REPUBLICA DE COLOMBIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL PROYECTO GLOBAL DE IRRIGACION EN PEQUEÑA ESCALA EN LADERA

VOLUMEN II

RESUMEN

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

MARZO DE 1987

REPUBLICA DE COLOMBIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL PROYECTO GLOBAL DE IRRIGACION EN PEQUEÑA ESCALA EN LADERA

VOLUMEN II

RESUMEN

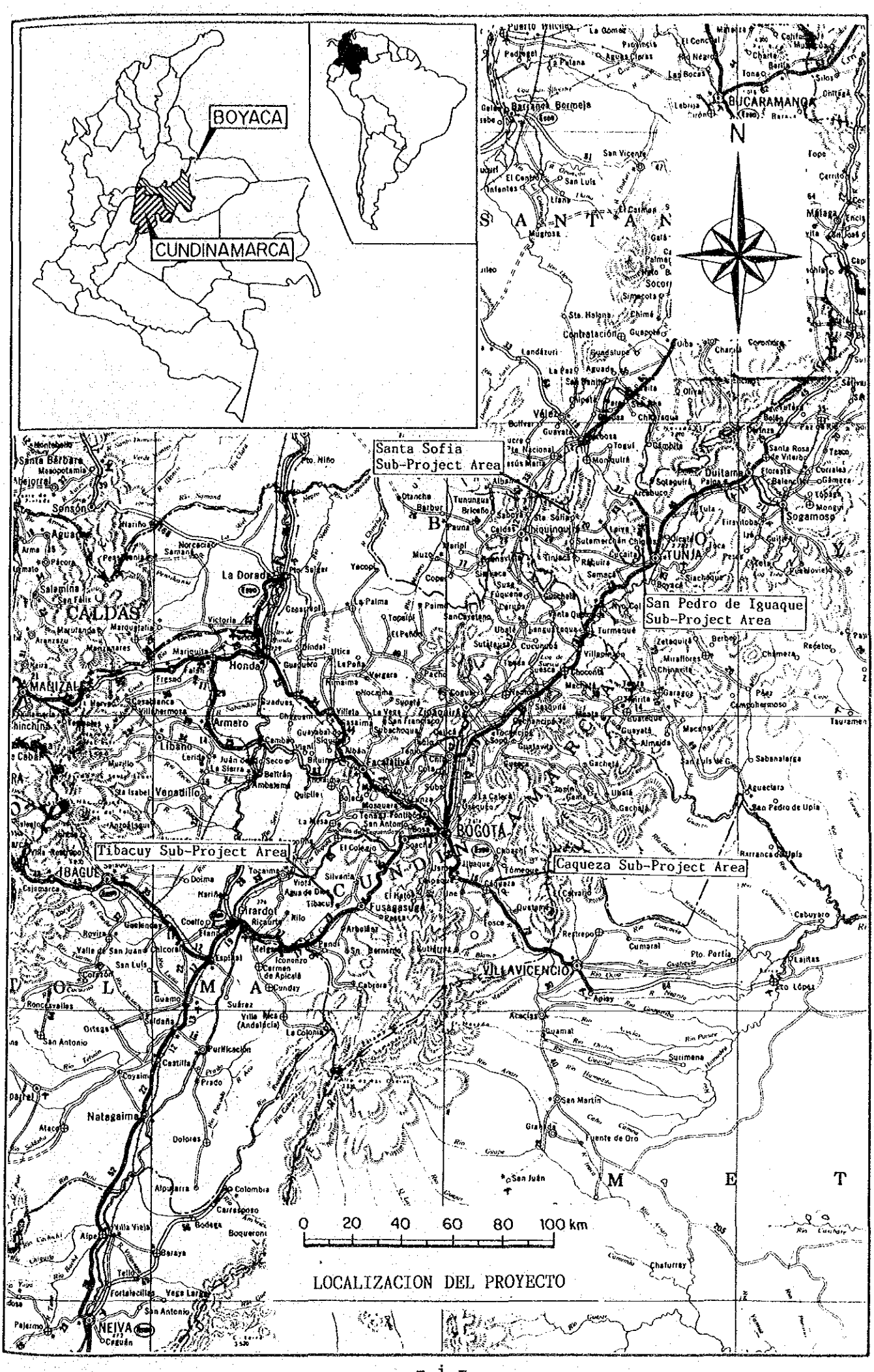
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

MARZO DE 1987

I N D I C E

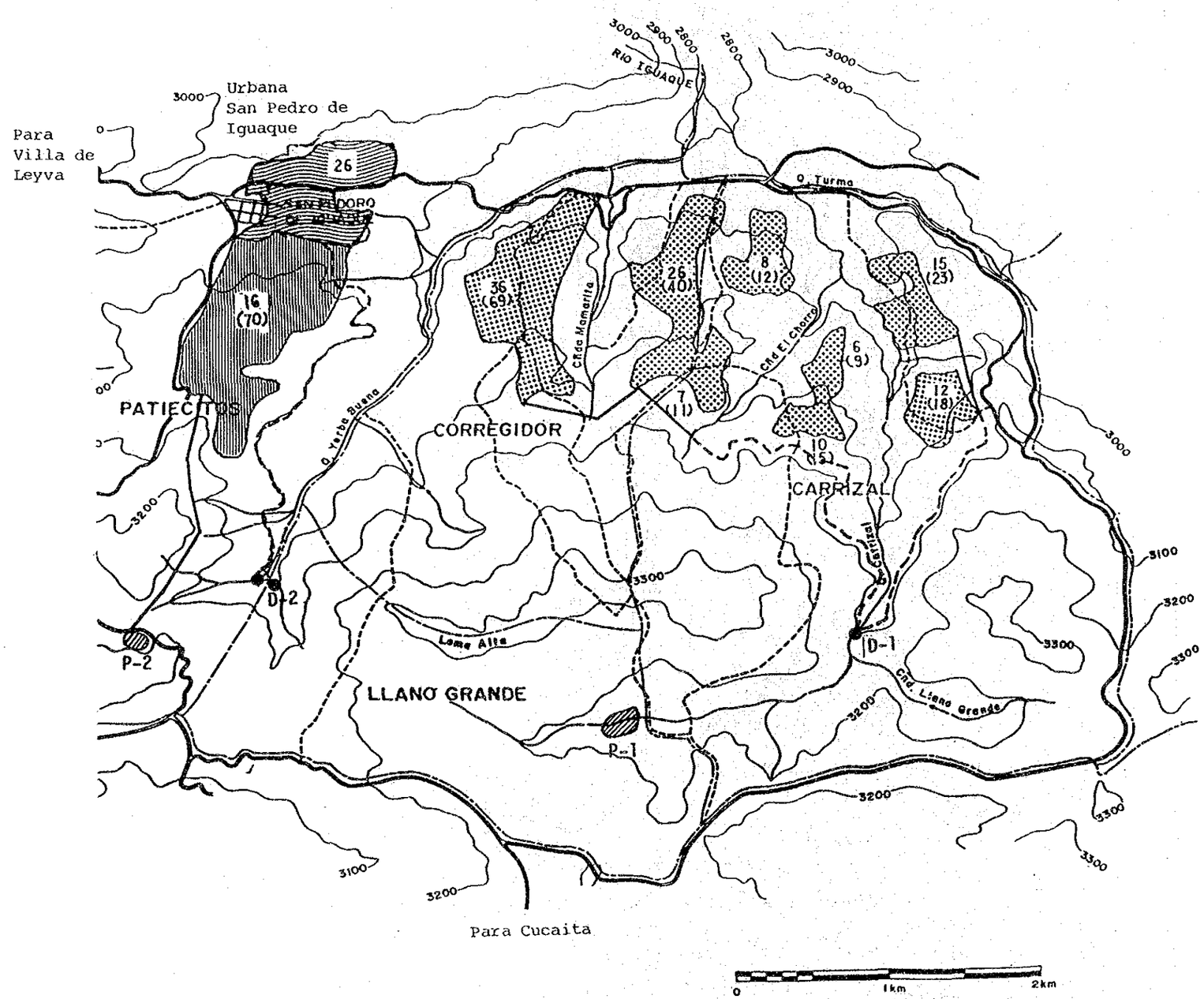
INCICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS



