

**ANEXO H-2 : EL ESTUDIO DE METODO DE IRRIGACION
PARA EL AREA DE EL ESPINO**

2.1 Area de Estudio El Espino

El Area de Estudio El Espino pertenece al municipio de Larreynaga, y está a una distancia aproximada de 19 km al nordeste de la ciudad de Malpaisillo, a través de la carretera nacional No. 26. El lago de Managua está al sur del Area de Estudio. La característica natural alrededor del Area de Estudio es de una zona volcánica extinguida y la distancia circunferencial de la caldera es estimada en 50km como diámetro de 16 km. En relación con las condiciones del uso de la tierra, en el área interior de la caldera existe un sistema de riego utilizando el agua subterránea por agricultores de gran escala, por los diferentes estratos de suelos existentes dentro de la caldera. En otra área localizada en el borde de la caldera, se realiza una agricultura extensiva utilizando el agua de lluvia para el riego, dada las condiciones del suelo totalmente montañosas. El Area de Estudio está localizada en la periferia de la caldera, tal como se muestra en la Fig. H.2.1.1. Además, la cantidad de lluvia anual es estimada en 1,179mm como promedio, y la clasificación de las estaciones lluviosa y seca son claramente identificadas en los meses de mayo-octubre y noviembre-abril, respectivamente. Además, días continuos de lluvia no es frecuente en la estación de lluvia.

El Area de Estudio tiene dos comarcas, El Espino y Las Lomas, que poseen un área irrigable total de 1,350 Mz (945ha). Las comunidades catalogadas como pequeños poblados se llaman “caseríos”. Los caseríos comprenden aldeas agrupadas por relación familiar y por división territorial, existiendo en el Espino y Las Lomas 6 y tres caseríos, respectivamente.

En relación con el potencial para riego, existen 3 afluentes que desembocan en el río Senecapa, en el Area de Estudio; estos ríos no satisfacen los propósitos de riego debido a su poco caudal a través de todo el año. Además, como se mencionó anteriormente, las condiciones de suelos en el Area de Estudio son montañosas y sólo se realiza la agricultura extensiva realizada por pequeños agricultores con el agua de lluvia. Comparándola con otras comunidades como El Charco de los Bueyes y Terrero, que se ubican dentro de la caldera, el Area de Estudio está muy lejos del desarrollo agrícola alcanzado por éstas.

2.2 Antecedentes del Estudio

El sistema de riego con agua subterránea es muy común en la República de Nicaragua, dependiendo de la escala de la finca y de la región; en el Plan Maestro, un área irrigable de 201,300Mz fue estimada en las regiones II y IV. En el presente, las facilidades para uso de agua subterránea son instaladas por agricultores privados, el potencial de agua subterránea no puede ser utilizado eficientemente debido a que el costo de operación corre por responsabilidad propia. Basado en lo dicho anteriormente, el área de El Espino fue seleccionada como proyecto modelo usando agua subterránea en el Plan Maestro, igual que el caso del área de Telica. En relación con el plan de desarrollo en el Plan Maestro, el sistema de riego por pozos será principalmente manejado por las asociaciones de usuarios de agua. Bajo el concepto de proyecto modelo, se espera que los medianos y pequeños agricultores eleven su nivel de vida con relación a la situación actual.

2.3 Potencial Agrícola en el Area de Estudio

(1) Fuente de Agua en el Area de Estudio

No existe río en el Area de Estudio, el agua subterránea es el único recurso disponible. Con el objetivo de obtener el potencial disponible de agua subterránea se realizó pruebas continuas de bombeo en dos pozos, uno existente y el otro nuevo construido en el Estudio. El potencial del pozo es estimado en 53 y 42 l/s en los pozos existente y nuevo, respectivamente. Además, el círculo de influencia del pozo es estimado con un radio de 500m de distancia basado en las pruebas de bombeo. Considerando el círculo de influencia del pozo de radio de 500m de distancia, puede ser posible instalar ocho pozos en el Area de Estudio como se ilustra en la Fig. H.2.3.1.

Generalmente, la variación en la descarga entre pozos es debido a la diferencia de las especificaciones de pozos y las condiciones geológicas del sitio. Como se mencionó anteriormente, puesto que el Area de estudio es localizada en la periferia de la caldera, las condiciones geológicas son muy variables por sitios. La condición tomada en cuenta para la selección de los pozos de prueba, fue que el pozo existente es localizado en un área plana, y el pozo nuevo es instalado en un área inclinada. De los resultados, la descarga de pozo en el área plana fue alta con relación a la del área inclinada. El área y la profundidad del acuífero del área inclinada no pudo ser obtenida como la del área plana debido a la existencia en el área inclinada del encamizamiento de la sección. Consecuentemente, la descarga de pozo en el área es 42 y 53 l/s para las áreas inclinada y plana, respectivamente; por lo que el potencial total de agua en el Area de Estudio se estimó en 369 l/s con ocho pozos, como se muestra en la tabla.

No. pozo	Localización Comarca	Caserío	Condición pozo	Caudal (l/s)	Observación
E-1	El Espino	El Espino	Existente	42	Prueba
E-2	El Espino	Las Pampas	Nuevo	42	Estimado
E-3	El Espino	Pedro Altamirano	Nuevo	42	Estimado
E-4	El Espino	Las Pampas	Nuevo	42	Estimado
E-5	El Espino	Pedro Altamirano	Existente	53	Estimado
E-6	El Espino	Cantamirón	Nuevo	42	Estimado
L-1	Las Lomas	La Unión	Nuevo	53	Estimado
L-2	Las Lomas	La Unión	Nuevo	53	Estimado
Total (8)				369	

Los detalles se presentan en el Anexo B y C.

