desde hace muchos años con fines de riego de las áreas de cultivo de la comunidad. Se prefirió el anterior procedimiento para evitar problemas de derechos de paso a lo largo de la conducción principal dada la aceptación y el conocimiento de los derechos de paso de este canal por muchas generaciones de la comunidad, es decir, han sido por historia poseídos por la comunidad. Para los ramales o tuberías secundarias se cuenta únicamente con el aval o anuencia de los propietarios de los terrenos, sin embargo no existe ninguna formalidad o legalismo de respaldo.



### 3.12.2 SITUACIÓN LEGAL DE LA FUENTE DE AGUA Y DOCUMENTOS DE RESPALDO

Dentro de los aspectos legales importantes a resolver son los derechos sobre la fuente de agua el cual deberá gestionarse en la unidad de normas y regulaciones del MAGA. Además, el punto de toma se localizó en la propiedad del señor Antonio Mejicanos, el cual mediante mutuo acuerdo con la comunidad y con constancia en acta, el señor Mejicanos cedió los permisos para poder construir la obra de toma en sus dominios, por lo que según los beneficiarios no existe impedimento alguno en utilizar esta fuente para su proyecto.

### 3.13 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 3.13.1 Determinación de los niveles de impacto ambiental

Esta evaluación analiza los posibles impactos ambientales del proyecto en los elementos de flora, fauna, suelo y agua de su entorno. Con el objeto de dimensionar dichos impactos se identificaron los efectos de estos en las principales actividades a realizar y se utilizó como guía la matriz de Leopold modificada, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Identificación de impactos ambientales

Elementos Ambientales	Zanjeo e Instalación de tubería	Infraestructura cosecha de lluvias	Riego y Producción
<b>I.- MEDIO AMBIENTE</b>			
1 Tierras			
a. Topografía	*	*	*
b. Suelo	-	-	*
c. Erosión y sedimentación	+	+	+
2 Micro clima	*	*	*
3 Aguas	*	*	+
4 Ecosistemas			
a. Flora			
- Vegetación Natural	-	-	*
- Cultivos	+	+	+
b. Fauna			
- Mamíferos y aves	-	-	*
- Peces y Organismos	*	*	*
Acuáticos			
c. Biodiversidad			
- Peligro de extinción	*	*	*
- Especies migratorias	*	*	*
5 Desastres Naturales			
a. Inundación	*	*	*
b. Sismo	*	*	*
6 Paisaje	*	*	*
<b>Medio Ambiente Socio Económico</b>			
1. Población			
a. Poblaciones en peligro	*	*	*
b. Re-asentamiento	*	*	+
c. Poblaciones migratorias	*	*	*
2. Uso de la tierra	+	+	+
3. Uso del agua	+	+	+
4. Actividades productivas			
a. Agricultura	+	+	+
b. Pecuaria	*	*	*

c. Pesca	*	*	*
d. Agro industria	*	*	*
e. Mercado y comercio	+	+	+
5. Empleo	++	++	+
6. Pobreza	++	++	+
7. Salud y sanidad	+	+	+
8. Sociedad y cultura rural	+	+	+
9. Historia y arqueología	-	*	*
10. Turismo	*	*	*
<b>Problemas Ambientales</b>			
1. Contaminación del aire	*	*	-
2. Contaminación del agua	*	*	-
3. Contaminación del suelo	*	*	-
4. Ruido y vibración	*	*	*
5. Hundimiento del suelo	*	*	*
6. Mal olor	*	*	*

-IMPACTO NEGATIVO

\* SIN IMPACTO

+IMPACTO POSITIVO

Se espera que la situación socioeconómica de la comunidad mejore con el establecimiento del proyecto por contribuir este en la generación de empleo, incremento del comercio y minimizar la migración de los pobladores a otros lugares de trabajo.

En la etapa de funcionamiento debe destacarse el control fitosanitario con sus posibles efectos negativos en el ambiente, corriendo el riesgo de contaminar las aguas y consecuentemente poner en peligro la fauna. Asimismo, la salud humana también puede verse afectada especialmente quienes aplican o están en contacto directo con productos químicos; aunque el peligro puede generalizarse en toda el área de influencia del proyecto, al contaminar el aire, agua, suelo y los malos olores, los que resultan en problemas ambientales que deben ser atendidos.

La operación del sistema complementado con la producción tecnificada también podrá tener impactos positivos importantes en el medio ambiente, especialmente en el mejoramiento de los cultivos y del suelo al minimizar los riesgos de erosión, si se compara con los riesgos de la agricultura tradicional de maíz y frijol. La cobertura vegetal que proveerán los cultivos protegerán el suelo de la erosión por el impacto directo de la lluvia al suelo.

### 3.13.2 Medidas de mitigación

Los impactos negativos sobre el medio ambiente podrán minimizarse mediante las medidas de mitigación siguientes;

Cuadro 6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

IMPACTOS NEGATIVOS POSIBLES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
1-Erosión del suelo	- Evitar fugas de agua de las tuberías, prácticas de conservación de suelos con plateos y barreras vivas.
2-Saturación del suelo	-Aplicar el caudal diseñado para evitar saturación del suelo -No exceder el tiempo de riego establecido por los turnos
3-Salinización del suelo	-Lavar sales de acuerdo a lo indicado por el análisis del suelo

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca del río Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

4-Lixiviación de nutrientes	-Evitar exceso de riego
5-Agotamiento de fuentes de agua	-Utilizar agua conforme requerimientos mínimos de lamina -No exceder los turnos de riego establecidos
6-Daño a los cultivos presentes	-Zanjear únicamente el área necesaria
7-Contaminación de agua por fertilizantes y agroquímicos	-Fertilizar con dosis adecuadas de acuerdo al requerimiento del Cultivo y análisis de suelo correspondiente. -Usar los pesticidas únicamente cuando sea necesario y en las dosis recomendadas. En tal caso, mejor si son selectivos. -No lavar el equipo de aspersión en las fuentes de agua -Capacitación por AGREQUIMA
8-Eliminación de fauna por considerarla Plaga	-Establecer un mecanismo inofensivo para la repelencia de Aves y otros animales sin llegar a su eliminación física
9-Eliminación de otras especies silvestres del agroecosistema	-Adiestrar al personal de campo sobre la importancia de la Fauna silvestre para evitar su eliminación
10-Desperdicio de agua en el lavado del Sistema	-Lavar sólo cuando sea enteramente necesario
11-Bajos salarios para trabajadores	-Pagar los salarios acorde a los establecidos por la Ley y si el proyecto lo permite considerar incentivos a los empleados
12-Daños a la salud de los trabajadores	-Proveer a los empleados del equipo mínimo de seguridad dependiendo del riesgo de la actividad o tarea que realice

### 3.13.3 Control y seguimiento de las medidas de mitigación

Es importante proporcionar seguimiento a las medidas de mitigación mencionados mediante acciones como:

- Muestreo de suelos y análisis químico por lo menos una vez al año para el control de fertilidad y salinidad del mismo.
- Muestrear el caudal de los goteros por lo menos una vez por quincena para chequeo de taponamientos y asegurar el buen funcionamiento del sistema.
- Realizar muestreos en lo posible de la fauna para evitar alguna baja en la producción derivada de una pobre polinización del cultivo.
- Muestreo de agua de la fuente y análisis físico, químico y microbiológico por lo menos una vez al año para el control de la calidad de agua utilizada en el riego.
- Llevar registro adecuado de las cosechas, pues esto permitira conocer o detectar si la producción está siendo afectada por algún factor negativo.
- Capacitación y seguimiento por AGREQUIMA

### 3.13.4 Acciones complementarias

Además de las acciones de seguimiento indicados son necesarias acciones complementarias, tales como;

- Uso racional de plaguicidas; capacitar en la mejor forma posible al personal encargado de la aplicación de pesticidas para realizar las fumigaciones evitando contacto directo de productos químicos con insectos benéficos.
- Observar extrema precaución en el manejo de pesticidas altamente tóxicos, así como implementar programas de manejo para residuos sólidos (envases, bolsas, botes, etc.)
- Para coadyuvar a la polinización de los cultivos es necesario considerar el establecimiento de colmenas para el mantenimiento de entomofauna benéfica.
- Disposición eficiente de basura

### 3.14 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA OBRA Y ASPECTOS LOGÍSTICOS DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES

El tiempo de construcción estará en función de la mano de obra de la comunidad disponible para el proyecto, pues los mismos deberán involucrarse desde los inicios en las actividades de instalación. Será importante por consiguiente previo a la aprobación del proyecto hacer conciencia entre los beneficiarios sobre un aporte significativo de mano de obra durante el tiempo de construcción y operación y mantenimiento del proyecto, por lo que deberá preverse o concientizarse sobre esta demanda de mano de obra. Una propuesta de cronograma de instalación razonable se estima alrededor de cuatro meses, según el cuadro siguiente

Cuadro 7. Propuesta de cronograma de instalación del proyecto

No.	MES/semanas ACTIVIDADES	1				2				3			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Reunión personal FAO, usuarios y otras instituciones relacionadas para planificar instalación	*											
2	Planificación y organización con los usuarios	*											
3	Gestión de la legalización de la fuente de agua y los derechos de paso de los ramales	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
4	Chapeo, replanteo y trazo de componentes	*	*										
5	Transporte de materiales y equipo de riego	*	*	*									
6	Zanjeo		*	*	*	*							
7	Instalación de la red de conducción			*	*	*	*	*					
8	Construcción de obra de toma y acondicionamiento				*	*	*	*					
9	Construcción de cajas rompe presiones					*	*	*	*				
10	Instalación del riego parcelario						*	*	*	*			
11	Instalación de válvulas							*	*	*			
12	Construcción del desarenador						*	*	*				
13	Anclajes y tapado de tuberías								*	*	*		
14	Construcción de pasos de zanjón						*	*	*	*	*		
15	Pruebas y ajustes de funcionamiento (calibración de válvulas de riego)											*	*
16	Capacitación sobre criterios y formas de funcionamiento	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Para la implementación del proyecto será conveniente contratar a un ingeniero con experiencia en diseño e instalación de sistemas de riego que se encargue de la adquisición y administración de los recursos humanos y materiales de riego; deberá dirigir y supervisar los aspectos técnicos relacionados con la instalación de los componentes y así asegurar la instalación y funcionalidad correcta del mismo.

Es importante aclarar que la mano de obra no calificada requerida en la instalación del proyecto debe ser un aporte importante de la comunidad, logrando además con ello un conocimiento más detallado de los componentes del proyecto así como al mismo tiempo capacitarlos en aspectos de instalación de los referidos componentes. De esta manera estarán o quedaran capacitados para resolver futuros problemas técnicos de reparaciones varias cuando el proyecto quede totalmente en poder de los mismos. También así los beneficiarios tendrán participación en la instalación de todos los componentes del proyecto para involucrarlos y responsabilizarlos desde los inicios del mismo.

Los aspectos administrativos de adquisición de materiales y equipo durante la instalación, así como la dirección de los criterios técnicos deberán coordinarse por el ingeniero responsable y por una comisión de instalación compuesta por representantes de los beneficiarios, para así involucrarlos activamente desde los comienzos del proyecto.

### 3.15 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

#### 3.15.1 LISTA DE MATERIALES Y SU COSTO

Los costos de los materiales y equipos de riego requeridos para la construcción del proyecto se indican en el cuadro 15A del apéndice. Este representa un estimado de costos pues el definitivo dependerá de varias variables tales como el lugar de compra, calidad, marcas, descuentos a negociar, criterios o ajustes técnicos en la instalación de los componentes, mano de obra local, aportes, ajustes varios, etc.

#### 3.15.2 RESUMEN DE COSTOS

El resumen de los costos directos se presenta en el cuadro siguiente;

Cuadro 8. Resumen de costos directos del proyecto

No	RUBRO	COSTO (Q)	%
1	RIEGO PARCELARIO (Manguera, accesorios de goteo, tubería y accesorios PVC en parcela típica)	151224	50.09
2	CONDUCCION PRINCIPAL	49601	16.43
3	OBRAS CIVILES	37400	12.39
4	INSTALACION (Mano de obra no calificada)	63650	21.08
	<b>TOTAL</b>	<b>301875</b>	<b>100.00</b>

Los costos directos del proyecto se determinaron en Q. **301,875.00**, donde el mayor porcentaje (50 %) es inversión en el riego parcelario.

Considerando costos directos e indirectos el siguiente cuadro estima que el costo total del proyecto asciende a Q. 392,438.00.

Cuadro 9. Resumen general de costos

No	RUBRO	COSTO (Q)
1	COSTOS DIRECTOS	301875
2	COSTOS INDIRECTOS (25% costos directos)	90563
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	392438

### 3.15.3 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y mantenimiento del sistema correrá a cuenta de los beneficiarios y se estima en un 10 % del costo del riego parcelario (Q. **151,224.00**) equivalentes a Q. 15122.00 que repartidos entre 14 beneficiarios equivale a un aporte de Q. 1080.00/beneficiario anualmente. La ponderación se hace en base a los elementos del riego parcelario pues son los más susceptibles a daños por el uso normal y frecuente de los mismos.

Además, se estima 1 jornal diario durante 7 meses para darle mantenimiento de limpieza y reparación a la tubería de conducción y las obras civiles, lo que equivale a Q.12600.00 anuales, considerando Q. 60.00/jornal. Este costo repartido en 14 beneficiarios equivale a Q. 900.00/beneficiario anualmente. Además, se propone una cuota anual de riego de Q. 200.00 por beneficiario para agenciarse fondos para la compra de materiales y tuberías necesarias en reparaciones de la red de conducción la que será mantenida en conjunto por los beneficiarios

Según las estimaciones previas el costo anual de operación y mantenimiento se estima en Q. 2180.00/beneficiario.

Cuadro 10. Resumen de costos de mantenimiento del proyecto

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
1	MANTENDIMIENTO RIEGO PARCELARIO	10	%	151224	15122
2	MANTENIMIENTO RED DE TUBERIAS CONDUCCION	210	Jornales	60	12600
3	CUOTA ANUAL RIEGO PARA REPARACIONES CONDUCCION	14	Benef.	200	2800
	TOTAL				30522
	COSTO POR BENEFICIARIO	14	Benef.	2180.171	

### 3.15.4 FLUJO DE FONDOS PROYECTADO

Las actividades y costos de producción que conllevan desarrollar una hectárea de ejote francés se indican en cuadro 17A del anexo donde se reportan costos promedio de producción/ha de Q.29,541.00. El análisis financiero del proyecto se realiza en base a la

producción de un solo cultivo, en este caso el ejote francés, dado el reducido tamaño del proyecto de 3.10 has repartidos entre 14 beneficiarios, aun mas, 0.22 has/beneficiario.

En un área de 3.1 has se estima una producción/cosecha según el cuadro 11 de 1085 quintales exportables/ha, considerando dos cosechas por año, las que podrán generar anualmente ingresos netos alrededor de Q.174,895.00.

Sin embargo, en un escenario sin proyecto se estima un ingreso neto de Q. 16,275.00 anuales por producción de maíz. Finalmente, con la implementación del proyecto se estarán generando ingresos netos alrededor de Q.158,620.00, considerando los ingresos por producción de maíz. Los resultados indicados se resumen o sustentan en los cuadros siguientes;

Cuadro 11. Detalle de ingresos con y sin proyecto

CULTIVO	COSECHAS	PRECIO unidad(Q/qq)	AREA HA	PRODUCCION POR HA(qq)	PRODUCCION ANUAL(qq)	INGRESOS(Q)	COSTOS X HA	COSTOS TOTALES(Q)	INGRESO NETO(Q)
MAIZ	1	125	3.1	70	217.00	27,125.00	3500	10,850.00	16,275.00
<b>TOTALES</b>			3.1			Q.27,125.00		Q.10,850.00	<b>Q.16,275.00</b>

Observaciones:

**SITUACIÓN CON PROYECTO**

CULTIVO	COSECHAS	PRECIO Unidad(Q)	AREA HA	PRODUCCION / HA (qq)	PRODUCCION ANUAL(qq)	INGRESOS(Q)	COSTOS X HA	COSTOS TOTALES(Q)	INGRESO NETO(Q)
Ejote Francés	2	330	3.1	175.00	1085.00	358,050.00	29541	183,154.20	174,895.80
<b>TOTALES</b>			3.10			Q.358,050.00		Q.183,154.20	<b>Q.174,895.80</b>

Los niveles de producción propuestos podrán alcanzarse siempre y cuando se cultiven los mejores materiales o variedades para la zona y se apliquen las dosis correctas de fertilizantes, control de malezas, plagas y enfermedades y un buen manejo de riego, resumido todo en buenas prácticas agrícolas.

Por tanto, será conveniente desarrollar paquetes tecnológicos para esta realidad y programas de capacitación y asistencia técnica para lograr los niveles de productividad y calidad esperados.