LOCALIZACION DEL PROYECTO

PLANO GENERAL: SAN PEDRO DE IGUAQUE

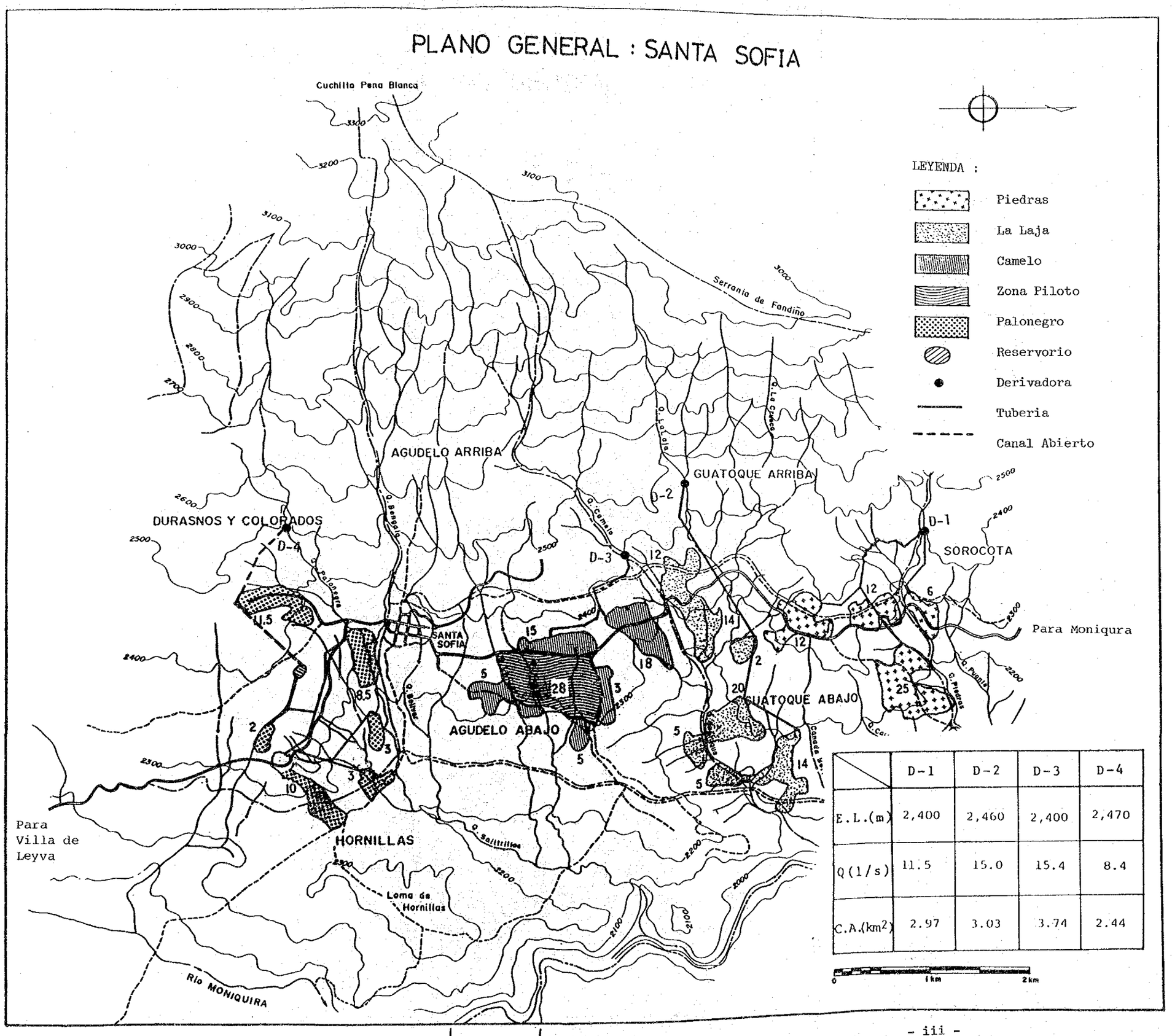


LEYENDA :

- Zona Piloto
- Yerbabuena (Reservorio)
- Carrizal
- Reservorio
- Derivadora
- ( ) Area Total (ha.)
- Tuberia
- Canal Abierto

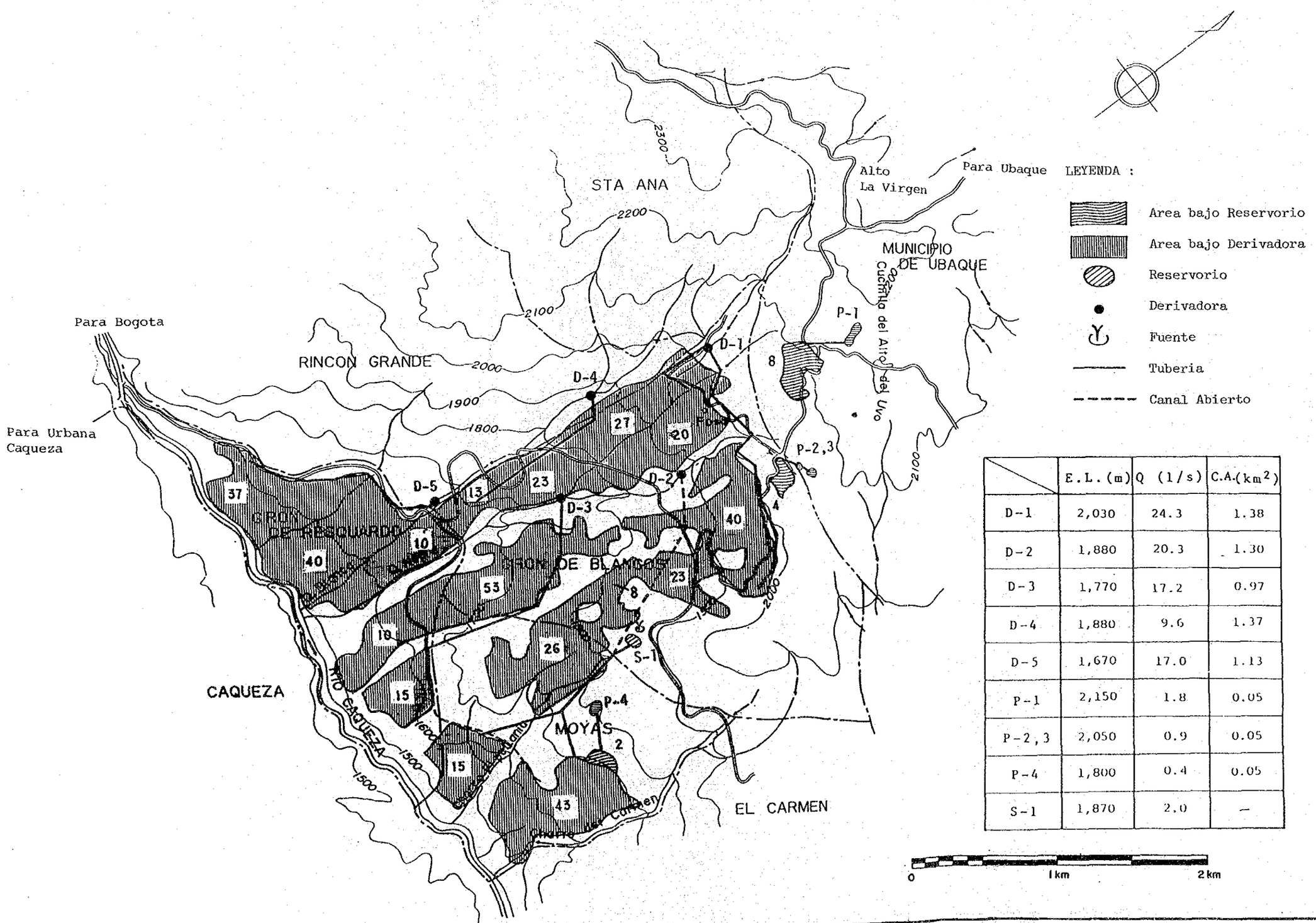
	D-1	D-2	P-1	P-2
E.L.(m)	3,100	2,987	3,160	3,170
Q (l/s)	24.5	5.3	—	3.3
C.A.(km^2)	2.50	2.34	3.10	0.60

PLANO GENERAL : SANTA SOFIA



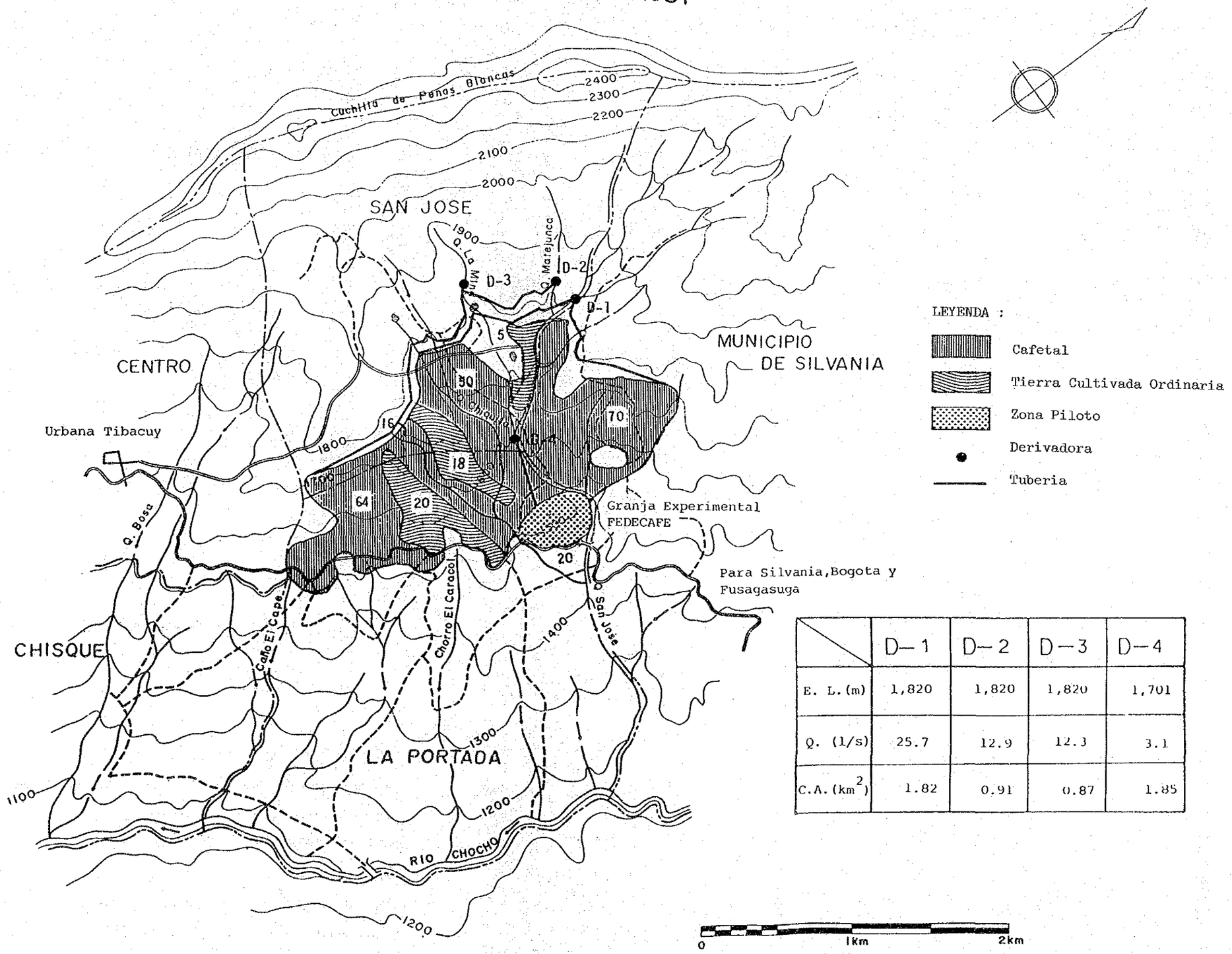
	D-1	D-2	D-3	D-4
E.L.(m)	2,400	2,460	2,400	2,470
Q(l/s)	11.5	15.0	15.4	8.4
C.A.(km²)	2.97	3.03	3.74	2.44

PLANO GENERAL : CAQUEZA



	E.L. (m)	Q (l/s)	C.A. (km^2)
D-1	2,030	24.3	1.38
D-2	1,880	20.3	1.30
D-3	1,770	17.2	0.97
D-4	1,880	9.6	1.37
D-5	1,670	17.0	1.13
P-1	2,150	1.8	0.05
P-2,3	2,050	0.9	0.05
P-4	1,800	0.4	0.05
S-1	1,870	2.0	—

PLANO GENERAL : TIBACUY



	D—1	D—2	D—3	D—4
E. L. (m)	1,820	1,820	1,820	1,701
Q. (l/s)	25.7	12.9	12.3	3.1
C.A. (km^2)	1.82	0.91	0.87	1.85

1 INTRODUCCION

1.1 Localización y extensión del proyecto

El área del proyecto se divide en cuatro sub-proyectos, y sus localizaciones y extensiones destinadas para el uso de la tierra son como sigue:

Unidad: ha.