(2) Potencial de Suelos en el Area de Estudio

1) Clasificación de Suelos

El potencial de los suelos para propósitos agrícolas es determinado por la clasificación de suelos. Igual que el caso de Telica, el mapa de clasificación del área de El Espino fueron suministrados por MAG a escala 1:250,000 del 1971. Las clases y sus características se muestran en la [página H-2](#). Los suelos en el área por clases son sumariados en la Tabla H.2.3.1 y Fig. H.2.3.2.

Las clases desde V a VII se encuentran en el Area de Estudio en un 7%. No obstante, puesto que el área es localizada en la periferia de la caldera como se mencionó anteriormente, la superficie de la tierra que son hasta la clase IV, son ricas en variedad. Además, el estudio de suelos por clases fue llevado a cabo en el área. Como se muestra en la Tabla H.2.3.2, la arcilla como suelos mixtos se confirman en todas las clases.

2) Uso de la Tierra

Las actividades agrícolas actuales en el Area de Estudio son el riego por lluvia y ganadería, por las condiciones topográficas de pendiente. Los granos básicos (maíz, sorgo y ajonjolí) son cultivados en pendientes suaves; por otra parte, el pasto natural para el ganado abarca aproximadamente el 40% de las pendientes mayores de 5%. El jícara como fruta es cultivada alrededor de la finca, esta fruta es utilizada para jugos y alimento de animales. En lo que concierne a la foresta en el Area de Estudio, la tala es muy común para leña, por lo cual la erosión está haciendo estragos en el suelo. El suelo para uso agrícola se muestra en la tabla siguiente.

Uso de la tierra	Area (ha)	(Mz)	Radio (%)
Tierra alta	453.1	647.9	47.1
Arrozal	0.0	0.0	0.0
Cultivo perenne	7.9	11.3	0.8
Tierra inexplorable	38.9	55.6	4.0
Pasto	364.2	520.8	37.9
Tierra baldía	47.0	67.2	4.9
Bosque	30.5	43.6	3.2
Residencia	13.9	19.9	1.4
Camino/canal	5.5	7.9	0.6
Total	961.0	1,374.2	100.0

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

3) Potencial de la Tierra en el Area de Estudio

El potencial de la tierra en el área es estimada usando el método de superposición igual que el aplicado en el área de Telica. El mapa elaborado por superposición se muestra en la Fig. H.2.3.2. En el presente, el potencial de la tierra regable no es utilizada eficientemente debido a las condiciones topográficas e inestabilidad del agua de lluvia y falta de mano de obra por el costo que involucra. Aparte del recurso de potencial de agua, el potencial de la tierra para desarrollo de riego es tabulado a continuación.

Uso de la tierra	Condición existente (ha)	Area arable (ha) Agua de lluvia	Riego
Tierra alta	453.1	0.0	453.1
Arrozal	0.0	0.0	0.0
Cultivo peremne	7.9	0.0	7.9
Tierra inexplorable	38.9	0.0	38.9
Pasto	364.2	364.2	0.0
Tierra baldía	47.0	47.0	0.0
Bosque	30.5	30.5	0.0
Residencia	13.9	13.9	0.0
Camino/canal	5.5	5.5	0.0
Total	961.0	461.1	499.9

(2) Otro Potencial en el Area de Estudio

A través de la infraestructura de caminos principales y secundarios y el suministro de energía que serán instalados en el Area de Estudio, las condiciones de la infraestructura, especialmente caminos no es adecuado para el transporte y acceso a otra área debido a las malas condiciones de mantenimiento. Las condiciones de la infraestructura no son suficientes en el presente, existen muchos recursos mano de obra en y alrededor del Area de Estudio. Por lo tanto, estos recursos pueden ser utilizados para la provisión de las facilidades de riego y rehabilitación de los caminos. Además, no sólo el Area de Estudio saldrá beneficiada, sino también otras áreas aledañas.

2.4 Concepto Básico de las Facilidades de Riego

La directriz básica del proyecto modelo con el uso de agua subterránea es principalmente el desarrollo para elevar el nivel de vida de los habitantes y la extensión del proyecto a las regiones II y IV de la República de Nicaragua. Como características del desarrollo de agua subterránea, el costo de construcción unitario por hectárea es alto comparativamente con el desarrollo de agua superficial, y el costo unitario por beneficiario es también alto debido a las características de agua subterránea. Por consiguiente, será necesario restringir el costo de construcción y servicios de extensión desde el punto de vista de desarrollar este tipo de proyecto en la República de Nicaragua. En el presente, en el Area de Estudio, el 90% de los agricultores poseen predios de 5 Mz (3.5ha) a 100 Mz (70ha) y es imposible desarrollar totalmente el área arable en ambos aspectos, potencial del recurso de agua y costo del proyecto.

En el orden de establecer la directriz básica del proyecto, el proyecto será dividido en dos etapas de acuerdo con el concepto de desarrollo. Las facilidades mínimas requeridas serán contempladas en el área del proyecto en la etapa 1; la tierra remanente de la etapa 1 será desarrollada por los agricultores en la etapa 2. En este proyecto, el área irrigable mínima requerida es de 2.5 Mz (1.75ha) basado en la solicitud de los habitantes ubicados alrededor del Area de Estudio. Además, en el orden de reducir los costos de construcción, el sistema de arrendamiento de tierra será adoptado debido a la disminución de la escala de las facilidades. El área remanente será desarrollada por los agricultores en la etapa 2, de acuerdo con las habilidades de los agricultores y los beneficios generados en la etapa 1.

2.4.1 Consideración básica de los Métodos de Riego

(1) Métodos de Riego en Finca

1) Selección del Método de Riego

El método de riego es dividido en dos, métodos de riego por surcos y por aspersores. Las características de los métodos comparativos se muestran en la tabla.