La infraestructura de riego por si sola no asegura el éxito del proyecto y el desarrollo socioeconómico de los beneficiarios dado necesario un programa de producción más integral.

El flujo de fondos considerando la inversión inicial del proyecto utilizando una tasa de actualización del 20 % anual para un periodo de 20 años se detalla en el cuadro siguiente;



Cuadro 12. Flujo de fondos del proyecto e indicadores financieros

Año	Beneficios del Proyecto	Costos de Operación	Beneficios Netos	Factor de Descuento	Flujos Netos Descontados	Años	Beneficios	Costos	C - B
0	(392,438.00)	0.00	(392,438.00)	1.000	(392,438.00)	0	0	392,438.00	(392,438.00)
1	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.833	106,749.00	1	158,620.80	422,960.00	(264,339.20)
2	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.694	88,957.50	2	317,241.60	453,482.00	(136,240.40)
3	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.579	74,131.25	3	475,862.40	484,004.00	(8,141.60)
4	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.482	61,776.04	4	634,483.20	514,526.00	119,957.20
5	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.402	51,480.03	5	793,104.00	545,048.00	248,056.00
6	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.335	42,900.03	6	951,724.80	575,570.00	376,154.80
7	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.279	35,750.02	7	1,110,345.60	606,092.00	504,253.60
8	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.233	29,791.69	8	1,268,966.40	636,614.00	632,352.40
9	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.194	24,826.41	9	1,427,587.20	667,136.00	760,451.20
10	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.162	20,688.67	10	1,586,208.00	697,658.00	888,550.00
11	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.135	17,240.56	11	1,744,828.80	728,180.00	1,016,648.80
12	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.112	14,367.13	12	1,903,449.60	758,702.00	1,144,747.60
13	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.093	11,972.61	13	2,062,070.40	789,224.00	1,272,846.40
14	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.078	9,977.18	14	2,220,691.20	819,746.00	1,400,945.20
15	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.065	8,314.31	15	2,379,312.00	850,268.00	1,529,044.00
16	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.054	6,928.59	16	2,537,932.80	880,790.00	1,657,142.80
17	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.045	5,773.83	17	2,696,553.60	911,312.00	1,785,241.60
18	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.038	4,811.52	18	2,855,174.40	941,834.00	1,913,340.40
19	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.031	4,009.60	19	3,013,795.20	972,356.00	2,041,439.20
20	158,620.80	30,522.00	128,098.80	0.026	4,137.47	20	3,172,416.00	1,002,878.00	2,169,538.00

### Cuadro 13. Indicadores financieros del proyecto

VAN	232,145.46	36.76 = 3 años + 1 meses	3.06
TIR	33%	36.76 tiempo para punto de equilibrio (meses)	
Relación B/C	1.59	Q.485,943.89 Ingresos = Costos (P.E)	

Del cuadro 13 se obtienen los indicadores financieros del proyecto; valor actual neto (VAN) Q. 232,145.00, relación beneficio costo 1.59 y tasa interna de retorno (TIR) 33 %.

Actualizando costos y beneficios se estima que el tiempo de recuperación del capital se dará a los 3 años y 1 mes. Es de tener en cuenta también que este proyecto presentara grandes beneficios sociales, tales como la generación de empleo, seguridad alimentaria, generación de mayor capital en la comunidad, reactivación económica interna, inversión, generación de divisas, migraciones, disminución del hacinamiento en las ciudades, siendo quizás las grandes justificaciones del proyecto.

### 3.16 CONCLUSIONES

- El proyecto consistirá de un área de riego por beneficiario de 2200 m<sup>2</sup> y un área total de 3.08 has que corresponden a 14 beneficiarios regando 14 horas por día. Potencialmente el proyecto puede contar con 24 beneficiarios considerando una jornada de riego de 24 hrs/día, potenciando el área bajo riego a 5.28 has.
- El costo del proyecto con el área diseñada se estimó en Q. 392,438.00; los indicadores financieros se estimaron en VAN= Q. 232,145.00, TIR= 33 %, B/C= 1.59 y se calcula que el proyecto se pagara en 3 años y 1 mes.
- El proyecto fue diseñado para trabajar con ejote francés, sin embargo podrá considerarse cualquier cultivo en hileras, tales como arveja china, solanáceas, etc. Mediante la producción de ejote francés bajo riego se estiman beneficios anuales alrededor de Q.174,895.00, superior en 1075 % de los beneficios actuales por producción de maíz estimados en Q.16275.00/año.
- El costo del riego parcelario se determinó en Q. 151,224.00 (50 % de los costos directos), equivalentes a Q.49,099.00/ha. Este costo/ha es debido al alto fraccionamiento del área bajo riego (70 válvulas), a la pequeña superficie bajo riego, al uso de manguera calibre 15 milésimas, al uso de goteros autocompensados y también porque van a 1 m las separaciones de mangueras.
- Los costos directos de ejecución del proyecto se determinaron en Q. 301,875.00, de los cuales Q. 39,000.00 serán aportes de la comunidad en mano de obra no calificada, estimándose el aporte de las fuentes de financiamiento en costos directos en alrededor de Q. 262,875.00.
- El costo total por hectárea asciende a Q.127414.00 y por beneficiario equivale a Q. 28,031.00.
- El costo de operación y mantenimiento del proyecto se estimó en Q.30,522.00 anuales, equivalentes a Q. 2180.00/beneficiario, definidos fundamentalmente por cuotas de riego, aportes de mano de obra y reposición de elementos del riego parcelario.
- Dado los antecedentes en cuanto a experiencias y esfuerzos de producción bajo riego de los beneficiarios se estima una buena probabilidad de éxito social y económico del proyecto.

### 3.17 RECOMENDACIONES

- El mantenimiento y la operación del sistema de riego será responsabilidad exclusiva de los beneficiarios requiriendo de los mismos una organización sólida para el sostenimiento del proyecto en el tiempo.
- Será estrictamente necesario regar las parcelas según el calendario de riego propuesto para mantener las presiones adecuadas durante la operación del proyecto. El comité de riegos y todos los beneficiarios deben supervisar este básico requerimiento
- Es altamente recomendable el establecimiento de un comité de riegos elegida o nombrada en asamblea general para la administración del proyecto en su operación y mantenimiento
- El reglamento y las cuotas de riego son aspectos básicos que deben de ponerse en práctica durante el funcionamiento del proyecto a efecto de asegurar su sostenibilidad y la consecución de sus objetivos. Este reglamento y cuotas de riego deben aprobarse en consenso y acordados participativamente por la asamblea general antes y durante la implementación del proyecto.
- La capacitación de los beneficiarios para la operación y mantenimiento del proyecto a lo largo del periodo de implementación del mismo deben ser de carácter obligatorio, así como la capacitación y asistencia técnica en temas como tecnologías de producción de cultivos, administración, mercadeo, negociaciones, gestiones, cultivos alternativos, riesgos e impactos ambientales, aspectos legales, así como implicaciones del mal uso o manejo del riego (sobredosis). Además, deben considerarse capacitaciones en tecnologías de conservación de suelo y agua dado los desniveles considerables en las áreas de riego.
- Es necesario hacer conciencia en los beneficiarios sobre sus aportes de mano de obra y cuotas de riego para la instalación, operación y mantenimiento del proyecto.
- Es recomendable involucrar a los beneficiarios en las diversas actividades de la gestión del proyecto desde el financiamiento así como en actividades de instalación, para desarrollar un proceso de capacitación de los mismos en el funcionamiento e instalación de los diversos componentes.
- El sistema de riego debe ser acompañado con actividades complementarias tales como el establecimiento de colmenas que coadyuven a la polinización de los cultivos y el mantenimiento de la entomofauna benéfica y la disposición eficiente de la basura y los desechos químicos.
- Gestionar ante las autoridades de la cabecera municipal la mejora de los caminos de acceso a la comunidad, pues actualmente cuentan con un acceso difícil de transitar.
- Formalizar los derechos de paso de los ramales de la tubería principal, dado que únicamente existe la anuencia verbal de los propietarios.

- Gestionar ante la unidad de normas y regulaciones del Ministerio de Agricultura y Alimentación (MAGA) los derechos de uso agua de la fuente del proyecto.