Area del Sub-proyecto	Localización	Extensión de la tierra cultivada	Extensión del Cafetal	Otros	Total
San Pedro de Iguaque	Chíquiza, Depto. de Boyacá	1,184	-	2,506	3,690
Santa Sofía	Santa Sofía, Depto. de Boyacá	360	-	3,520	3,880
Cáqueza	Cáqueza, Depto. de C/marca	589	-	561	1,150
Tibacuy	Tibacuy, Depto. de C/marca	43	304	888	1,235
Total		2,176	304	7,475	9,955

1.2 Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es mejorar el nivel de vida de los minifundios y los pequeños propietarios en las áreas de los sub-proyectos y establecer una economía regional, mediante la instalación de las facilidades de riego en las áreas de los sub-proyectos que fueron elegidos para el área del proyecto de riego en ladera del Gobierno de Colombia, cuyas cuatro áreas de los sub-proyectos son: San Pedro de Iguaque, Santa Sofía, Cáqueza y Tibacuy.

2. PROBLEMAS Y NECESIDADES DE LAS AREAS DE LOS SUB-PROYECTOS

En las áreas de los sub-proyectos actualmente los tipos de cultivos están de acuerdo con la situación geográfica. (En San Pedro de Iguaque, pápa; en Santa Sofía, curuba; en Cáqueza, tomate y cebolla. y en Tibacuy; café) a parte de los cultivos para el autoconsumo. Sin embargo, los agricultores están obligados a un manejo agrícola inestable, debido a la baja productividad ocasionada por algunas situaciones que se mencionan abajo:

- Su situación en un terreno elevado y frío. El período de crecimiento de los cultivos es largo debido a que el tiempo de sol es relativamente corto.
- Debido a que las épocas de lluvia y de estiaje están determinadas claramente, no pueden crecer los cultivos sin riego en la época seca.
- Por las razones anteriores, se produce el alza de precios de los productos cultivados y se genera un excedente en la mano de obra agrícola.
- Hay muchos minifundios y además ellos no tienen suficientes fondos para el manejo agrícola.
- Se hace difícil la mejora de la eficiencia en el trabajo de campo debido a la condición de ladera.
- Se tiene aprehensión por la erosión de la tierra cultivada.
- A pesar de que se cultiva café en Tibacuy, la economía de la familia campesina es inestable, debido a que su precio es muy fluctuante y no gozan del beneficio de las condiciones naturales en comparación con otras regiones productoras.

Se desea fervorosamente instalar las facilidades de riego que tengan más eficiencia para el mejoramiento de la agricultura en las áreas de los sub-proyectos, bajo estas situaciones.

Mediante la instalación de las facilidades de riego, se hará posible que se cultive en la época seca. Se espera el efecto en aspectos tales como: un excedente por el envío de las mercancías en la temporada de los precios altos, a parte de un aumento en la producción, la producción constante de cultivos y el incremento de la oportunidad de trabajo en la época seca.

Por estas razones, este proyecto deberá realizarse tan pronto como sea posible.

3 PLAN DE DESARROLLO

3.1 Concepto de desarrollo

Para el establecimiento del proyecto, debe darse mayor importancia a los siguientes puntos de acuerdo con el objetivo de este proyecto.

- Proyección del tamaño del proyecto, tan pronto como sea posible.
- Se proyecta reducir el costo de construcción, a través de la utilización de la mano de obra de la familia campesina y el uso de materiales locales para la construcción.
- Se proyecta distribuir el agua para los predios (especialmente para los predios de minifundio) en las áreas de los sub-proyecto lo más posible.
- Para asegurar el agua para la época seca, a pesar de que es favorable la construcción del reservorio, se examinar suficientemente las justificaciones técnicas y económicas debido a que esta zona tiene el límite de la condición topográfica (pendiente abrupta). Además, no se considera utilizar la bomba de carga alta a este proyecto debido a que se aumente el costo de operación y mantenimiento.
- A pesar de que se considra el plan de aprovechamiento de agua del río Palmar como la fuente hídrica del área del sub-proyecto de Cáqueza, se decidió no admitir la como tal en este proyecto debido a que hay un problema ya que está entrabado el derecho de agua existente.

Además, las áreas de los sub-proyectos tienen unas características respectivas y, debido a estas diferencias en cuanto a las sus características habrá una variación en la formulación del proyecto. Por consiguiente, estos sub-proyectos se podrán situar como un plan modelo del Programa de riego en ladera mediante sus características clasificadas como lo mencionan abajo.

Los planes elaborados en este estudio se suministrarán como una guía de dicho programa que se llevará a cabo en un futuro.

(1) San Pedro de Iguaque

- Se encuentra localizada a una alta altitud y en una zona de clima fresco (una parte es frío) por lo que el factor económico de localización es una desventaja.
  (La distancia desde carretera es alejada.)
- La cantidad de agua en la fuente hídrica es pobre. La distancia entre la fuente hídrica y la tierra beneficiada es larga, además la diferencia de cota es poca. Sin embargo, se podrá construir un nuevo reservorio en el sistema hidráulico de Carrizal.

(2) Santa Sofía

- Se encuentra localizada a una alta altitud y en una zona de clima fresco.
- La cantidad de agua en la fuente hídrica es relativamente grande. La distancia entre la fuente hídrica y la tierra beneficiada es corta, además la diferencia de cota es grande. Pero no hay un lugar apropiado para construir el reservorio, excepto en el sistema hidráulico de Palonegro.

(3) Cáqueza

- El clima es templado.
- El tamaño de manejo agrícola de los campesinos es muy pequeño.
  (El promedio de tenencia de tierra es de 1.3 ha/familia.)
- Las épocas de lluvia y de seca occuren una vez al año, y el período de época seca es largo (Característica en la ladera hacia el este de la cordillera oriental de los Andes), además las quebradas se secan en la misma época.

(4) Tibacuy

- El clima es templado.
- En la zona se cultiva principalmente el cultivo de café.

3.1.2 Area del proyecto y extensión irrigable

Se está aprovechando el terreno de aproximadamente 2,500 ha., como la tierra cultivada en las áreas de los sub-proyectos, incluyendo los cafetales.

Por otra parte, debido a que el agua disponible para el riego tiene un límite, no puede suministrarse el agua de riego para todas las tierras cultivadas existentes dentro de su cuenca, según el sistema hidráulico de solo un cauce, y en consecuencia, las premisas para seleccionar el área destinada para el riego son como sigue:

- Será destinado para las tierras cultivadas y los cafetales.
- Se excluye el área en que la tierra cultivada está situada en la parte alta de la fuente hídrica (quebrada) en la cual es difícil de proyectar la instalación de la fuente hídrica, tal como un reservorio para el riego.
- Se excluye el área en donde están dispersas pequeñas zonas de tierra cultivada.(menos de 3 ha.)

Además, respecto a cada área del sub-proyecto se considera lo siguiente:

San Pedro de Iguaque

- La tierra cultivada (704 ha.) situada a una cota de más de 3,100 m.s.n.m. se encuentra localizada en la parte alta de cada quebrada. (Fuente hídrica)

Esta área se excluye debido a que es difícil de proyectar las instalaciones de la fuente hídrica tal como el reservorio, la bomba ,etc.

- El caudal medio en el mes de estíaje de la quebrada Soavita es de 12 l/seg y su caudal lo toma del agua del Chíquiza y Sachica, que es de 11.0 l/seg.
- La tierra cultivada de 120 ha. con el mismo sistema hidráulico se excluye de este proyecto debido a que no hay excedente de agua.
- Debido a que en la parte alta (Cota de más de 3,000 m.s.n.m.) en Patiecitos, es poca el agua que pueda esperar el área, se excluye la tierra cultivada (46 ha.) dentro de la cuenca de la quebrada de Los Robles.
- Por otra parte, la tierra cultivada dispersa (21 ha.) excluye porque es económicamente desventajosa.

Santa Sofía

- La tierra cultivada dispersa (49 ha.) en la meseta de la margen derecha de la quebrada Salitrillos se encuentra situada en la orilla del área del sub-proyecto. (Agudelo Abajo)
- El plan de las instalaciones del reservorio, la bomba, etc. se excluye ya que no es económicamente aconsejable.

Cáqueza

- A pesar de que se encuentra la tierra cultivada (124 ha.) en la cota de más de 2,000 m.s.n.m. de la tierra cultivada (112 ha.) excepto 12 ha. dependen del reservorio, debido a que están situadas en la parte más alta de la quebrada, como fuente hídrica.
- Se encuentra la tierra cultivada (143 ha) cerca al lugar de los chorros en el este del área del sub-proyecto tales como: chorro el Capellanía, chorro el Carmen y chorro Ceai. Los tres chorros

tienen poco caudal y cuenca.

- La tierra cultivada (41 ha.) que está situada hacia el este del chorro el Capellanìa se excluye debido a que no puede utilizarlo por secarse la corriente en la época seca.
- Debido a que no se encuentra el terreno adecuado para instalar el reservorio y , también el caudal es poco en el nacimiento de la quebrada Blanca, la tierra cultivada (19 ha.) se excluye de este proyecto.

Tibacuy

- A pesar de que se encuentra la tierra cultivada (24 ha.) en la cota de más de 1,800 m.s.n.m., se excluye esta área porque la toma del agua no es económicamente rentable.
- Se encuentra un cafetal (70 ha.) en la cuenca de la quebrada Boza, este cafetal se excluye debido a que no hay agua disponible de riego por utilizar el agua de la quebrada para usos varios.

La extensión destinada para el riego se muestra en la tabla 3.1.1.

Tabla 3.1.1. EXTENSION DESTINADA PARA EL RIEGO

Unidad : ha.