Item	Riego por aspersor	Riego por surcos
Característica geográfica	Pocas limitaciones	Imposible su aplicación en terrenos de pendiente y de ondulación variable. Desventaja cuando se necesite mucho trabajo de nivelación.
Terreno de pendiente máxima	Posibilidad de aplicación de aspersores portátiles en terreno de pendiente de hasta 20 grados. El sistema de tipo fijo es posible aplicarlo en terrenos más inclinados.	Posibilidad de aplicación en terreno de pendiente de 1-2 grados. Es posible su aplicación en terreno de máxima ondulación de 3 grados, sin embargo, la velocidad en el surco es una restricción.
Suelo	No restricción	No puede ser aplicado en suelo arenoso.
Nivelación de tierra	Innecesario	Nivelación necesaria por arado de tierra.
Canal de riego	Tubería	Relativamente en terreno llano; es posible su aplicación en canal abierto. En terreno ondulado puede ser por tuberías.
Obra de riego	Necesidad de traslado de tubería, unos 30-40 minutos de trabajo.	El agricultor tiene que estar pendiente de la llegada de riego al final del terreno. Además, evitar el derrame de agua del canal y ajuste de su velocidad.
Habilidad de riego	Ajustar tuberías en caso de vientos fuertes	Igual que arriba. Trabajo de riego amerita experiencia.
Trabajo de arado	No limitantes	Arado por surco es necesario.
Cultivo	No limitantes	No limitantes
Inversión inicial	Más costoso que riego por surcos	Relativamente barato si se excluye los trabajos de arado y nivelación. El costo de nivelación es caro en terreno ondulado.
Costo de O/M	El costo operativo de riego por bombeo es elevado	El costo operativo de riego por gravedad es barato.

Desde el punto de vista de las condiciones de suelos, para el tipo arcilloso ambos métodos de riego pueden ser adoptados. No obstante, la variedad de pendiente existente topográficamente (3 a 12%) en el Area de Estudio, como se mencionó anteriormente, el área plana en tierra arable es de tamaño mínimo. En adición a lo dicho anteriormente, es imposible disponer del agua de drenaje en el Area de Estudio durante la estación lluviosa debido a su localización en

la periferia de la caldera. No se espera la aplicación de métodos de riego mixtos por las características existentes en el Area de Estudio.

Por consiguiente, puesto que el riego por surcos no requiere de alto costo, pero no es apropiado este sistema de riego en el área por no disponerse de agua de riego permanente, por lo que el sistema de riego por aspersores puede ser adoptado.

2) Consideración básica del método de Riego por Aspersores

Los criterios básicos se describen a continuación:

i) Intensidad de riego

La intensidad de riego depende del tipo de suelos y pendiente de la superficie del terreno, el valor admisible de la intensidad de riego se muestra en la tabla siguiente. El área arable para riego cubre desde 0 hasta una inclinación de 5% tomando en consideración las actividades agrícolas. En las cercanías del Area de Estudio existen suelos arcillo limoso, en el cual es admisible una intensidad de riego de 10 mm/hr, considerando el factor de seguridad.

Intensidad de Riego Admisible				Unidad: mm/hr
Inclinación (%)	Suelo arenoso	Suelo franco	Arcilla	Observación
0-5	18.00	12.00	5.00	
6-8	16.20	10.44	4.50	
9-12	15.48	9.60	3.50	
12-20	14.76	9.96	3.10	
Más de 20	13.5	7.20	2.35	

ii) Horas de Operación por el Método de Riego por Aspersores

Generalmente, la hora de operación del riego en tierras altas es aplicado de 18-20 horas durante el período pico (período de consumo alto de agua) basado en el manejo de agua y trabajos agrícolas en la finca. En Nicaragua, los trabajos diarios en fincas se realizan durante 20 horas en el período pico. Básicamente, el costo del equipo de aspersores es inversamente proporcional a las horas de operación. Las horas de operación es este plan será aplicado en 20 horas considerando el costo de instalación de equipos. Además, considerando el tiempo de operación de diseño y excluyendo el tiempo de movilización de las tuberías de los aspersores se introducirán en el sistema de aspersores de 2 juegos.

iii) Intervalo de Riego

Los trabajos de riego serán llevados a cabo por rotación sobre la base del plan de finca. El intervalo de riego es efectuada por la capacidad de permeabilidad de los suelos. Como se dijo, el tipo de suelo en el área es margoso, y la capacidad de permeabilidad es suficiente para lo que requiere el cultivo. Por lo tanto, el intervalo de riego es aplicado en 5 días considerando la descarga por día y la práctica aplicada en proyectos aledaños. La descarga de riego es ajustada al tiempo de operación durante el período pico.

(2) Métodos de Distribución del Agua de Riego

Existen dos métodos para suministro de agua de riego hasta el final de la finca. Uno es directamente suministrado al agricultor; el otro es suministro indirecto usando las facilidades de almacenamiento (estanques). Las características principales se describen a continuación:

Item	Método de suministro directo	Método de suministro indirecto
Construcción del sistema	El agua de riego es transportada a cada finca o bloque de riego directamente a través de tuberías de las facilidades de pozos. La aplicación del sistema de aspersores como método de riego, requiere una altura alrededor de 3.0kg/cm ³	Igual que el método directo, la facilidad de pozo es conectada al estanque por uso de tuberías. El agua es almacenada en el estanque por bloques para un tiempo, el agua almacenada es dirigida a las fincas de pequeños productores mediante bombas. La operación entre la facilidad de pozo y bloques de riego no está conectado debido a la provisión del estanque, el sistema tiene función flexible durante el período diario y de emergencia
Facilidad y equipo requerido	- Facilidad de pozo como recurso de agua - Tubería para red de riego - - - - - Juego de aspersores incluyendo hidrante	- Facilidad de pozo como recurso de agua - Tubería para red de riego - Estanque - Pequeña bomba - Juego de aspersores
Manejo de riego	Control de descarga por bloque de riego a través de válvula. La descarga en finca es puntual con un nivel de agua estático, por lo que se necesita un ajuste en el volumen de agua eficiente	En el sistema de riego puede ser posible y flexible ajustando la capacidad del estanque
Costo de construcción	El costo de construcción de algunas facilidades será más bajo que el método de suministro indirecto	Puesto que la facilidad de almacenaje y pequeña bomba son necesarias por bloques de riego, el costo de construcción es más alto que el método de suministro directo
Operación y mantenimiento		El costo de operación por diesel afecta la vida de los agricultores debido al suministro de bomba por bloques. Es imposible suministrar el agua a la finca en el caso de daño de la bomba para el estanque

Considerando los períodos extraordinarios y de mantenimiento, el método indirecto será aplicado desde el punto de vista de manejo agrícola, no obstante, este método requiere un costo de construcción más elevado que el sistema directo por la introducción del set de estanque y pequeña bomba requerido por bloque. Además, debido al plan como proyecto modelo de formulación aplicando el arriendo de tierras, ocurrirá que un lote de propiedad

como facilidad de almacenamiento serán concentradas en las fincas privadas en el caso de la aplicación del método indirecto. Además, las restricciones en el costo de construcción serán necesarias para la extensión del proyecto a otras áreas. En lo concerniente a los períodos extraordinarios como accidentes es estimado un día para los trabajos de rehabilitación de la tubería debido al poco caudal conducido.

De los métodos de suministro para el proyecto modelo aplica el sistema directo

2.4.2 Requerimiento de Agua

(1) Evapotranspiración (Eto)

La evapotranspiración es estimada como sigue usando el método de Penman igual que el caso en el área de Telica. Los detalles de cálculo son mostrados en la Tabla H.2.4.1.

Evapotranspiración										Unidad: mm/día		
Item	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Eto	5.65	7.08	7.35	6.76	5.47	4.85	5.33	5.15	4.46	4.35	4.36	4.82

(2) Requerimiento Unitario de Agua

Basado en los métodos de riego, el requerimiento unitario de agua es estimado bajo las siguientes condiciones:

Item	Esquema para agua superficial
Eto	Valor estimado arriba
Precipitación	La precipitación con probabilidad de 5 años es conseguida procesando los datos de lluvia de la estación climatológica de León
Cultivo propuesto	El patrón de cultivo propuesto se muestra en el Informe Principal
Patrón de cultivo	Igual
Eficiencia de riego	Eficiencia de conducción (Ec): 90% (tubería) Eficiencia de aplicación (Ea): 85% (riego por aspersor) Eficiencia de riego (Ep): 76.5%

De acuerdo con el cultivo propuesto y patrón de cultivo, el requerimiento unitario de agua por mes es calculado por cultivo con las condiciones arriba señaladas, como se muestra en la Tabla H.2.4.2,3.

El requerimiento de agua mensual se sumaria como sigue:

Requerimiento Unitario de Agua Mensual										Unidad: m ³ /s/ha		
Item	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Requerimiento de agua	0.50	0.98	0.91	1.05	0.05	0.06	0.30	0.28	0.00	0.00	0.22	0.23

2.4.3 Criterio de Diseño

Los criterios de diseño para el área de El Espino es básicamente igual que el caso del área de Telica.

2.5 Plan de Desarrollo de Riego

2.5.1 Plan de Toma de Agua

(1) Método de Uso de Pozo

Como se mencionó en el numeral 2.3, Potencial Agrícola en el Area de Estudio, el recurso principal de agua aplicado es el agua subterránea. Es posible instalar 8 pozos en el Area de Estudio y las facilidades de pozos se consideran tomando en consideración lo siguiente:

- No hay interferencia entre pozos, el intervalo seguro entre pozos es 500m como mínimo.
- No tiene influencia sobre los pozos poco profundo para agua potable de cada casa, los nuevos pozos serán separados 500m como mínimo de estos pozos.
- El nuevo pozo será instalado en la zona donde hay muchas fincas cultivables por la condición de clasificación de la tierra.
- Tomar en cuenta la instalación de los nuevos pozos de riego fuera del Area, en el futuro, la posición del nuevo pozo en esta Area será seleccionada.
- La ubicación del pozo capaz para irrigar la tierra de los productores de un caserío, se seleccionará tomando en cuenta una operación y manejo fácil.

Las facilidades de pozos se muestran en la Fig. H.2.3.1.

(2) Area Irrigable por Etapa

Como se mencionó anteriormente, la capacidad de pozo es estimada en 369 l/s por el total de los ocho pozos sobre la base de las pruebas de bombeo realizadas. El tamaño del área irrigable es dividido en dos etapas de desarrollo del proyecto modelo, en la etapa 1 principal será 2.5Mz (1.75ha) por cabeza de agricultores, y en la etapa 2 se decide de acuerdo con los aspectos de recurso de agua en el Area de Estudio y habilidades de los agricultores. Los pozos requeridos y la posibilidad del área de riego en la etapa 1 y 2 son estimados en la tabla basado en el plan de manejo de finca.