### **3.18 A P E N D I C E**

Cuadro 14A. Presión a la entrada de las laterales críticas (Hel) de las válvulas de riego

<b>Diámetro nominal</b>	16 mm
<b>Clase</b>	
<b>Carga emisor medio (m)</b>	10
<b>Caudal del emisor (lph)</b>	1.5
<b>Long. Maxima (m)</b>	

No. Válvula	Diam Int (mm)	Long Lat(m)	C	F	Desnv (m)	Sep/emisor (m)	No emisores	Qlat. (lph)	Qlat. (gpm)	Hf sin salidas (m)	Hf con salidas (m)	Hel (m)	Hel (psi)	Vel (m/s)
Valv.1	15.4	40	150	0.36	0	0.25	160	240	1.057	0.4933	0.1776	10.13	14.4	0.36
Valv. 2	15.4	40	150	0.36	0	0.25	160	240	1.057	0.4933	0.1776	10.13	14.4	0.36
Valv. 3	15.4	40	150	0.36	0	0.25	160	240	1.057	0.4933	0.1776	10.13	14.4	0.36
Valv. 4	15.4	40	150	0.36	0	0.25	160	240	1.057	0.4933	0.1776	10.13	14.4	0.36
Valv. 5	15.4	40	150	0.36	0	0.25	160	240	1.057	0.4933	0.1776	10.13	14.4	0.36

Cuadro 15A. Listado de materiales y equipo de riego y costos por rubros

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	PRECIO UNITARIO	COSTO	COSTO TOTAL
	<b>MANGUERA Y ACCESORIOS DE GOTEO</b>					74291
1	Manguera Integral de goteo, autocompensado, emisores cada 0.2 m, 1.5 lph a 15 psi, calibre 15 mil, 16mm, u otro equivalente en descarga	30900	m	2.25	69525	
2	Manguera ciega para elevadores, 16 mm	775	m	1.85	1434	
3	Conectores manguera ciega-manguera integral	775	conectores	1.80	1395	
4	Conectores manifold-manguera elevadora	775	conectores	2.50	1938	
	<b>TUBERIA PVC Y ACCESORIOS EN PARCELA TIPICA</b>					76933
1	Tuberia pvc 1 1/2"x125 psi	255	tubo	40.00	10200	
2	Adaptadores hembra 1 1/2 con rosca	140	adaptad.	3.29	460	
3	Tapones macho 1 1/2	140	tapon	10.07	1410	
4	Codos 1 1/2x45	140	codo	6.50	910	
5	Te 1 1/2	55	te	8.64		
6	Valvulas de compuerta de bronce de 1 1/2	85	valvula	300.00	25500	
7	Adaptadores macho 1 1/2, pvc	280	adaptad.	3.36	940	
8	Codo 1 1/2 x 90	170	codo	4.57	777	
9	Valvulas de aire 1" y accesorios	85	valvula	100.00	8500	
10	Valvulas de globo 1 1/2	4	Regulador	400.00	1600	
11	Reducidor pvc de 1 1/2 x 1	75	Red.	3.14	236	
12	Filtro parcelario de anillos de 60 gpm y accesorios de instalacion	14	filtro	1200.00	16800	
13	Inyector venturi, 60 gpm y accesorios de instalacion	8	inyector	1200.00	9600	
	<b>CONDUCCION PRINCIPAL</b>					49601

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca  
del rio Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.



1	Codo 3"	6	te	37.14	223	
2	Codo 3 x 45	24	te	36.79	883	
3	Codo 2 x 45	19	te	8.29	157	
4	Codo 2	2	te	7.07	14	
5	Codo 1 1/2 x 45	2	te	6.50	13	
6	Reductor 3 x 2	4	Red	24.64	99	
7	Tuberia pvc 3"x100 psi, junta cementada	52	tuberia	104.29	5423	
8	Tuberia pvc 2"x100 psi, junta cementada	22	tuberia	48.57	1069	
9	Tuberia pvc 2"x125 psi, junta cementada	10	tuberia	60.71	607	
10	Tuberia pvc 1 1/2"x100 psi, junta cementada	30	tuberia	31.43	943	
11	Tuberia pvc 1 1/2"x125 psi, junta cementada	10	tuberia	40.00	400	
12	Tuberia pvc 3 x 80 psi	60	tuberia	84.29	5057	
13	Tuberia pvc 2 x 80 psi	29	tuberia	42.86	1243	
14	Valvulas de aire 1/2" y accesorios de instalacion	10	valvula	150.00	1500	
15	Valvula triaxion 2 y accesorios de instalacion	1	valvula	2000.00	2000	
16	Valvulas de limpieza y accesorios instalacion	5	valvula	300.00	1500	
17	Reductor 2 x 1 1/2	4	Red.	5.29	21	
18	Cajas de valvulas	18	unidad	500.00	9000	
19	Cemento, arena, piedrin, para anclaje de tuberias	5	m3	200.00	1000	
20	Tinner	20	glns	65.00	1300	
21	Wipe	50	bolas	10.00	500	
22	Herramientas (sierras, marcos de sierras, etc)	1	Unidad	2000.00	2000	
23	Pegamento	20	glns	450.00	9000	
24	Limas	5	Unidad	30.00	150	
25	Brochas	100	Unidad	5.00	500	
26	Servicio de entrega de equipo de riego y tuberias	1	Unidad	5000.00	5000	
	<b>OBRAS CIVILES</b>					37400
1	Obra de toma (acondicionamiento, trazo, construccion, etc)	1	Unidad	5000.00	5000	
3	Desarenador y accesorios	1	Unidad	15000.00	15000	

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca  
del rio Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

4	Caja rompedresion 1 m3 y accesorios	2	Unidad	2700.00	5400	
5	Pasos de zanjon (tuberias HG, trazo, acondicionamiento, m. de o., etc)	6	Unidad	2000.00	12000	
	<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>					63650
1	Zanjeo (1260 m)	100	Jornales	60.00	6000	
2	Instalacion (acarreo tuberias, tendido de mangueras, barrenamientos, actividades varias)	450	Jornales	60.00	27000	
3	Tapado de tuberias (1260 m)	40	Jornales	60.00	2400	
4	Replanteo o trazo de valvulas y tuberias principales, sec. y terciarias	60	jornales	60.00	3600	
5	Ayudante de plomeria	90	jornales	65.00	5850	
6	Plomero	90	jornales	80.00	7200	
7	Albanil	80	Jornales	80.00	6400	
8	Ayudante de albanil	80	Jornales	65.00	5200	
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>301875</b>
	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					90563
1	Administracion y direccion tecnica de la instalacion	30	%	301875	90563	
	<b>GRAN TOTAL</b>					<b>392438</b>

Cuadro 16A. Memoria Hidráulica del proyecto

EST	PO	Diam (pulg)	Cau dal Lts/ seg	Longit ud (m)	DH cum (m)	Vel (m/se g)	Hf (m)	0.1Hf (m)	Hfto tal (m)	Hf Acum (m)	COTA Terreno	COTA PIEZOM	Presio n (Psi)	Carga Est. (PSI)	Cali bre Tub (psi)	Observ aciones
	P1										1,804.93	1,804.93	0.00	0.00		Pto. de Toma, ele var tirante
P1	C- RIO	3.28	3.65	7.95	7.95	0.67	0.04	0.00	0.05	0.05	1,804.85	1804.88	0.05	0.11	80	
C- RIO	p2	3.28	3.65	15.71	23.66	0.67	0.09	0.01	0.09	0.14	1,804.44	1804.79	0.49	0.70	80	
p2	e8	3.28	3.65	11.45	35.11	0.67	0.06	0.01	0.07	0.21	1,804.29	1804.72	0.61	0.91	80	
e8	p3	3.28	3.65	17.93	53.04	0.67	0.10	0.01	0.11	0.32	1,804.04	1804.61	0.81	1.26	80	
p3	p4	3.28	3.65	38.73	91.77	0.67	0.21	0.02	0.23	0.55	1,803.74	1804.38	0.90	1.69	80	
p4	p5	3.28	3.65	43.49	135.26	0.67	0.24	0.02	0.26	0.82	1,802.72	1804.11	1.98	3.14	80	
p5	p6	3.28	3.65	51.73	186.99	0.67	0.28	0.03	0.31	1.13	1,802.29	1803.80	2.15	3.75	80	
p6	p7	3.28	3.65	64.00	250.99	0.67	0.35	0.04	0.39	1.51	1,800.66	1803.42	3.91	6.06	80	
p7	p8	3.28	3.65	56.60	307.59	0.67	0.31	0.03	0.34	1.86	1,800.19	1803.07	4.10	6.73	80	
p8	p9	3.28	3.65	13.36	320.95	0.67	0.07	0.01	0.08	1.94	1,800.01	1802.99	4.24	6.99	80	
p9	p10	3.28	3.65	33.80	354.75	0.67	0.19	0.02	0.20	2.14	1,799.70	1802.79	4.39	7.43	80	
p10	p11	3.28	3.65	32.05	386.80	0.67	0.18	0.02	0.19	2.33	1,796.94	1802.60	8.03	11.35	100	Parcela 1
p11	p12	3.28	3.65	10.81	397.61	0.67	0.06	0.01	0.07	2.40	1,799.67	1802.53	4.06	7.47	100	
p12	e10	3.28	3.65	61.00	458.61	0.67	0.33	0.03	0.37	2.77	1,796.81	1802.16	7.60	11.53	100	Parcela 2
e10	p13	3.28	3.65	49.00	507.61	0.67	0.27	0.03	0.30	3.06	1,796.05	1801.87	8.26	12.61	100	Ramal 1 y parcela 3
p13	p14	3.28	3.65	22.24	529.85	0.67	0.12	0.01	0.13	3.20	1,795.70	1801.73	8.57	13.11	100	Ramal 4
p14	p15	3.28	3.65	38.60	568.45	0.67	0.21	0.02	0.23	3.43	1,794.50	1801.50	9.94	14.81	100	
p15	p16	3.28	3.65	14.80	583.25	0.67	0.08	0.01	0.09	3.52	1,794.51	1801.41	9.80	14.80	100	
p16	p17	3.28	3.65	17.52	600.77	0.67	0.10	0.01	0.11	3.63	1,788.21	1801.30	18.59	23.74	100	Ramal 5 y Parcela 10
p17	p18	2.22	3.65	15.34	616.11	1.46	0.56	0.06	0.62	4.24	1,738.21	1800.69	88.71	94.74	125	