Area del sub-proyecto	Superficie cultivada existente	Extensión destinada para riego	Observaciones
San Pedro de Iguaque	1,184	293	
Santa Sofía	360	239	
Cáqueza	589	417	
Tibacuy	347	253	Incluye 210 ha. de cafetales.
Total	2,476	1,202	

Nota: La extensión destinade para riego es la tierra cultivada en la

que se puede conducir el agua por gravedad, pero no se garantiza obtenerlo. (No es la extensión irrigable dediseño. Ver la tabla 3.1.5)

3.1.3 Estudio de alternativas

Para determinar la extensión irrigable en las áreas de los sub-proyectos, se ha hecho un estudio comparativo según cada sistema de riego propuesto, como se menciona:

(1) Norma de selección

Para poder determinar la extensión irrigable basada en el objetivo de este proyecto se ha hecho un examen teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- A pesar de que la eficiencia de la inversión (Beneficio/Costo) es importante, revela el plan que el beneficio llegará al máximo en todas las áreas de los sub-proyectos.
- Aunque manifiesta el aumento de la plantación (incremento en la oportunidad de empleo) en la época seca, se adoptará un plan que conceda importancia al aumento de la producción (aumento de beneficio), y aún en caso inevitable con las condiciones del agua disponible.

(2) Premisas para la comparación

1) Comparación del patrón de cultivos

Para cada área de los sub-proyectos se hace una propuesta de un patrón de cultivos de 2 tipos según el aspecto de manejo agrícola.(Ver anexo C. Agriculture & Agricultural Economy.) Respecto de estos patrones de cultivos se ha hecho un estudio en el caso de la utilización de recursos hidráulicos. Es decir, la

extensión irrigable (extensión para la cual el agua es garantizable) con el caudal de 1 l/seg. de la quebrada en el año normal (Caudal promedio mensual en la época de estiaje) se muestra en la tabla 3.1.2.

Tabla 3.1.2. EXTENSION IRRIGABLE SEGUN CADA PATRON DE CULTIVO

Unidad: /ha

Area del sub-proyecto	Patrón de Cultivo		B/A
	Tipo A	Tipo B	
San Pedro de Iguaque	7.4	5.5	0.74
Santa Sofía	8.6	4.5	0.52
Cáqueza	4.6	20.1	4.4
Tibacuy	5.5	4.3	0.78

En caso de que se asegure la suficiente agua de riego, la comparación del beneficio entre los dos patrones de cultivo, se muestra en la tabla 3.1.3.

Tabla 3.1.3. COMPARACION DEL BENEFICIO SEGUN EL TIPO DE PATRON DE CULTIVO

Unidad:1,000 $/ha

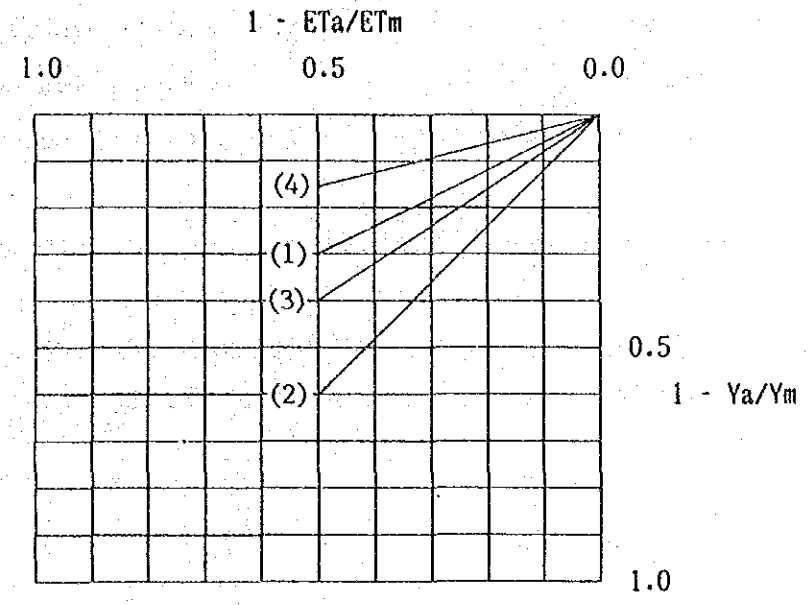
Area del sub-proyecto	Patrón de cultivo		A/B
	Tipo A	Tipo B	
San Pedro de Iguaque	127	90	1.4
Santa Sofía	309	210	1.5
Cáqueza	350	290	1.2
Tibacuy	237	130	1.8

Como resultado del estudio comparativo se determinó llevar a cabo el patrón de cultivo tipo A, en el área del sub-proyecto de San Pedro de Iguaque, Santa Sofía y Tibacuy, debido a que este patrón se adapta favorablemente y tiene grandes ventajas por hectárea. Por el contrario, en el área de Cáqueza debido a las grandes extensiones irrigables, se adapta mejor el patrón tipo B.

Por estas razones, se hizo el estudio comparativo y para la extensión irrigable en el área del sub-proyecto de Cáqueza se adaptó el patrón de tipo B , y en las otras tres áreas de los sub-proyectos, se adaptó el patrón de cultivo tipo A.

2) Mediciones de la escasez de agua de riego y disminución del rendimiento

Según el documento No. 33 del Manual de la FAO, considerando los tipos de cultivos propuestos para este proyecto, se establecen las mediciones de la escasez de agua de riego y la disminución del rendimiento para la temporada de crecimiento de los cultivos, como se muestra en la figura 3.1.1.



Nota:1 : Temporada de siembra y crecimiento.

2 : Temporada de floración.

3 : Temporada de maduración.

4 : Temporada de fructificación.

ETa : Cantidad de agua irrigada.

ETm : Cantidad máxima de aspersión.

Ya : Rendimiento neto.

Ym : Rendimiento máximo.

Se fija un límite de adaptación de : 1- ETa/ETm 0.5

Ym : Valor de evaluación del rendimiento máximo.

San Pedro de Iguaque (Patrón de Cultivo Tipo A)$467,000/ha.

Santa Sofía (Patrón de Cultivo Tipo A)$636,000/ha.

Cáqueza (Patrón de Cultivo Tipo B)$669,000/ha.

Tibacuy (Patrón de Cultivo Tipo A)$761,000/ha.

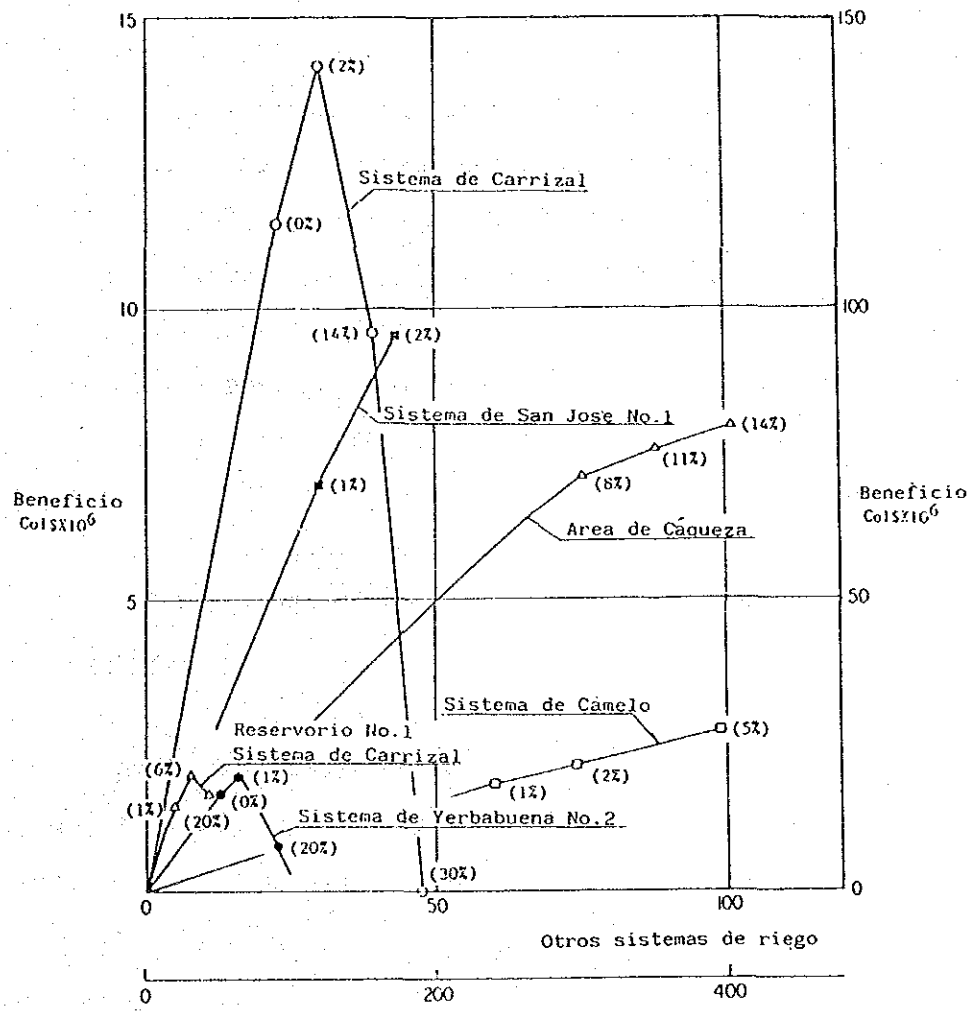
Figura 3.1.1. RELACION DE ESCASEZ DE AGUA DE RIEGO Y DISMINUCION DEL RENDIMIENTO SEGUN EL TIPO DE CULTIVOS

3) Extensión irrigable y disponibilidad de riego

A partir de datos disponibles de los diez años anteriores se ha hecho un estudio comparativo para establecer la extensión irrigable según el sistema hidráulico representativo de cada área del sub-proyecto, la disponibilidad del agua de riego, la escasez de agua y la disminución del rendimiento.

El resultado de dicho estudio se muestra en la figura 3.1.2. (Ver el anexo D. 5)

Fig. 3.1.2 RELACION ENTRE LA EXTENSION IRRIGABLE Y EL BENEFICIO EN LOS SISTEMAS DE RIEGO



Sistema de riego de Carrizal

Area de Cáqueza

Nota: La cifra dentro del paréntesis se muestra la tasa de disminución del rendimiento. (Promedio de 10 años)

Por ejemplo;

Con respecto al sistema de riego de Carrizal, en caso de que la extensión irrigable sea de 90 ha, no se tendrá escasez de agua y el beneficio llegará a ser de 11.4 millones de pesos. Suponiendo que la extensión irrigable es de 120 ha, si se tiene escasez de agua y el beneficio llegará a ser de 14.2 millones de pesos, por lo cual la tasa de disminución del rendimiento es de 2%.