Item	Etapa 1		Etapa 2	
Caudal	53 l/s	42 l/s	53 l/s	42 l/s
No. de pozo	2	0	3	5
Area irrigable/pozo	*52.5Mz (36.8ha)	- (-)	56.61Mz (39.6ha)	38.58Mz (27.0ha)
Area total de riego	105.0Mz (73.5ha)		362.63Mz (253.8ha)	
No. de beneficiarios	*43	14	27	30
Total	(57)		(57)	

Un pozo de 53 l/s pueden abarcar a 44 beneficiarios en la etapa 1 desde el punto de vista potencial, pero el pozo considera 43 beneficiarios en la etapa, aunque en esta etapa se considera el pozo para 14 cabezas de familia de agricultores.

Los detalles de cálculo se muestran en la Tabla H.2.5.1.

(3) Facilidades de Pozos

1) Tipo de Bombas

Existen dos tipos de bombas, sumergibles y de turbina multifase vertical, según la profundidad del pozo. Generalmente, el primero tiene características de bajo costo de equipo/instalación y fácil mantenimiento, y el segundo tiene características opuestas de bomba sumergible. Con respecto a la fuente de energía de la bomba, la bomba sumergible es adoptada solamente por el suministro de energía, la bomba de turbina multifase vertical es utilizada para ambas fuentes de energía, motor eléctrico y motor mecánico. La bomba de turbina multifase vertical es distribuida en Nicaragua, y el costo del equipo es más barato que en otros países. Por lo tanto, la bomba de turbina multifase vertical será aplicada en este plan considerando los aspectos de O/M.

2) Altura Total de la Bomba

La altura total de la bomba consiste en la altura actual entre el nivel de agua dinámico y la altura del terreno, la altura requerida para los aspersores y la pérdida de carga en la tubería. La altura total de la bomba comprende la altura de la bomba actual (50%), altura requerida del sistema (30%) y pérdida de carga (20%). Por lo tanto, la altura total de la bomba de los ocho pozos es estimada de 100 a 130m para el caso de pozos en la etapa 1.

3) Fuente de Energía de la Bomba

La fuente de energía adoptado para la bomba es el motor mecánico diesel semejante al del área de Telica. Entre el motor y la bomba existe una transmisión con un engranaje que sirve para disminuir la pérdida en la energía de transmisión.

4) Casa de Bombas

Para proteger tanto el motor como la bomba y los repuestos, la casa de bomba será provista en cada pozo. Las dimensiones son, espacio horizontal de 3.0 x 3.0m considerando el espacio para operación, con una altura de 2.5m. El techo será tipo asbesto.

5) Método de Control de Bomba

El método que se aplicará es el que suple directamente el agua presionada por la bomba a los aspersores localizado en la finca. Una bomba con paro y encendido automático sería conveniente de acuerdo con la cantidad de uso, pero su operación y mantenimiento se complicaría por su tecnología avanzada. También otra alternativa sería un tanque elevado, aunque su costo es alto.

Dadas las razones anteriores, el control manual será adoptado; al iniciar el riego el operador encenderá el motor para elevar el agua y cuando el riego finalice el motor será apagado diariamente. Se ejecutará por este método de suministro de agua programado aunque en la actualidad existe el inconveniente de variaciones en la cantidad del agua utilizada y en la movilización de los aspersores o la topografía.

El manómetro puede ser instalado en la tubería de descarga por pozo para realizar la medición del flujo y regular la presión.

Los siguientes métodos pueden ser adoptados en el Area de Estudio:

- La asociación de riego puede elaborar un programa de riego semanal, ajustado a los cultivos que deciden la duración de operación de la bomba. Este programa será elaborado por el operador de control y serán elaborados no solamente el programa de esa semana sino también el programa para la semana siguiente y las horas de riego estimada. Este programa será entregado a los operadores y agricultores relacionados.
- Los trabajos que realizará el operador de la bomba y el riego que le corresponde a los agricultores serán desarrollados basado en este programa.
- El operador de bomba siempre verificará la operación del riego durante la movilización de los aspersores.
- El operador puede hacer rondas de visitas por todas las parcelas en caso de que existan problemas de flujo y de presión, y sancionará a los agricultores que no cumplan con el programa.
- Un flujo bajo puede ser balanceado controlando la cantidad de revoluciones.
- La válvula reguladora de presión evita una alta presión en la tubería, pero en el caso de uso prolongado, la bomba y el motor pueden sufrir daños.

Basado en estos puntos, se afirma que el trabajo de los agricultores no será pesado, aunque el operador de la bomba trabajará durante toda la operación del sistema.

6) Especificación de la Bomba

Tomando en consideración lo dicho anteriormente, la bomba para el pozo se describe en la Tabla H.2.5.2, y la capacidad de la bomba se calcula usando la fórmula (5.1.2).

2.5.2 Plan de la Red del Sistema de Riego

La superficie del terreno es muy irregular y varía entre 2 a 10m, factor que hay que considerar para la ubicación de los pozos. Por consiguiente, la red del sistema de riego es regida por un sistema director que controlará la operación desde los pozos hasta las tuberías que conducen el agua hasta el final de las fincas.

(1) Métodos de la Red por Etapas

1) Métodos de la Red para la Etapa 1

La directriz de la etapa 1 del plan de desarrollo propuesto es reducir el costo de construcción. La red del sistema de riego que es tipo ramal teniendo como centro las facilidades de pozos, puede ser establecido por pozos instalados en las tierras altas, de calidad, en el Area de Estudio. El bloque de riego se determinará por el cambio de información de la tecnología agrícola y reducción de la longitud de tubería. La etapa 1 se muestra en la Fig. H.2.5.1, y el diagrama esquemático para el sistema se muestra en la Fig. H.2.5.2. El cálculo hidráulico por pozo se muestra en la Tabla H.2.5.3. La longitud de la tubería es estimada en 5.8km desde el

pozo hasta el final de la finca. Además, la capacidad del sistema por bloques de irrigación se describe en el numeral 2.5.3.