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca  
del río Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

p18	e19	2.22	3.65	46.11	662.22	1.46	1.69	0.17	1.86	6.11	1,765.16	1798.82	47.80	56.47	125	Parcela 12
	e19										1,765.16	1,765.16	0.00	0.00		Caja rompepresion
e19	p19	2.22	3.65	34.45	696.67	1.46	1.27	0.13	1.39	7.50	1,753.24	1763.77	14.95	16.93	80	
p19	p20	2.22	3.65	16.37	713.04	1.46	0.60	0.06	0.66	8.16	1,750.44	1763.11	17.99	20.90	80	
p20	p21	2.22	3.65	24.51	737.55	1.46	0.90	0.09	0.99	9.15	1,740.99	1762.12	30.00	34.32	80	
p21	p22	2.22	3.65	42.33	779.88	1.46	1.55	0.16	1.71	10.86	1,732.53	1760.41	39.59	46.33	80	
p22	p23	2.22	3.65	72.01	851.89	1.46	2.64	0.26	2.91	13.77	1,728.99	1757.50	40.48	51.36	100	
p23	p24	2.22	3.65	28.00	879.89	1.46	1.03	0.10	1.13	14.90	1,727.60	1756.37	40.85	53.34	100	
p24	p25	2.22	3.65	8.20	888.09	1.46	0.30	0.03	0.33	15.23	1,727.73	1756.04	40.19	53.15	100	Parcela 14
	Ramal1															
	P13				0.00					3.06	1,796.05	1,801.87	8.26	12.61	80	Parcela 3
P13	p26	2.22	3.65	16.90	16.90	1.46	0.62	0.06	0.68	3.75	1,789.47	1801.18	16.63	21.95	80	
p26	p27	2.22	3.65	42.64	59.54	1.46	1.57	0.16	1.72	5.47	1,779.41	1799.46	28.47	36.24	80	
p27	p27p	2.22	3.65	10.30	69.84	1.46	0.38	0.04	0.42	5.88	1,775.00	1799.05	34.15	42.50	100	Parcela 4
p27p	p28	1.78	3.65	28.94	98.78	2.27	3.12	0.31	3.43	9.31	1,765.10	1795.62	43.33	56.56	100	
	p28										1,765.10	1,765.10				Caja rompepresion
p28	p29	1.78	3.65	37.14	135.92	2.27	4.00	0.40	4.40	13.71	1,746.74	1760.70	19.82	26.07	100	
p29	p30	1.78	3.65	24.55	160.47	2.27	2.64	0.26	2.91	16.62	1,742.04	1757.79	22.37	32.75	100	Bifurcacion
				160.47												
	Ramal4															
	P14				0.00					3.20	1,795.70	1801.73	8.57	13.11		
P14	p14A	3.28	3.65	4.22	4.22	0.67	0.02	0.00	0.03	3.22	1,792.79	1801.71	12.66	17.24	100	Parcela 8
p14A	p38	3.28	3.65	37.40	41.62	0.67	0.21	0.02	0.23	3.45	1,782.78	1801.48	26.56	31.45	100	

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca del rio Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

p38	p39	3.28	3.65	8.74	50.36	0.67	0.05	0.00	0.05	3.50	1,780.66	1801.43	29.49	34.46	100	Parcela 9
				50.36												
	Ram al5															
	P17				0.00					3.63	1,788.21	1801.30	18.59	23.74	100	
p17	p42	3.28	3.65	6.71	6.71	0.67	0.04	0.00	0.04	3.67	1,786.84	1801.26	20.48	25.69	100	Parcela 11
	Ram al 6															
	P23				0.00					13.77	1,728.99	1757.50	40.48	51.36	100	
p23	p43	1.78	3.65	29.66	29.66	2.27	3.19	0.32	3.51	17.28	1,715.96	1753.98	53.99	69.86	100	Parcela 13
	Ram al 2															
	p30				0.00					16.21	1,742.04	1757.79	22.37	32.75		
p30	p31	1.78	3.65	11.22	11.22	2.27	1.21	0.12	1.33	17.53	1,741.52	1756.46	21.22	33.48	100	
p31	p32	1.78	3.65	13.05	24.27	2.27	1.41	0.14	1.55	19.08	1,734.02	1754.92	29.67	44.13	100	
p32	p33	1.78	3.65	12.76	37.03	2.27	1.37	0.14	1.51	20.59	1,727.88	1753.40	36.24	52.85	100	Parcela 5
				37.03												
	Ram al 3															
	p30				0.00					16.21	1,742.04	1,757.79	22.37	32.75		
p30	p34	1.78	3.65	35.00	35.00	2.27	3.77	0.38	4.15	20.35	1,725.85	1753.64	39.47	55.74	100	Parcela 6
p34	p35	1.78	3.65	29.04	64.04	2.27	3.13	0.31	3.44	23.79	1,715.11	1750.20	49.83	70.99	125	
p35	p36	1.78	3.65	20.12	84.16	2.27	2.17	0.22	2.38	26.18	1,710.85	1747.82	52.50	77.04	125	Parcela 7

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca  
del río Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

Cuadro 17A. Costos de producción de ejote francés

Costos de producción Ejote Francés	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>I. COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN</b>				
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>372.00</b>		<b>22,320.00</b>
a. Preparación del terreno				
Limpia general	jornal	24.00	60.00	1440.00
Labranza	jornal	45.00	60.00	2700.00
b. Siembra	jornal	12.00	60.00	720.00
c. Fertilización				
Al momento de la siembra	jornal	6.00	60.00	360.00
Aplicaciones constantes	jornal	6.00	60.00	360.00
Aplicación abono foliar	jornal	18.00	60.00	1080.00
Fletes y acarreos	jornal	7.00	60.00	420.00
e. Labores culturales				
1era. Limpia	jornal	12.00	60.00	720.00
2da limpia	jornal	12.00	60.00	720.00
f. Control fitosanitario				
Aplicación de insecticidas	jornal	25.00	60.00	1500.00
Aplicación de fungicidas	jornal	25.00	60.00	1500.00
g. Cosecha				
Corte de producto	jornal	180.00	60.00	10800.00
<b>INSUMOS AGRÍCOLAS</b>				<b>6,565.50</b>
a. Semilla				
Ejote verde Saporro	libras	36.00	65.00	2,340.00
b. Fertilizantes				
Ferti-organico	sacos	30.00	26.00	780.00
10-50-0	quintal	12.00	152.00	1,824.00
15-15-15	quintal	6.00	135.00	810.00
Abono foliar Bayfolan	litros	6.00	35.00	210.00
c. Insecticidas				
Thiodan	litros	1.50	68.00	102.00
Perfecthion	litros	1.50	63.00	94.50
d. Fungicidas				
Captan	lbs	6.00	18.00	108.00
Ferbam	kg	3.00	32.00	96.00
f. Adherentes				
Citowett	litros	3.00	67.00	201.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>-</b>
Gastos de administración (10%/Insumos)				<b>656.00</b>
<b>TOTAL COSTOS PRODUCCIÓN</b>				<b>29541.00</b>