Además, en caso de que la extensión irrigable se aumente a 155 ha, la tasa de disminución del rendimiento por la escasez de agua es de 14% y su beneficio será de 9.5 millones de pesos. En este caso es menor que en el caso de 120 ha. Por esta razón, se puede decir que el beneficio en el caso de 120 ha es el máximo.

A continuación, en cuanto a Cáqueza, suponiendo que la extensión irrigable se aumentará de 300 ha a 350 ha, y luego a 403 ha, la tasa de disminución del rendimiento aumentará así 8%, 11% y 14%, y también el beneficio que se obtendrá será respectivamente 71.0 millones de pesos, 75.7 millones de pesos y 79.9 millones de pesos.

Además, a pesar de que el beneficio muestra tener una tendencia a hacerse más grande a medida que aumenta la extensión irrigable, en el área de Cáqueza se fijará en 403 ha la extensión irrigable de diseño debido a que ya no existe más tierra cultivada dentro del sistema de riego en el área de Cáqueza.

A partir del resultado de dicho estudio, en caso de que se adapte el máximo beneficio en cada sistema de riego se muestra en la tabla 3.1.4.

Tabla 3.1.4. EXTENSION IRRIGABLE

Unidad: ha.

Area del sub-proyecto	Sistema de riego	Extensión irrigable	Observaciones
San Pedro de Iguaque	Carrizal	120	
	Yerbabuena No.2	16	
Santa Sofía	Camelo	74	Toda área cultivada
Cáqueza	Negra/Blanca	403	Toda área cultivada
	Reservorio No.1	8	
Tibacuy	San José No.1	43	Toda área cultivada

Además, en el área del sub-proyecto de Santa Sofía, la tasa entre el sistema de riego y la extensión irrigable para el área de la cuenca en el punto de la bocatoma es como sigue:

El sistema de riego de Piedras	19%
El sistema de riego de La Laja	24%
El sistema de riego de Palonegro	16%

Según los cálculos del sistema de riego de Camelo (27%) se determina que es mejor que sea destinado para el riego de tierra cultivadas con cada sistema de riego.

Desde el punto de vista del resultado del estudio, el área del sub-proyecto de Cáqueza depende del reservorio No. 1, para el reservorio No. 2 y No. 3 se ha proyectado un área de 4 ha. y para el reservorio No. 4 se ha proyectado un área de 2 ha.
Además, se ha determinado la extensión irrigable de diseño de cada sistema de riego como la siguiente tabla 3.1.5.

Tabla 3.1.5 EXTENSION IRRIGABLE CON CADA SISTEMA DE RIEGO

Area del Sub-proyecto	Sistema de riego	Instalación de la fuente hídrica	Extensión destinada para riego	Extensión irrigable de diseño
San Pedro de Iguaque	Carrizal	Reservorio 40,000m3 Derivadora de un lugar	182	120
	Yerbabuena No.1	Derivadora de un lugar	41	26
	Yerbabuena No.2	Reservorio 13,500m3	70	16
Sub-total			293	162
Santa Sofía	Piedras	Derivadora de un lugar	55	55
	La Laja	Derivadora de un lugar	72	72
	Camelo	Derivadora de un lugar	46	46
	Camelo (Zona piloto)		28	28
	Palonegro	Derivadora de un lugar Reservorio 10,000m3	38 (en proyección)	38
Sub-total			239	239
Cáqueza	Negra/Blanca	Derivadora de cinco lugares	403	403
	Reservorio No.1	Reservorio 10,000m3	8	8
	Reservorio No.2	Reservorio 4,000m3	4	4
	Reservorio No.3 y 4	Refuerzo de terraplén	2	2
Sub-total			417	417
Tibacuy	San José No.1	Derivadora de tres lugares	Cafetal 200	200
			Tierra cultivada 43	43
			Subtotal 243	243
	San Jose No.2 (Zona piloto)	Derivadora de un lugar	Cafetal 10	10
			Tierra cultivada --	5* * Cambiar de pasto
Sub-total			253	258
Total			1,202	1,076

Nota: La extensión destinada para riego es la tierra cultivada en la que se puede conducir el agua para riego, pero no se gatantiza obtenerlo.
Véase la nota en la tabla 3.1.1.

3.2 Plan de riego

3.2.1 Requerimiento de agua de riego

(1) Evapotranspiración

Basándose en las condiciones meteorológicas de cada área del sub-proyecto, que se mencionan en el anexo A, se calculó la evapotranspiración por el método Penman, sus resultados se muestran en la tabla 3.2.1.

Tabla 3.2.1. EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL

Area del sub-proyecto	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
San Pedro de Iguaque	2.7	2.9	3.2	3.0	3.1	3.1	3.3	3.2	3.1	2.9	2.6	2.4
Santa Sofía	2.8	2.9	3.3	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.2	2.9	2.6	2.5
Cáqueza	2.9	3.2	3.2	3.1	2.9	2.8	3.0	3.1	3.0	3.0	2.7	2.7
Tibacuy	3.3	3.4	3.6	3.4	3.3	3.4	3.7	3.8	3.8	3.3	2.9	2.9

(2) Uso Consuntivo

Considerando la condición geográfica de cada área del sub-proyecto (ver el paragráfo 3.3.) y según el sistema de cultivo propuesto, se ha estimado el uso consuntivo mensual usando el método mencionado en el paragráfo 3.2.1(1) para el cálculo de la evapotransporación.

Las premisas para el cálculo son como siguen:

- El período de riego según los cultivos se muestra en el anexo D.1.
- El coeficiente de cultivo es adoptado según lo datos del menual de la FAO, No. 24.
- En el momento de determinar el coeficiente de cultivo, el intervalo de riego se fija en 7 días para San Pedro de Iguaque y Santa Sofía y 5 días para Cáqueza y Tibacuy. (ver anexo D.1)

El uso consuntivo arriba mencionado (en caso de que no considera la tasa de cultivo y el periodo de riego), que ha sido estimado se muestra en la tabla 3.2.2.

Tabla 3.2.2. USO CONSUNTIVO MENSUAL DEL CULTIVO

Unidad:mm/día

Area del sub-proyecto	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
San Pedro de Iguaque (A)	2.4	2.3	2.3	2.4	2.6	3.0	2.7	2.3	2.3	2.4	2.4	2.1
Santa Sofía (A)	1.8	1.9	2.4	2.6	2.9	3.1	2.0	2.1	2.5	2.6	2.3	2.2
Cáqueza (B)	2.7	2.6	2.7	2.7	2.4	2.6	3.0	3.1	2.6	2.7	2.7	2.6
Tibacuy (A)	2.7	2.4	3.0	3.0	3.2	3.0	3.4	3.3	3.2	3.0	2.5	2.4
Café	-	-	-	3.1	3.0	-	-	-	-	3.0	2.6	-

Nota: La letra dentro del paréntesis se indica el tipo de patrón de cultivo.

(3) Demanda total de agua

Se ha estimado la demanda total de agua para cada sistema de riego mediante el uso consuntivo arriba mencionado. Y, es necesario que sean consideradas las premisas para el cálculo antes mencionadas al igual que las siguientes ítems.

- El patrón de cultivo que se adaptó el tipo B en Cáqueza y el tipo A en las otras áreas, por las razones mencionadas en el parágrafo 3.1.
- Para estimar la precipitación efectiva se ha proyectado una muestra total de fácil disponibilidad(Valor de TRAM).

Area del sub-proyecto	TRAM
San Pedro de Iguaque	44.2 mm
Santa Sofía	29.5 mm
Cáqueza	21.6 mm
Tibacuy	23.3 mm

(ver anexo D.1.)

- Según lo que se menciona en el parágrafo 3.3.2 sobre el sistema de riego, la eficiencia del sistema incluyendo la eficiencia del transporte se fija en un 80% para las sistemas de riego de San Pedro de Iguaque, Palonegro en Santa Sofía debido a que el canal principal de conducción es en su mayor parte canal abierto. Mientras que en para los otros sistemas de riego de las otras áreas se fija en un 85%, ya que en una mayor parte se utilizo tubería en el canal principal de conducción.

El resultado estimado de la demanda total de agua mensual entre 1974 y 1983 se muestra la tabla D.3 del anexo D y también el resumen se muesten la tabla 3.2.3.

3.2.2 Sistema de riego

El sistema de riego en cada área del sub-proyecto se muestra en el plano general.(ver la figura D.3 en el anexo D)

Los puntos que se consideran para determinar el sistema de riego son:

- Se toma el agua del nacimiento de la quebrada en su mayor proporción y se trata de aumentar la extensión irrigable.
- Si existe una diferencia de nivel entre el lugar de la bocatoma y el área beneficiada se procederá según lo siguiente: si la diferencia es grande y la bocatoma está cerca al área beneficiada deberá usarse tubería; si la diferencia es pequeña, la distancia es grande y/o el caudal de la fuente grande también, se usará canal abierto.
- En el lugar en el que se pueda construir el reservorio porque resulte económicamente aconsejable, se construirá de acuerdo con la demanda de agua para riego.
- En caso de que se pueda obtener el agua por gravedad, debido a la condición topográfica, en caso de que la disponibilidad sea poca, se dará prioridad al agua para el riego de la tierra cultivada dentro de la misma cuenca.

Tabla 3.2.3 RESUMEN DE LA DEMANDA TOTAL DE AGUA EN CADA SISTEMA HIDRAULICO DE UN SOLO CAUCE

Area del sub-proyecto	Sistema de riego	Extensión irrigable (ha)	Promedio mensual de la demanda total de agua(l/s)
San Pedro de Iguaque	Carrizal	120	24.5
	Yerbabuena No.1(Zona piloto)	26	5.3
	Yerbabuena No.2	16	3.3
Santa Sofía	Piedras	55	11.5
	La Laja	72	15.0
	Camelo	74	15.4
	Camelo (Zona piloto)	28	5.8
	Palonegro	38	8.4
Cáqueza	Negra/Blanca	403	88.9 (Para 5 lugares)
	Reservorio No.1	8	1.8
	" No.2,3	4	0.9
	" No.4	2	0.4
Tibacuy	San José	243	50.9 (Para 3 lugares)
	San José No.2	15	3.1

3.2.3 Agua disponible de la fuente hídrica y el método de toma

El caudal de la quebrada en cada área del sub-proyecto se menciona en el anexo 3.