2) Métodos de la Red en la Etapa 2

Las actividades agrícolas por cabeza de familia serán realizados por el dueño de la finca en la etapa 2. Básicamente, los métodos de la red en la etapa 2, principalmente depende de la etapa 1. De acuerdo a la clasificación de la tenencia de la tierra en el Area de Estudio y el tamaño de finca, es difícil decidir el área irrigable para el plan de la etapa 2, porque hay que tomar en cuenta la intención del agricultor. Por consiguiente, en la etapa 2, la longitud de la tubería para los ocho pozos es estimada en 31km aproximados sobre la base de la etapa 1. Además, considerando el costo de construcción de la etapa 2, la relación entre la cantidad de cabezas de familia y las facilidades de pozo es propuesta, tal como se muestra en la Fig. H.2.5.4, desde el punto de vista de reducir el costo de construcción.

(2) Métodos Estructurales

1) Tubería

El tipo de tubería aplicado será tubería de PVC de acuerdo con el diseño de presión menor de 10 kg/cm². La tubería principal será instalada bajo tierra en instalación profunda de 1.0m en la finca y camino, considerando el paso de camiones y tractores. Además, la arena será utilizada como fundación de las tuberías.

2) Facilidades Adicionales

En el orden de establecer la red del sistema de riego, también serán instaladas facilidades adicionales para el control y manejo. Las facilidades adicionales son enumeradas a continuación:

Item	Descripción
Válvula hidrante	La válvula hidrante será instalada en cada bloque de riego, el espacio entre hidrantes principales será de 18m. - Diámetro: 75mm (considerando el movimiento de la tubería de aluminio)
Válvula de control	La válvula de control será provista para el mantenimiento periódico y período de emergencia. Concerniente al punto de instalación es enumerado puntos de vuelta de la tubería de acuerdo con los bloques de riego
Válvula de aire	La válvula de aire principal será instalada en el punto de curva vertical (convexo) del sistema de tubería. - Tipo de válvula de aire: tipo simple - Diámetro: 25mm
Válvula de expulsión	Para drenar la arena depositada uniformemente dentro de la tubería, la válvula de expulsión será provista en el punto de curva vertical (depresión) en el sistema de tubería - Diámetro: 50mm
Equipo de medición	Equipos para medición de caudal y presión serán provistos en la facilidades de pozos para el manejo de riego

La profundidad de instalación de las facilidades adicionales en principal obedecerá a la profundidad de la tubería. El cajón para protección de los equipos será instalado para realizar una fácil operación y manejo.

2.5.3 Plan del Sistema de Aspersores hasta el Final de la Finca

Basado en la directriz del desarrollo, el sistema de riego por aspersores será principalmente aplicado para los trabajos de riego en ambas etapas.

(1) Instalación del Sistema de Aspersores

El potencial de los pozos será efectivo según la capacidad del sistema hasta el final de las fincas a través de las facilidades y la utilización al máximo del recurso agua, de acuerdo con el propósito (directriz) de las etapas.

Además, puesto que los siguientes equipos para el sistema de aspersores es usualmente utilizado en la República de Nicaragua, el sistema en este plan aplicará los siguientes equipos considerando los aspectos de operación y mantenimiento.

Item	Material	Especificación	Observación
Altura aspersor	Hierro fundido	Producto ---#30	
Tubería de transmisión	Aluminio	Diámetro: 75mm Longitud: 6.0m	Disponibilidad de tubos de 100 baras (83.8m)

1) Directriz de la Etapa 1

El tamaño del área irrigable en la etapa 1 es decidida en 2.5 Mz (1.75ha) por cabeza de familia de agricultor; es necesario asignar un número máximo de fincas por cada pozo en el orden del costo de construcción de las facilidades de pozos. El sistema en cada bloque requiere de un mínimo de capacidad financiera por el costo de instalación del pozo.

2) Directriz de la Etapa 2

El propósito de esta etapa es incrementar la agro-producción de los dueños de fincas. Ocho pozos pueden ser instalados tomando en cuenta las condiciones naturales; es imposible irrigar toda la tierra arable en el Area de Estudio como se mencionó en el numeral 2.3, Potencial Agrícola en el Area de Estudio. El tamaño de la finca por cabeza de familia es variado desde menor de 3 hasta 100 Mz, especialmente, las tierras menores de 5 Mz representan el 5% del Area de Estudio, tierras de 5 a 100 Mz de tamaño representan el 90%. Basado en la anterior condición social, el plan en esta etapa es establecer una distribución equitativa de agua de riego proporcional al tamaño de la finca. Además, el potencial de pozo en el Area de Estudio variará de acuerdo con las condiciones topológicas como son la profundidad del acuífero. Igual que el caso de la etapa 1, la red del sistema de riego es organizado por cada pozo, así que la organización de riego será establecida para controlar un manejo equitativo dentro del área de riego entre las organizaciones por pozos.

(2) Sistema de Aspersores Adecuado por Etapas

El costo de instalación del sistema de aspersores variará dependiendo de la disposición del sistema y la forma de la finca.

La consideración básica del sistema se describe como sigue:

Item	Descripción	Observación
Intervalo de riego	5 Días	
Horas de operación	20 horas	
Intensidad de riego	Menos de 10mm	

1) Sistema en Etapa 1

El área irrigable es de 2.5 Mz de tamaño por finca de agricultor, el gasto económico de los aspersores puede establecerse por ajuste de las dimensiones de longitud y ancho de la finca. Puesto que la longitud de la tubería de aluminio para ser movilizada es de 6.0m, la longitud entre aspersores y longitud lateral entre hidrantes puede emplearse tres tipos, 12m x 12m (caso 1), 12m x 18m (caso 2) y 18m x 18m (caso 3). Por otra parte, el costo del sistema consiste del costo de ambas operaciones, movilización de tuberías e instalación, que son tuberías de aluminio, juego de aspersores e hidrantes. Además, la facilidad de riego será provista por un estudio de monitoreo en esta fase, esta facilidad abarca 14 agricultores. Puesto que esta facilidad puede ser utilizada después del estudio de monitoreo, esta facilidad abarca agricultores adicionales, sumando un número de 43 para la etapa 1.