## Cuadro 18.REQUERIMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

## ESTIMACIÓN CANTIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PROYECTO IXCHEL, GRANADOS, B.V.

Proporción de concreto 1:02:03  
 1 m3 concreto 8.62 sacos de cemento  
 0.5 m3 de arena 0.75 m3 de piedrín

Componente	Largo	Ancho	Area	Altura por unidad	Volumen concreto /unidad	No. de unidades	Vol. total concreto	Sacos cemento	Arena m <sup>3</sup>	Piedrin m <sup>3</sup>	Hierro 3/8 (Vari-llas)	Hierro 1/2 (Vari-llas)	COSTO TOTAL (Q.)
COSTO UNITARIO (Q.)								70	65	175	24	44	
CAJA ROMPEPRESION						2							
Concreto								17	1.25	1.5	18	1	
TOTAL MAT/UNID								18.7	1.375	1.65	19.8	1.1	
COSTO/UNIDAD								1309	89.375	288.75	475.2	48.4	2210.73
TOTAL MATERIALES								37.4	2.75	3.3	39.6	2.2	
CAJA DE VALVULAS						18							
Paredes			0.25	0.70	0.175	1	0.175	1.5085	0.0875	0.1313	4		
Tapadera	0.78	0.08	0.0624	0.78	0.048672	1	0.048672	0.41955	0.0243	0.0365	2		

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca del rio Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

TOTAL MAT/UNIDAD							0.22 367	1.92805	0.1118	0.1678	6.00		
COSTO/UNIDAD								134.964	7.2693	29.357	144		315.59
TOTAL MATERIALES								34.7049	2.013	3.0196	108		
TANQUE DESARENAD OR (3.65 LPS)						1							
Paredes verticales longitudinales			2.12	1.75	3.71	1	3.71	31.9802	1.855	2.7825	30		
Paredes verticales transversales			1.08	1.75	1.89	1	1.89	16.2918	0.945	1.4175	8		
Plancha de abajo			0.91	1.4	1.274	1	1.27 4	10.9819	0.637	0.9555	22		
Tapadera			7.42	0.2	1.484	1	1.48 4	12.7921	0.742	1.113	22		
Pantallas	0.6	0.1	0.06	1.4	0.084	2	0.16 8	1.44816	0.084	0.126	3		
TOTAL MAT/UNIDAD								73.4941	4.263	6.3945	85		
COSTO/UNI DAD								5144.59	277.1	1119	2040		8580.72
Nota: Las cajas de las valvulas estan cuantificadas en caja de valvulas.													

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca  
del rio Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.



PASOS DE ZANJON TERRENO DURO						3							
Columnas	0.35	0.3 5	0.12 25	2	0.245	4	0.98	8.4476	0.49	0.735	3	4	
Zapatas	0.65	0.6 5	0.42 25	0.20	0.0845	4	0.33 8	2.91356	0.169	0.2535	2		
TOTAL MAT/UNIDAD								11.3612	0.659	0.9885	5	4	
COSTO/UNIDAD								795.281	42.835	172.99	120	176	1307.1
TOTAL MATERIALES								34.0835	1.977	2.9655	15	12	
PASOS ZANJON TERRENO SUAVE													
CONCRETO	0.30	0.3	0.09	8	0.72	3	2.16	18.6192	1.08	1.62			
COSTO/UNIDAD								1303.34	70.2	283.5			1657.04
TOTAL MATERIALES								55.8576	3.24	4.86			
OBRA DE TOMA													
Paredes caja			0.24	0.9	0.216	1	0.21 6	1.86192	0.108	0.162			
Plancha fondo	0.7	0.7	0.49	0.1	0.049	1	0.04 9	0.42238	0.0245	0.0368			
Tapadera	0.7	0.7	0.49	0.1	0.049	1	0.04 9	0.42238	0.0245	0.0368	7		

Diseño de riego por gravedad goteo en la microcuenca del río Pamacal, comunidad Ixchel, Granados, B.V.

Canal de llamada (paredes)	5	0.5	2.5	0.1	0.25	3	0.75	6.465	0.375	0.5625			
Electromalla (Q. 225/18 m2)	5	0.5	2.5			3							
TOTAL MAT/UNIDAD								10.0888	0.5852	0.8778	7.7		
COSTO/UNIDAD								706.219	38.038	153.62	409.8		1532.67