Para grandes variaciones de caudal en la época seca y la época de lluvia en cada quebrada, generalmente, es deseable regular el caudal por medio del reservorio. Sin embargo, en el área del sub-proyecto no hay un lugar apropiado para la construcción de un reservorio, por la pendiente abrupta ésta.

Los lugares propuestas para construir un reservorio son las siguientes 7 lugares:

Area del sub-proyecto	Sistema hidráulico	Ubicación
San Pedro de Iguaque	Carrizal	Cota:3,160 m.s.n.m.
	Yerbabuena	Cota:3,170 m.s.n.m.
Santa Sofía	Palonegro	Margen derecha, aguas abajo Cota:2,440 m.s.n.m.
Cáqueza	No.1	La cuenca de la quebrada Negra Cota:2,150 m.s.n.m.
	No.2	La cuenca de la quebrada Negra Cota:2,050 m.s.n.m.
	No.3	La cuenca de la quebrada Negra Cota:2,045 m.s.n.m.
	No.4	Margen izquierda del chorro el Capellanía. Cota:1,800 m.s.n.m.

Nota: El agua del reservorio el Carrizal, una vez se almacene, se vierte en la quebrada Carrizal y más abajo se toma el agua.

Se ha proyectado la toma directamente de agua por medio de una derivadora para las áreas beneficiadas, excepto los sistemas de riego arriba mencionadas. Además, en el momento de la toma de agua se tendrá en cuenta en primer lugar las derechos de agua registrados en el INDERENA.(Ver el parágrafo 2.6.)

También, se puede llegar a almacenar el volumen de agua requerido a partir del volumen de la toma de agua en la derivadora, en el sistema de riego de Palonegro del área del sub-proyecto de Santa Sofía.

A pesar de que en la trayectoría del canal principal de conducción hay un lugar apropiado para la construcción del reservorio, éste se instalará sólo en caso de que aumente la demanda futura de agua.

En el área del sub-proyecto de Cáqueza hay una ciénaga(de 1 ha.) en la cota de 1,870 m.s.n.m. en la margen izquierda de la quebrada Negra. Se podrá utilizar el volumen de agua de aproximadamente 2.0 l/seg. si se construye una zanja colectora.

Teniendo en cuenta los ítems anteriores el valor estimado del agua disponible en cada sistema de riego se muestra en la tabla 3.2.4.

Tabla 3.2.4 AGUA DISPONIBLE EN CADA SISTEMA DE RIEGO

Area del sub-proyecto	Sistema de riego	Descarga (l/seg)
San Pedro de Iguaque	Carrizal	11.2 - 30.2
	Yerbabuena	4.7 - 12.6
	No.1 (Zona piloto)	
	No.2 (Reservorio)	1.2 - 3.2
Santa Sofía	Piedras	7.1 - 93.3
	La Laja	5.0 - 92.9
	Camelo	2.1 - 110.6
	(Incluyendo la zona piloto)	
	Palonegro	2.5 - 73.2
Cáqueza	Negra	3.2 - 285.5
	Blanca	
	Reservorio	
	No.1	0.03- 2.3
	No.2 y 3	0.03- 2.3
	No.4	0.03- 2.3
Tibacuy	San José	
	No.1	2.2 - 228.2
	No.2(Zona piloto)	0 - 114.2

3.2.4 Balance hidrológico

Basándose en la demanda total de agua y las valores del agua disponible mencionadas en los parágrafos 3.2.1 y 3.2.3, los resultados del examen de la demanda de agua entre 1974 y 1983 (en Tibacuy: 1972 - 1981) se muestran en la tabla 3.2.5 y en el anexo D.3.

La capacidad de reservorios se han determinado como las siguientes;

Carrizal	40,000 m3
Yerbabuena No.1	13,500 m3
Cáqueza No.1	10,000 m3
Cáqueza No.2	4,000 m3

Como se muestra en la tabla 3.2.5 se presenta una escasez temporal de agua en el año de estiaje. A partir de una larga observación, se puede deducir que es muy poca la disminución en el rendimiento debido a la escasez de agua como se menciona en el parágrafo 3.1.3.

Tabla 3.2.5 BALANCE HIDROLOGICO EN CADA SISTEMA HIDRAULICO

Area del sub-proyecto	Sistema de riego	Promedio anual de escasez de agua (m3/año)	Tasa de escasez de agua (%)
San Pedro de Iguaque	Carrizal	5,600	1.4
	Yerbabuena No.1 (Zona piloto)	0	0.0
	Yerbabuena No.2	1,300	2.4
Santa Sofía	Palonegro	0	0.0
	Camelo	5,000	3.0
	La Laja	2,000	1.2
	Piedras	0	0.0
Cáqueza	Negra/Blanca	120,000	11.4
	Reservorio No.1	0	0.0
	No.2 y 3	0	0.0
	No.4	0	0.0
Tibacuy	San José	38,000	6.0
	San José (Zona piloto)	1,700	4.0

Nota: Detalle del cálculo referirse al anexo D.3.

3.3 Plan de infraestructura

El resumen de las facilidades de riego propuestas en este proyecto se muestra en lo siguiente:

(1) Reservorio (Embalse)

Como el tamaño del reservorio se ha proyectado considerando las condiciones geográficas y geológicas del campo para que se pueda contrarrestar la variación del agua disponible y el volumen del agua de riego durante un año como sigue:

Area del sub-proyecto	Reservorio (Embalse)	Capacidad de almacenamiento (m3)	Tamaño del terraplén o cortina (m)
San Pedro de Iguaque	Carrizal	40,000	H = 4.0 L = 85
	Yerbabuena	13,500	H = 2.5 L = 100
Santa Sofía	Palonegro (En proyección)	10,000	H = 4.5 L = 110
Cáqueza	No.1	10,000	H = 3.5 L = 35
	No.2	4,000	H = 2.5 L = 30
	No.3	Refuerzo de terraplén	H = 1 L = 20
	No.4	- ídem -	H = 1 L = 30

(2) Derivadora y canal principal de conducción

Para determinar el sitio de la derivadora , se ha considerado la distancia entre la bocatoma y el área beneficiada, su carga diferencia de nivel, los estados de corrientes y los lechos de las quebradas.

Como el canal principal de conducción se ha proyectado en principio como un canal abierto debido a que la longitud del canal es larga y, también la carga diferencia de nivel es poca en los sistemas de riego de Yerbabuena No. 1 y Carrizal, en el área del sub-proyecto de San Pedro de Iguaque y también en el sistema de riego de Palonegro. Mientras otros canales principales de conducción se han proyectado usando tubería. La estructura del canal principal de conducción y su tamaño en cada sistema de riego se muestran en la tabla 3.3.1.

Tabla 3.3.1. RESUMEN DE LA DERIVADORA Y EL CANAL PRINCIPAL DE CONDUCCION

Area del sub-proyecto	Sistema de riego	Derivadora		Canal principal	
		Caudal de diseño (l/seg)	Estructura, tamaño (m)	Estructura, tamaño (m)	Longitud (m)
			Tipo fijo	Canal abierto con mampostería	4,000
San Pedro de Iguaque	Carrizal	24.5	H = 2	PVC 4"	800
			L = 4	PVC 2"	750
	Yerbabuena		No.1 Tipo fijo	Canal abierto con mampostería	2,470
	No.1 (Piloto)	5.3	H = 2.1	PVC	1,250
			L = 3.5		
			No.2 Tipo fijo		
			H = 2		
			L = 3		
	Yerbabuena No.2	3.3	Reservorio* V = 13,500m3	PVC 2.1/2"	1,650
			Tipo fijo	PVC 4"	1,400
Santa Sofía	Piedras	10.9	H = 2	2.1/2"	300
			L = 3.5	2"	800
			Tipo fijo	PVC 4"	700
	La Laja	15.0	H = 2	3"	1,100
			L = 3.5	2.1/2"	600
				2"	550
	Camelo (Incluyendo zona piloto)		Tipo fijo	PVC 4"	1,200
		15.4	H = 2	2.1/2"	358
			L = 3.5	1.1/4"	785
			Tipo fijo	Canal abierto con mampostería	1,750
	Palonegro	8.4	H = 2	PVC 3"	1,000
			L = 3.5	2.1/2"	1,000
				1.1/2"	1,500
			No. 1 - 5	Canal abierto con mampostería	1,300
Cáqueza	Negra/Blanca	89.0	Tipo fijo	PVC 4"	2,300
			H = 1.5	3"	350
			L = 3 - 4	2.1/2"	2,600
				2"	750
				1.1/2"	650
			No.1 - 3	PVC 6"	1,150
Tibacuy	San José No.1	50.9	Tipo fijo	4"	2,450
			H = 2	2.1/2"	400
			L = 3	2"	400
				1.1/2"	300
			Tipo fijo	PVC 1.1/2"	295
	San José No.2	3.1	H = 2	1.1/2"	
			L = 4.5		

Nota: * Se toma directamente el agua desde el reservorio.

(3) Tanque

Será construido un tanque con el objeto de regular el desequilibrio de la cantidad de agua según la diferencia de tiempo que haya entre el momento del suministro de agua desde la fuente hídrica hasta el uso de ésta en el área del sub-proyecto y la cantidad de agua del aprovechamiento para el riego dentro del área del sub-proyecto durante un día.

La ubicación y el tamaño del tanque se han proyectado teniendo en cuenta aspectos tales como las condiciones topográficas, la distribución de la tierra cultivada y el manejo de las facilidades de extremo final del riego en el área beneficiada como sigue:

Area del sub-proyecto	Sistema de riego	Capacidad (m^3)	Lugar	Observaciones
San Pedro de Iguaque	Carrizal	130 - 180	8	
	Yerbabuena No.1 (Piloto)	34 - 60	5	
	Yerbabuena No.2	13,500	1	Utilización del reservorio
Santa Sofía	Piedras	45 - 180	4	
	La Laja	15 - 180	5	
	Camelo (Incluyendo zona piloto)		4	
	Palonegro	15 - 85	6	
Cáqueza	Negra/Blanca	70 - 220	29	
Tibacuy	San José No.1	50 - 200	16	
	San José No.2 (Piloto)		3	

(4) Sistema de distribución

Suponiendo que se llevará a cabo la rotación de riego después de establecido el bloque de rotación del riego en cada extremo final del sistema de riego se determinará la capacidad del sistema de distribución. Además, en el estudio del sistema de riego se consideran los siguientes ítems:

- La capacidad del sistema se establece en el valor máximo del uso consuntivo .
- El intervalo de riego de diseño se ha establecido en siete días en las áreas del sub-proyecto de San Pedro de Iguaque y Santa Sofía, y en cinco días en las áreas de los otros sub-proyectos teniendo en cuenta la rizosfera de los cultivos, el suelo y el máximo uso consuntivo diario del sub-proyecto.
- El tiempo de riego promedio por día es de 18 horas en la tierra cultivada ordinaria y de 22 horas en cafetal.