Los resultados del análisis y los detalles se muestran en las Tablas H.2.5.5 y 6. Basado en los resultados del caso 1, en el caso de reducir la longitud entre el juego de aspersores, las horas de operación para los laterales es menor, con un incremento en las horas de operación. El aspersor es requerido por su gran capacidad, en la que la intensidad de riego será incrementada proporcionalmente a la capacidad. Por lo tanto, un radio menor que 1:0.4 entre las longitudes son disponibles en el caso 1 debido a la gran intensidad de riego. Con respecto a los casos 2 y 3, el espacio lateral es de igual longitud (18), la hora de riego e intervalo de operación son iguales también. La capacidad del sistema depende de la diferencia de espacio entre el juego de aspersores. Por lo tanto, en los casos 2 y 3 se dispone de 1:0.3 a 0.85. Los detalles se muestran en la Tabla H.2.5.6.

Con respecto a la condición económica del sistema, la capacidad del sistema estará restringido por la capacidad mínima, en el orden de suprimir el costo de construcción de pozos. Basado en los resultados, se aplicará 1:0.75 en el caso 2 en esta etapa. Los detalles de cálculo se muestran en la Tabla H.2.5.5, y la dimensión del sistema se muestra en la Fig. H.2.5.5. Un bloque de riego se establece con dos cabezas de familia de agricultores considerando la rotación por bloque.

Además, la facilidad del pozo para abarcar 43 agricultor necesita de dos juegos de 53 l/s de capacidad.

2) Sistema en Etapa 2

La cantidad del recurso de agua es estimado con un potencial de 369 l/s, producto del pozo de 42 l/s (5 sets) y 53 l/s (3 sets). El tamaño del área irrigable variable por agricultores va de acuerdo con el potencial del pozo. Este aspecto ocasionará ciertos inconvenientes porque estará determinado por el potencial del pozo. Por consiguiente, el sistema de la etapa 2, principalmente será establecido en escala equitativa de la facilidad de riego y tamaño de la finca con el suministro de un volumen equitativo de agua de riego. Con respecto a la disposición de los bloques de riego, puesto que el tamaño del área irrigable será extendido comparándola con la etapa 1 (2.5 Mz), cada finca será asignada a un bloque de riego considerando el tamaño de la etapa 1. Además, el número de agricultores asignado a un pozo no será mayor de 6 y 9 por potencial de pozo, según sea de 42 y 53 l/s, respectivamente, como se muestra en la Tabla H.2.5.2.

El sistema por aspersores será considerado en los métodos de la etapa 1 por ser un sistema económico para los agricultores. El resultado del cálculo se muestra en las Tablas H.2.5.7. y 8. En el sistema de 12m x 12m (caso 1) en la capacidad del pozo, el espacio lateral de 12m es también menor por el tamaño del área irrigable, y el intervalo de hora de operación es menor que 4.5 debido a que es conveniente que sea mayor que 4 tiempos. Puesto que la intensidad de riego es calculada para el requerimiento total de agua/hora de operación, el valor admisible de la intensidad de riego en demasía de 10mm en hora de operación es menor que 4.5. Por lo tanto, el sistema del caso 1 no es apropiado.

Como se mencionó en la etapa 1, el sistema de 12m x 18m (caso 2) y 18m x 18m (caso 3), requieren de iguales condiciones (hora de operación e intervalo de operación) debido al igual espaciamiento lateral. También, la capacidad del sistema es efectiva por el número de juegos de aspersores por la extensión de la finca, será necesario restringir a la capacidad mínima del sistema requerido para establecer una asignación máxima de agricultores por pozo. Para el pozo de 53 l/s, el caso 2 está disponible para 1:0.55 a 0.65 con relación a la capacidad del sistema y cobertura de las fincas de agricultores. En el caso 3, el sistema de 1:0.30 y 0.35 es disponible como en el caso 2. Por otra parte, para el pozo de 42 l/s, los casos 2 y 3 son disponibles en 1:0.40 a 0.65. Los detalles se muestran en la Tabla H.2.5.8.

Con respecto a la selección de la parte económica del sistema, el costo de instalación tiene que ver con la extensión de la tubería igual que en el caso 1; el sistema de 1:0.65 será aplicado considerando la disposición del sistema entre los pozos de 43 y 53 l/s. Los detalles de cálculo se presentan en la Tabla H.2.5.7 y las dimensiones del sistema se muestran en la Fig. H.2.5.6.

Además, en el sistema en la etapa 2 no se generará la fricción social entre los productores de la comunidad, puesto que la diferencia de tamaño del área irrigable por pozo es evaluada para un tamaño pequeño de 0.43 Mz (0.3ha), desde el punto de vista de la escala de las facilidades.