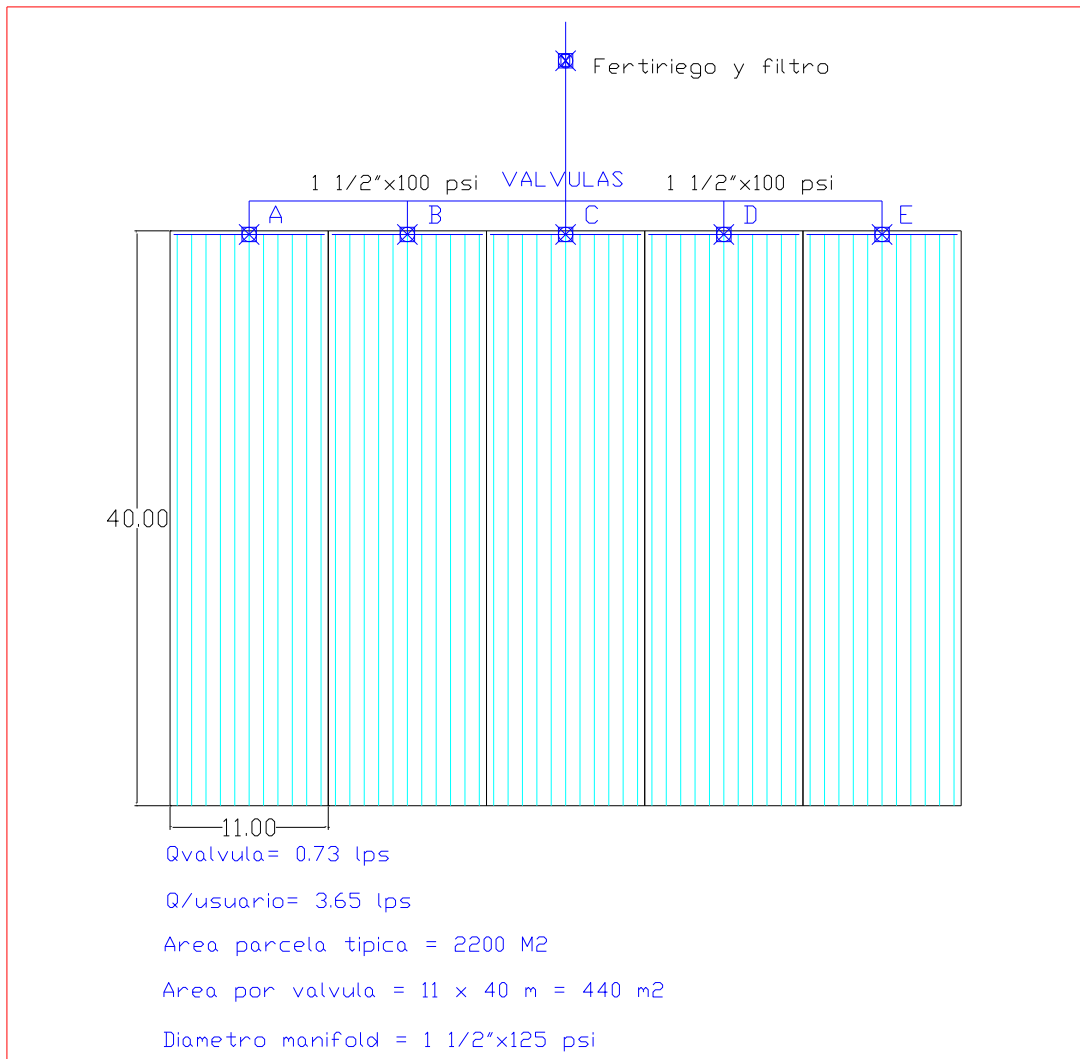


Figura 4A. Componentes y dimensiones de la parcela típica

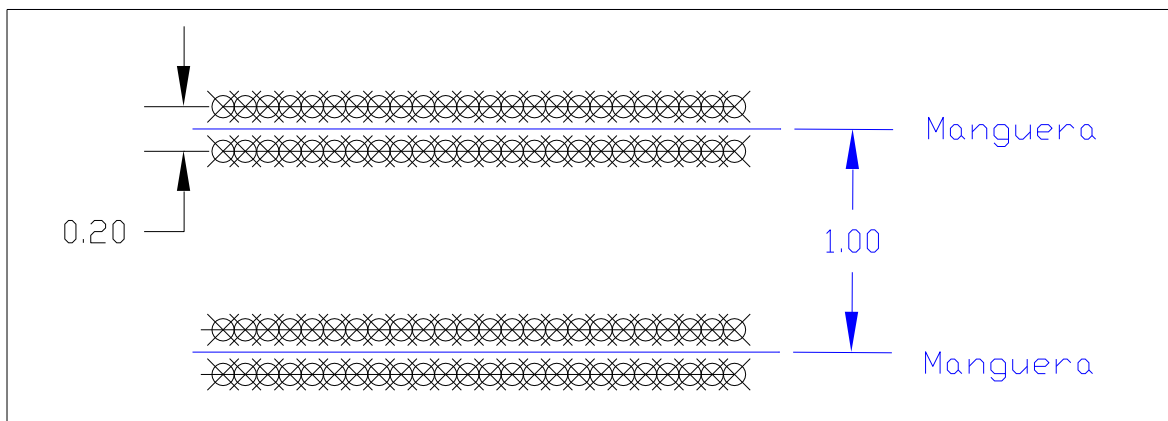


Figura 5A. Disposición de siembra del ejeote francés y de las mangueras de goteo

## ANEXOS

### ANEXO 1 PROPUESTA DE REGLAMENTO DE RIEGO

Es fundamental que el riego sea tomado como un medio o herramienta para lograr potenciar la capacidad productiva de los sistemas de producción y no como un fin en sí mismo. El riego debe enfocarse como un factor de producción más dentro del conjunto donde otros factores también importantes interaccionan para definir un mayor potencial productivo para el cultivo bajo riego.

El objetivo del reglamento de riego es garantizar la confiabilidad y el desempeño óptimo de todos los componentes del proyecto para que el servicio de riego tenga no sólo calidad sino también cantidad satisfactoria, continuidad y costos compatibles. Además, para operar las instalaciones y equipos con miras al prolongamiento de su vida útil a efecto de alcanzar las metas del proyecto.

#### ORGANIZACIÓN

Para hacer realidad el proyecto así como concretar su operación y mantenimiento los beneficiarios deberán organizarse de alguna manera, es decir, deberán contar con un comité de riego formado por al menos 4 miembros, un presidente, secretario, tesorero y al menos un vocal, los cuales deben ser elegidos por la asamblea general de usuarios. Los puestos pueden durar dos años y deben ser rotados entre todos los usuarios y deberán ser nombrados en una asamblea.

Deben estar conscientes que deben trabajar y mantener el sistema de riego organizados en grupo o como un equipo tratando de alcanzar los objetivos y metas del proyecto. Debe ser claro que el sistema quedara bajo responsabilidad total de los beneficiarios en cuanto a su administración, operación y mantenimiento.

Las actividades productivas en las áreas de riego idealmente deberán trabajarlas de igual manera en equipo para contar con las múltiples ventajas del trabajo en conjunto, principalmente en el mercadeo de los productos. Sin embargo, esto último en caso de no lograrse la unidad podrá trabajarse y administrarse individualmente.

Las responsabilidades del comité de aguas será planificar, coordinar, dirigir y supervisar todos los trabajos de operación y mantenimiento de la infraestructura, así como aplicar las sanciones disciplinarias correspondientes. Para ello será necesario contar con un libro de actas, recaudar cuotas de riego y cuotas extraordinarias por trabajos de emergencia en el sistema de conducción, principalmente.

Deberán velar también por el fiel cumplimiento de todas las normas que regirán la operación y mantenimiento del sistema, así como de las actividades administrativas que conlleva el funcionamiento y mantenimiento de este tipo de proyectos.

Asamblea General de Usuarios es la máxima autoridad del sistema de riego, será la que conozca y decida de todos los asuntos relacionados con el sistema de riego, mismos que el comité de riegos deberá resolver en asambleas generales. Todo lo tratado en la asamblea general deberá quedar asentado en el libro de actas. Un usuario es toda

persona que en calidad de propietario explote las tierras dentro del sistema de riego y que hace uso del mismo.

#### NORMAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

- Los costos de operación y mantenimiento de todos los componentes del riego parcelario, es decir en cada propiedad, corren por cuenta de cada beneficiario y es responsabilidad de cada uno el buen estado y funcionamiento de los mismos.
- Los costos de operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de conducción principal y ramales corren por cuenta de todos los beneficiarios. Para las reparaciones de los componentes del sistema de conducción deberán agenciarse fondos mediante cuotas de riego a definir entre los beneficiarios.
- Los trabajos de operación y mantenimiento del sistema de conducción principal y ramales deberán realizarlo los mismos beneficiarios, los que serán organizados y administrados por el comité de riegos. El aporte de cada uno se cuantificarse mediante días trabajados y todos deben aportar los mismos días de trabajo para evitar disputas e inconformidades entre los mismos.
- Los gastos de funcionamiento de la asociación de usuarios de riego y los costos de los materiales, herramientas varias y otros insumos para el mantenimiento y reparaciones de los componentes del sistema de conducción deberán financiarse mediante cuotas de riego, los cuales deberán tasarse inicialmente según la parte correspondiente de este documento, equivalente a una cuota mensual de Q. 40.00/usuario. Para atender trabajos emergentes deberán establecerse cuotas extraordinarias.
- Respetar de manera contundente el orden de abertura de válvulas mencionado en el cuadro respectivo; esto fundamentalmente para mantener las presiones requeridas en las válvulas de riego y de esa manera aplicar riegos eficientes en cuanto a láminas de agua. Nadie deberá regar su propiedad fuera del turno que le corresponde, caso contrario deberá sancionarse según corresponda. Disputas o conflictos por la repartición del agua y los turnos de riego traerá consecuencias como un pobre funcionamiento del sistema, descontento entre los usuarios, reducción en la cooperación para la operación y mantenimiento del proyecto, lo que podría conllevar finalmente a una infraestructura con operación deficiente y colapso del proyecto.
- Las sanciones por infringir las normas aprobadas para la operación y mantenimiento del sistema deberán ser económicas pagadas ya sea en efectivo o mediante días de trabajo; estas las fijara la asamblea general.
- En relación a los tiempos de riego por turno indicados en el mismo cuadro 3 deben velarse su cumplimiento únicamente durante las etapas de floración y fructificación del cultivo que es cuando el cultivo demanda las mayores cantidades de agua. Durante las otras etapas de desarrollo deberán ajustarse los tiempos de riego acorde a la Eto de los días de riego y a los valores Kc según el grado de desarrollo de la plantación.
- El buen manejo y conservación de la micro cuenca es responsabilidad de todos los beneficiarios, los cuales deben velar y gestionar recursos diversos para asegurar su

sostenibilidad y eficiente administración. Propiciar el uso de prácticas de conservación de suelos, reforestación, luchar contra la deforestación, prevenir incendios forestales, reemplazar o disminuir el uso de leña de la micro cuenca, promover acciones contra la erosión de los suelos, etc. Con estas acciones se estará facilitando la infiltración del agua de lluvia en el suelo, alimentando el flujo base de la quebrada abastecedora y reduciendo la escorrentía y la erosión.

- Para operar los elementos que conforman el sistema de riego deberá seguirse un procedimiento que garantice su funcionamiento adecuado y disminuya el riesgo de deterioro.
- Para colocar en funcionamiento el sistema por primera vez, para suspender el servicio de riego o para restablecerlo después de un corte, es necesario tomar precauciones que eviten la disminución o la interrupción del caudal y la rotura de tubos debidas a la presencia de aire o a la ocurrencia de una sobrepresión o de un vacío.
- Para el llenado se debe proceder así;
  1. Informar a los usuarios del sistema de riego con la debida anterioridad
  2. Indicar a los agricultores que deben dejar abiertas las válvulas
  3. Abrir la compuerta de la cámara de derivación y llenar el desarenador
  4. Desde la válvula principal iniciar lentamente el llenado de la tubería, con una pequeña parte del caudal total que el sistema requiere.
  5. Vigilar la salida de aire en las ventosas.
  6. Comprobar la llegada de agua a cada una de las válvulas de purga o de limpieza y luego cerrarlas lentamente.
  7. Aumentar el caudal hasta la cantidad requerida por el sistema de riego
- Para el vaciado se debe proceder así;
  1. Informar a los usuarios del sistema de riego sobre el día y la hora del corte del servicio.
  2. Revisar el funcionamiento de las válvulas ventosas antes y durante el vaciado de las tuberías.
  3. Cerrar lentamente la válvula principal.
  4. Procurar que el vaciado se realice lentamente
  5. Evitar la entrada de sedimentos al finalizar el vaciado de tanques
  6. Vaciar totalmente las tuberías antes del siguiente llenado, abriendo parcialmente las válvulas de purga.
- Es importante tener presente que regar en exceso es perjudicial para el suelo y el cultivo, además que puede afectar a los demás usuarios del sistema. Regar insuficientemente disminuye los rendimientos de la cosecha.
- El crecimiento de malezas junto a las estructuras de concreto y a los accesorios para la operación del sistema puede causar daños a los mismos y altos costos de reparación, además de que el funcionamiento normal del sistema se ve afectado. La manera corriente de eliminar las malezas es mediante el uso de herramientas manuales, pero no debe desestimarse la posibilidad de emplear químicos, especialmente en zonas grandes y donde el crecimiento de éstas es rápido, siempre y

cuando se extremen las precauciones en el almacenamiento de los productos, dosificación y efectos sobre el medio ambiente.