(Ver el Volumen IV.)

También, con motivo de que no pueda asegurarse el área suficiente para regar toda la superficie de la tierra cultivada(Ver el parágrafo 3.1.3.) se considera la distribución del agua según las siguientes tres alternativas:

i) El plan al cual está destinada la tierra cultivada cerca de la fuente hídrica.

ii) El plan de distribuir el agua a la tierra cultivada existente respectivamente.

iii) El plan de disponer las tierras cultivadas de regadío a lo largo del canal principal que atraviese el área del sub-proyecto. (Se cambiará el derecho de cultivo a algunos agricultores que tengan sus tierras localizadas al lado del canal de conducción y la usen para el cultivo de pasto.)

A pesar de que la alternativa i) es la de más bajo precio se produce una desigualdad en la distribución del agua mientras no se lleve a cabo el cambio de la tierra cultivada (derecho de cultivación) entre los agricultores.

La alternativa ii) se puede distribuir el agua con la equidad relativa, pero se aumenta el costo de construcción.

La alternativa iii) es el intermedio entre las dos alternativas arriba mencionadas .

La comparación del costo de construcción de estas alternativas se muestra en la tabla 3.4.2.

Respecto al costo es necesario conversarlo en la Asociación de usuarios del sistema correspondiente al sistema hidraúlico.

Tabla 3.3.2 COMPARACION DEL COSTO DE CONSTRUCCION EN EL AREA DEL SUB-PROYECTO DE SAN PEDRO DE IGUAQUE

Unidad:1000 $/ha.

Sistema de riego	Alternativa i)	Alternativa ii)	Alternativa iii)
Carrizal	142	166	167
Yerbabuena No.2	272	342	507

(5) Facilidades de riego en nivel del predio

El método de riego en nivel del predio se trata del aprovechamiento efectivo del recursos de agua. Debido a que las áreas de los sub-proyectos se encuentran situadas en ladera, se podrán utilizarse de la presión natural para riego. Por eso el sistema de riego por aspersión es ventajoso para la tierra cultivada ordinaria.

Teniendo en cuenta los cultivos y la erosión de suelo, el equipo de aspersión se propone como los siguientes tipos:

- El área donde se puede fácil de obtener la presión natural;
  Tipo de pleno círculo, baja rotación con media presión.
  (La presión de boquilla: aprox. 2.0 kg/cm2)
- El área donde se puede difícil de obtener la presión natural;
  Tipo de pleno círculo, baja rotación con baja presión.
  (La presión de boquilla: 1.0 - 1.5 kg/cm2)

Aunque es favorable adoptar el sistema de riego por goteo para el cafetal, el costo de equipo es propenso al aumentar de costoso. Por consiguiente, se adoptó el mini-aspersor con bajo ángulo del sistema de riego por aspersión desde lo alto de árbol.

Además, este juego de aspersor se adoptó el tipo que se puede transferir libremente por agricultor dentro de su predio, el cual es conectado la manguera polietileno con el hidrante instalado en el predio.

3.4 Manejo agrícola y plan de producción agrícola

3.4.1 Patrón de cultivo

El patrón de cultivo en cas de que se pueda obtener el agua de riego se muestra en la tabla 3.4.1. Los puntos considerados para establecer el sistema de riego son como sigue:

- Condiciones naturales en el área del sub-proyecto.
- Fluctuación de los precios de mercado según la época.
- Posibilidad del aseguramiento del agua de riego en la temporada de siembra y plantación.

Además se considera la posibilidad de asumir alguna medida en contra de la sequía antes de la época de floración del café.

3.4.2 Plan de producción agrícola

El rendimiento por hectárea de cada cultivo usando el sistema de riego se muestra en la tabla 3.3.1. elaborada con referencia a los datos del manual de la FAO No. 33 y el resultado de la investigación hecho por el ICA.

Los valores estimados de la producción para cada área del sub-proyecto y el rendimiento por hectárea de los cultivos arriba mencionados en el parágrafo 3.4.1 se muestran en la tabla 3.4.2.

La tasa de variación de la superficie destinada a los cultivos es como sigue:

Area del sub-proyecto	Situación actual	Proyección
San Pedro de Iguaque	110 %	163 %
Santa Sofía	110 %	189 %
Cáqueza	100 %	160 %
Tibacuy	110 %	122 %

El valor estimado del rendimiento por hectárea del cultivo se alcanzará cuatro años después de implementado el proyecto.

Tabla 3.4.1 RENDIMIENTO DE CULTIVOS

Unidad : ton/ha

Cultivo	San Pedro de Iguaque		Santa Sofía		Cáqueza		Tibacuy	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
Papa	12	19	13	19			13	19
Maíz	1.3	2.2	1.4	2.2	2.2	2.6	1.4	2.2
Trigo	1.3	2.1	1.4	2.1				
Cebolla			12	17	14	16	12	17
Cebolla rama	18	30						
Ajo			5	7				
Haba	1.3	2.1	1.4	2.1				
Fríjol			0.7	1.0	1.1	1.3	1.0	1.4
Arveja	2.0	3.3	2.2	3.3	3.0	3.4	2.6	3.8
Habichuela					9	10	8	11
Tomate					17	20	15	21
Pepino cohombro					14	15	12	17
Remolacha	13	15	13	15				
Zanahoria	13	15	13	15				
Arracacha					10	10		
Ahuyama					13	13	13	14
Yuca			10				10	
Caña de azúcar			15				15	
Café							1	1.3

Nota: Valor del rendimiento esperado en caso de haber conseguido el agua suficiente para el riego, estimado teniendo en cuenta la tasa de disminución como sigue:

San Pedro de Iguaque	5%
Santa Sofía	5%
Cáqueza	15%
Tibacuy	5%

Tabla 3.4.2 SUPERFICIE DESTINADA A LOS CULTIVOS Y SU PRODUCCION EN EL AREA DESTINADA PARA EL RIEGO

(1) San Pedro de Iguaque (Extensión cultivada: 162 ha.)

Cultivo	Superficie destinada a los cultivos (ha)		Producción (ton)	
	Situación actual	Proyección	Situación actual	Proyección
Papa	113	81	1,356	1,539
Trigo	24		31	
Maíz	41		53	
Maíz(& Haba)		20		35
Haba		20		76*
Arveja		41		135
Cebolla rama		41		1,230
Remolacha		41		615
Zanahoria		20		300
Total	178**	264**		

* Incluyendo el cultivo de haba en la intercultivación con maíz.
** Tasa de la dedicación de los cultivos: Situación actual 110%
Proyección 163%

(2) Santa Sofia (Extensión cultivada: 237 ha.)

Cultivo	Superficie destinada a los cultivos (ha)		Producción (ton)	
	Situación actual	Proyección	Situación actual	Proyección
Papa	60		780	
Trigo	9	30	13	63
Maíz(& Frijol)	60	30	67	53
Fríjol	45	119	65*	143*
Arveja	36	90	79	297
Cebolla		119		2,023
Ajo		60		420
Yuca	24		240	
Caña de azúcar	30		450	
Total	264**	448**		

* Incluyendo el cultivo de fríjol en la intercultivación con maíz.
** Tasa de la dedicación de los cultivos: Situación actual 111%
Proyección 189%

Tabla 3.4.2 - Continuacion

(3) Cáqueza (Extensión cultivada: 417 ha.)

Cultivo	Superficie destinada a los cultivos (ha) Situación actual	Proyección	Producción (ton) Situación actual	Proyección
Maíz(& Fríjol)	190		334	
Maíz(Fríjol & Ahuyama)		83		173
Fríjol	57		230*	86*
Arveja	57	83	171	282
Habichuela	38	167	342	1,670
Cebolla	38	167	532	2,672
Tomate	38	84	646	1,680
Arracacha		83		830
Yuca				863*
Total	418**	667**		

* Incluyendo el cultivo de ahuyama en la intercultivación con maíz.
** Tasa de la dedicación de los cultivos: Situación actual 100%
Proyección 160%

(4) Tibacuy (Extensión cultivada ordinaria: 48 ha.-Proyección, 43 ha.-Situación actual, Cafetales: 210 ha.)

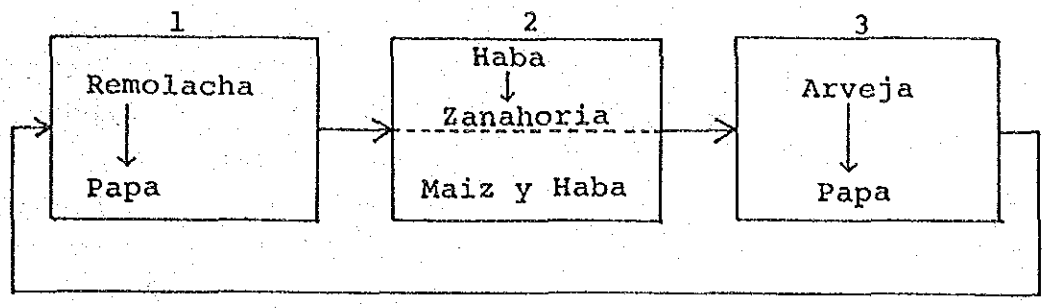
Cultivo	Superficie destinada a los cultivos (ha) Situación actual	Proyección	Producción (ton) Situación actual	Proyección
Papa	4	10	52	190
Maíz(& Frijol)	10		11	
Maíz(& Ahuyama)		10		18
Fríjol	10	119	18*	27
Arveja	10		26	
Habichuela	13	29	104	319
Cebolla		19		323
Tomate	9	10	135	210
Pepino cohombro		9		153
Ahuyama				112*
Yuca	4		40	
Caña de azúcar	9		135	
Sub-total	69	106		
Café	210	210	210	273
Total	287**	316**		

* Incluyendo los cultivos de fríjol e ahuyama en la intercultivación con maíz.
** Tasa de la dedicación de los cultivos: Situación actual 110%
Proyección 122%