2.5.4 Sumario de Facilidades

Las facilidades de riego por etapas son tabuladas como sigue:

Categoría	Item	Etapas 1	Etapas 2	Observación
Facilidades de pozos	No. de pozo	3 pozos (uno existente)	8 pozos (3 existentes)	
	Tipo de bomba	Bomba de turbina multifase vertical	Igual que etapa 1	
	Casa de bomba	3.0 (B) x 3.0 (W) x 2.5 (H)	Igual que etapa 1	
	Tipo de estructura	Tipo asbesto	Igual que etapa 1	
Red de sistema de riego	Distancia de tubería	Aprox. 5.8km/2 facilidades	Aprox. 31.0km/8 facilidades	
	Tipo de tubo	Tubo PVC	Tubo PVC	
	Diámetro de tubería	200 a 750mm	Igual que etapa 1	
	Accesorios	Válvula de control: 33 Válvula de aire: 12 Válvula de expulsión: 12 Hidrante: 33	Válvula de control: aprox.180 Válvula de aire: aprox.70 Válvula de expulsión: aprox.70 Hidrante: aprox.57	
Sistema para finca	Area por Bloque	5.00Mz/2 agricultores	6.43Mz/ agricultor 6.00Mz/agricultor	Pozo 42 l/s Pozo 53 l/s
	Dimensión del bloque	- 196m x 180m	250m x 180m 240m x 180m	Pozo 42 l/s Pozo 53 l/s
	Espaciamiento entre aspersores	12.0m x 12.0m	12.0m x 12.0m	
	Longitud de tubería	96.0m	120m	
	No. de aspersores	8 juegos	10 juegos	

2.6 Plan de Operación y Mantenimiento para las Facilidades de Riego

(1) Operación y Mantenimiento de Agua de Riego

La sección de control de agua será establecida por la asociación de campesinos para fortalecer el plan de operación y mantenimiento de las facilidades de riego.

El método de administración se detalla en el numeral 3.9.2 (3), Operación y Mantenimiento de Agua de Riego. La asociación necesita una oficina, salón de conferencia y cocina; un área de servicio de 80m², además de un pozo profundo. Será construido dentro del plan de la asociación.

Con respecto al esquema de la asociación referirse al numeral 3.9.3, Estructura de la Asociación.

(1) Control de Agua

1) Bombas y Pozos

El método de operación y mantenimiento para cada planta de bombeo es como sigue:

- La sección de control de agua de la asociación de campesinos elaborará un programa mensual para la operación de las bombas basado en el plan de cultivo presentado por cada productor; el programa mensual será suministrado al operador de la bomba y a los productores interesados.
- Los productores ejecutarán el riego de acuerdo con el programa de bombeo del operador y también acorde a su asignación.
- El operador de bomba supervisará uno por uno el área de riego, y en el caso igual que los productores no respeten en su totalidad el establecimiento del programa, podrá sancionar. El control del flujo (regulación y presión) se ejecutará cuando el uso de agua sea mínimo.
- Bombas y motores serán diariamente chequeados antes de la operación del sistema y un mantenimiento anual será realizado por una firma especializada.
- Los pozos generalmente no necesitan una revisión periódica, no obstante, serán chequeados en caso de que el volumen de agua extraído sea menor que el esperado.

2) Instalación de Suministro de Agua

Un miembro de los usuarios del agua supervisará de tiempo en tiempo para verificar las tuberías y válvulas. En caso de pérdida de agua, la reparación será realizada inmediatamente por cierre de paso del agua mediante el cierre de la válvula de control o paro de la bomba.

3) Instalación de Aspersores

El dueño oficial de los aspersores será la Asociación de Regantes, no obstante, siempre serán usados para los agricultores; la verificación y chequeo será realizado por los usuarios y las reparaciones serán ejecutadas por la asociación bajo el requerimiento de los agricultores. Los daños más comunes del sistema es el desgaste del stop de la junta de goma en la tubería de aluminio, que indica la necesidad de un mantenimiento.

(2) Trabajo de Riego

Cada agricultor debe desarrollar el trabajo de riego previamente planeado. El área de influencia (tierra agrícola) será básicamente decidido por la capacidad de un juego de riego. El productor no sobrepasará el área establecida.

El agua de riego será regulada en el orden de reducir las horas de riego en período de bajo requerimiento de agua. La asociación de regantes establecerá tiempo de regadío por aspersores y la referencia de requerimiento de riego será elaborado en un manual.

(3) Equipo Necesario

El equipo necesario para el control de agua es el siguiente:

Equipo Necesario por los Usuarios del Riego

Nombre equipo	Especificación	Cantidad	Propósito de uso
Camioneta	2 ton, 4WD	1	Visita de sitio, supervisión y reparación

(4) Costo de Operación y Mantenimiento

1) Operación Anual y Costo de Mantenimiento

El costo de O/M consiste en el costo de operación, costo de renovación de las facilidades y costo laboral. El costo de renovación de las facilidades es estimado por los costos de construcción considerando el tiempo de depreciación por categorías. El costo laboral de las actividades de la asociación es estimado basado en el diagrama esquemático de la asociación. El monto del costo de operación mensual depende del resultado de las actividades que se ejecuten en las fincas de los agricultores, también que continúa el proyecto es ejecutado mucho también. Por lo tanto, el costo de operación anual es calculado basado en el requerimiento de agua mensual, como se muestra en la Tabla H.2.6.1.

El costo anual de los usuarios del riego se describen a continuación:

Item	Costo anual	
	Etapas 1	Etapas 2
Costo laboral	4.0	4.0
Costo de operación	52.0	136.1
Costo de renovación de facilidades	25.4	89.6
Total	81.4	229.7

2) Pago de los Agricultores y Método de colección

El costo mencionado anteriormente será cargado a los agricultores beneficiarios, de acuerdo con la extensión de la tierra. El costo por unidad de superficie será de US\$760/Mz y US\$647/Mz, en las etapas 1 y 2, respectivamente. El pago se realizará como sigue: después de la cosecha, el producto será comercializado a través de la asociación, donde el costo de riego será directamente reducido de los ingresos y el restante corresponderá a los agricultores.

PLANO de El Espino 8=1:2,000