- Los desazolves o extracción de sedimentos se realizan generalmente en la obra de toma mediante herramientas manuales. Su finalidad es la de mantener libre de arena y otros materiales la entrada del agua. También se realiza en los desarenadores, cajas rompe presión y cámaras de quiebre, mediante la apertura de la válvula de lavado. En todos los casos conviene tomar las suficientes precauciones para que los sedimentos vertidos no causen perjuicios a los ríos, los terrenos o las construcciones. Como norma general se debe hacer esta labor tan frecuentemente como sea posible para que la concentración de sedimentos sea mínima en cada oportunidad
- Para la reparación de tuberías y accesorios debe informarse a los usuarios de los tramos afectados y de la suspensión del servicio
- En la reparación de concretos precisar las características y requerimientos de la reparación, informar a los usuarios y encargar la ejecución a una persona experta. Conviene tener en cuenta el uso de productos aditivos existentes en el comercio para algunos casos especiales como la adherencia entre el concreto nuevo y el viejo, el sellado de fisuras en las estructuras, la impermeabilización de tanques y el acelerado del fraguado cuando se requiere restablecer rápidamente el servicio después de una reparación.

El mayor problema del riego por goteo es el taponamiento de los goteros, por consiguiente debe formularse y respetarse un plan de mantenimiento del sistema, pues de lo contrario la sostenibilidad del mismo estará en peligro.

El lavado de tuberías de conducción y terciarias deberá realizarse periódicamente al menos una vez por semana, abriendo las válvulas de los extremos de los manifolds.

El lavado o drenaje de las laterales también debe ser una práctica común de mantenimiento y deberá evaluarse la necesidad del mismo cada día, es decir, debe monitorearse constantemente la necesidad de esta práctica chequeando periódicamente la calidad del agua de drenaje de las mangueras.

El lavado del filtro parcelario es el aspecto más importante para la sostenibilidad del sistema. Constantemente deberán chequearse las presiones con un manómetro antes y después de los filtros y cuando esta diferencia sea mayor o igual a 8 psi deberá procederse al lavado de los mismos. Debe contarse al menos con un cepillo para el lavado de los filtros de anillos y probablemente, según la calidad del agua, deberá realizarse esta limpieza varias veces al día.

Es importante evaluar la necesidad de realizar aplicaciones de soluciones de cloro y ácidos al inicio y final de la temporada de riego y de esta manera prevenir el taponamiento de goteros por bacterias, microorganismos (materia orgánica) o por grumulos químicos. Para ello es necesaria la asistencia técnica especializada.

Debe tenerse cuidado al realizar aplicaciones de fertiriego, pues una mala mezcla o combinación de fertilizantes pueden formar grumos o precipitados químicos que pueden tapar goteros de manera considerable. En lo posible hacer combinaciones que tengan

compatibilidad y preferir soluciones o reacciones acidas. Para esto es necesaria previamente una capacitación en estos aspectos

Es necesario proporcionar capacitación y asistencia técnica en conceptos de producción de cultivos, comercialización y agro procesamiento y manejo y operación de sistemas de riego por goteo a los beneficiarios, para que adquieran la destreza y conciencia sobre la importancia de estos aspectos en la sostenibilidad del proyecto

Se reconoce que el uso del agua del sistema tendrá primordialmente fines agrícolas, los usos domésticos se consideran como de segundo orden. Cualquier usuario podrá regar su parcela, siempre y cuando se ajuste al calendario de riego.

Los usuarios no podrán hacer ninguna modificación en el sistema sin el conocimiento del comité de riegos.

El calendario de riego elaborado deberá ser respetado según en horas y fechas por todos los usuarios. El usuario que no respete el calendario de riego por cualquier motivo, perderá su turno y no tendrá derecho a reclamar daños en sus cultivos por falta de agua.

Por deterioro o descompostura en el equipo de riego en la parcela cualquier usuario deberá comprar individualmente o en conjunto su equipo, el cual deberá estar comprendido dentro de las especificaciones técnicas que se indican en este documento. En ningún caso, el equipo deberá ser diferente al del diseño establecido o de lo recomendado.

El comité de riegos deberá gestionar cursos de capacitación para la buena operación y mantenimiento del sistema, así como la forma adecuada de llevar diferentes registros del sistema.

En ningún momento los usuarios podrán utilizar otras especificaciones de equipo fuera de los recomendados en el presente documento.

El comité de riegos no tendrá remuneración alguna pues debe ser un cargo rotativo

En caso de derrumbes o desperfectos producidos por fenómenos naturales o situaciones de fuerza mayor todos los usuarios colaboraran en despejarlos y proceder a repararlos. Esta responsabilidad será compartida en jornales y partes iguales por todos los usuarios sin devengar ningún salario. El usuario no tiene derecho a reclamo alguno cuando por este motivo sea suspendido el servicio de entrega de agua.

Es atribución del comité de riegos, periódicamente, hacer un recorrido por todo el sistema con el fin de chequear desde la fuente de agua el sistema de conducción y distribución. Esta actividad debe realizarse todo el año y ejecutarse mensualmente o cuando se presente algún problema, debiendo reportarse informe de daños a la asamblea general.

Los usuarios deberán estar comprometidos a reforestar las aéreas de su propiedad que por la pendiente del terreno no tengan vocación agrícola para cultivos limpios y no tengan ningún tipo de estructura de conservación de suelos.

La asamblea General de usuarios nombrara a dos personas para que procedan a la revisión periódica de manejo de los fondos por parte del comité de riegos. En todo caso,



será quien de la aprobación final de cualquier gasto necesario para mejorar y/o mantener en buen estado de operación el sistema de mini riego.

### **Derechos Fundamentales de los usuarios**

Recibir en su predio o terreno inscrito bajo riego la cantidad de agua que previamente se le ha asignado de acuerdo con el diseño del sistema.

Ejercer la facultad de elegir y ser electo para ocupar algún cargo en el comité de riegos

Solicitar se le explique este reglamento a fin de que sea fácil su aplicación y observancia.

Efectuar ante la Junta Directiva las reclamaciones que considere necesarias cuando crea que se le han violado sus derechos o cuando surja algún otro problema relacionado con la operación y mantenimiento del sistema de riego.

Solicitar la intervención de la Junta Directiva para gestionar asistencia técnica ante las entidades oficiales privadas o gremiales, capaces de prestar servicios de asesoría y asistencia técnica, en aspectos tales como; análisis de suelos, uso de fertilizantes y semillas mejoradas, pesticidas, sanidad vegetal, etc.

### **Obligaciones de los usuarios**

Asistir a las reuniones mensuales y de carácter especial que sean convocadas por el comité de riegos

Cumplir con las normas de operación y mantenimiento establecidas anteriormente.

Estar al día en sus pagos ante la Junta Directiva por la mensualidad acordada y las sanciones que le sean impuestas.

Cumplir con cualquier otro deber emanado por el comité de riegos

Todos los usuarios deberán participar en la capacitación y asesoría técnica sobre el manejo, uso y operación del sistema de riego.

Presentar ante la junta directiva, todas las sugerencias que tiendan a aumentar la eficiencia del servicio, la conservación y mantenimiento de la infraestructura, así como para el mejoramiento de las actividades agrícolas.

### **SITUACIÓN JURÍDICA**

En este apartado se concientiza en la necesidad de poseer títulos de propiedad de cada parcela así como todos los derechos de paso de la tubería de conducción principal y ramales. Por otro lado debe iniciarse el trámite para la autorización del uso y aprovechamiento del agua por la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.