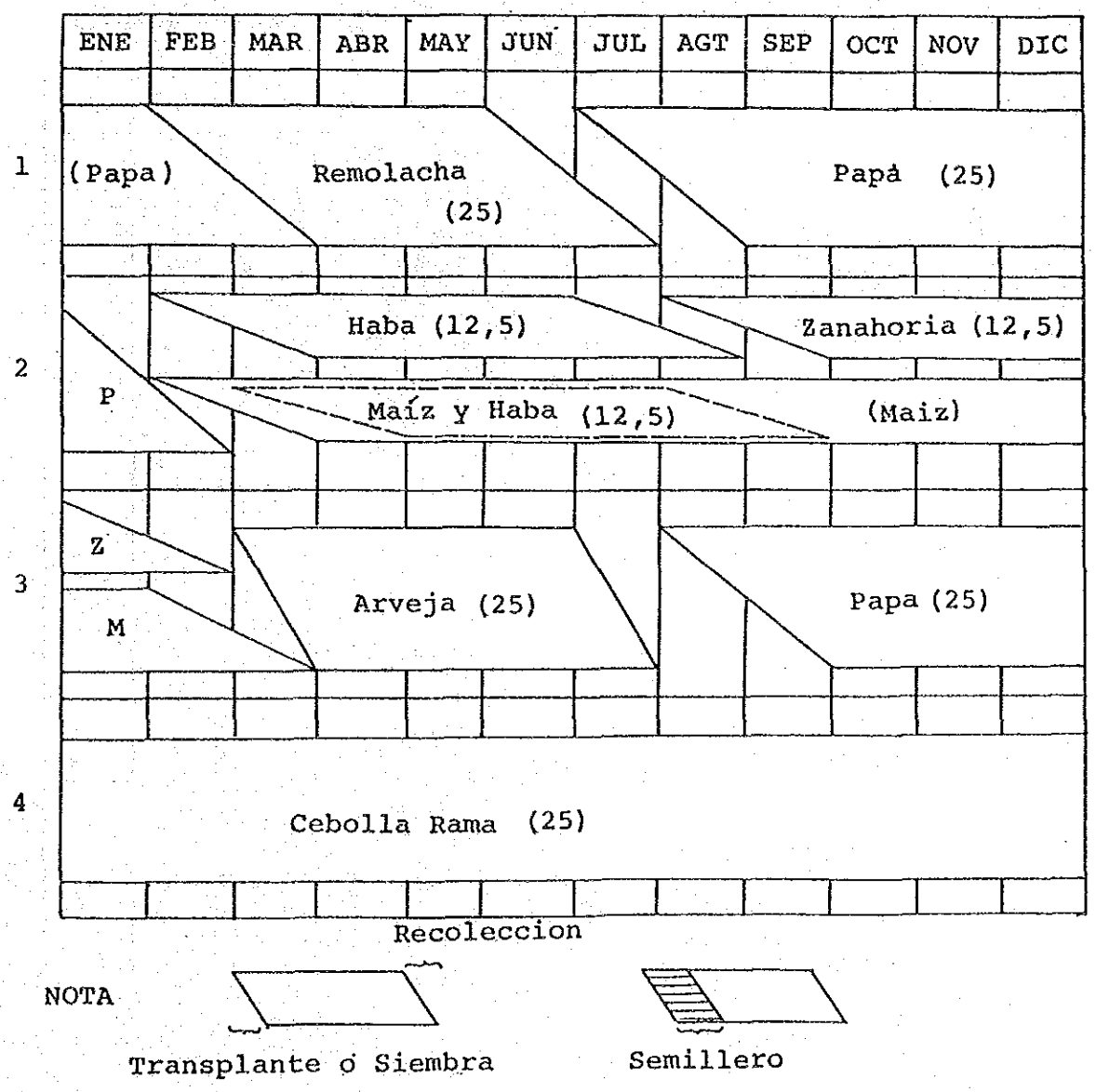
Fig. 3.4.1 PATRON DE CULTIVO

(1) San Pedro de Iguaque

o Rotacion

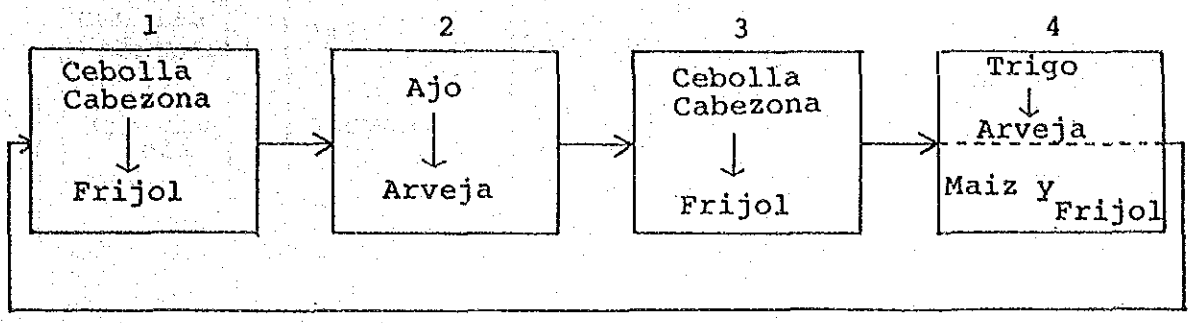


o Patrón de cultivo - Tipo A

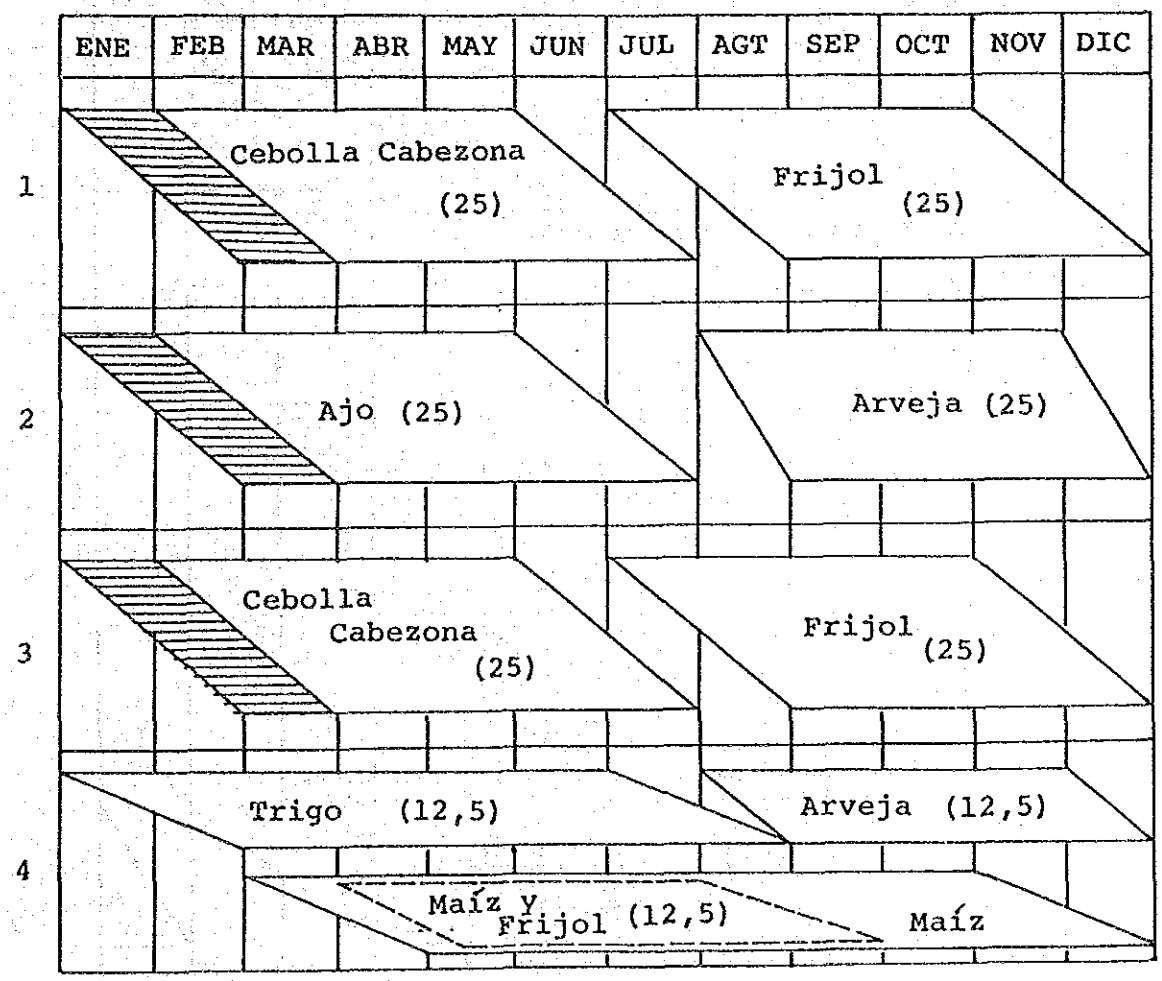


(2) Santa Sofía

o Rotacion

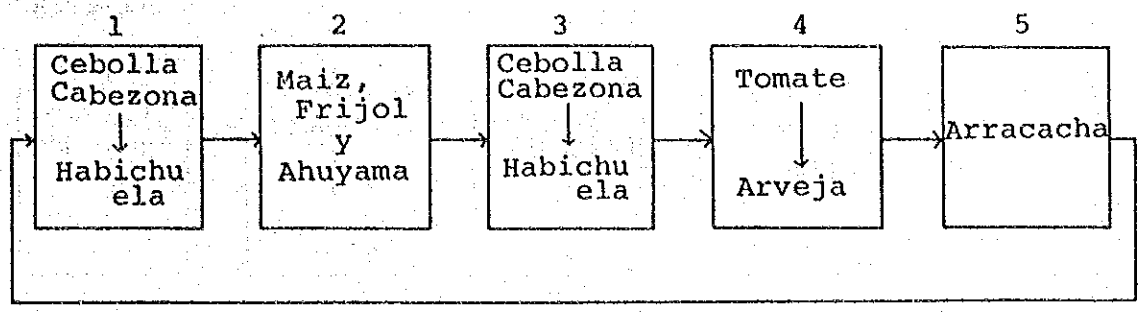


o Patron de cultivo - Tipo A

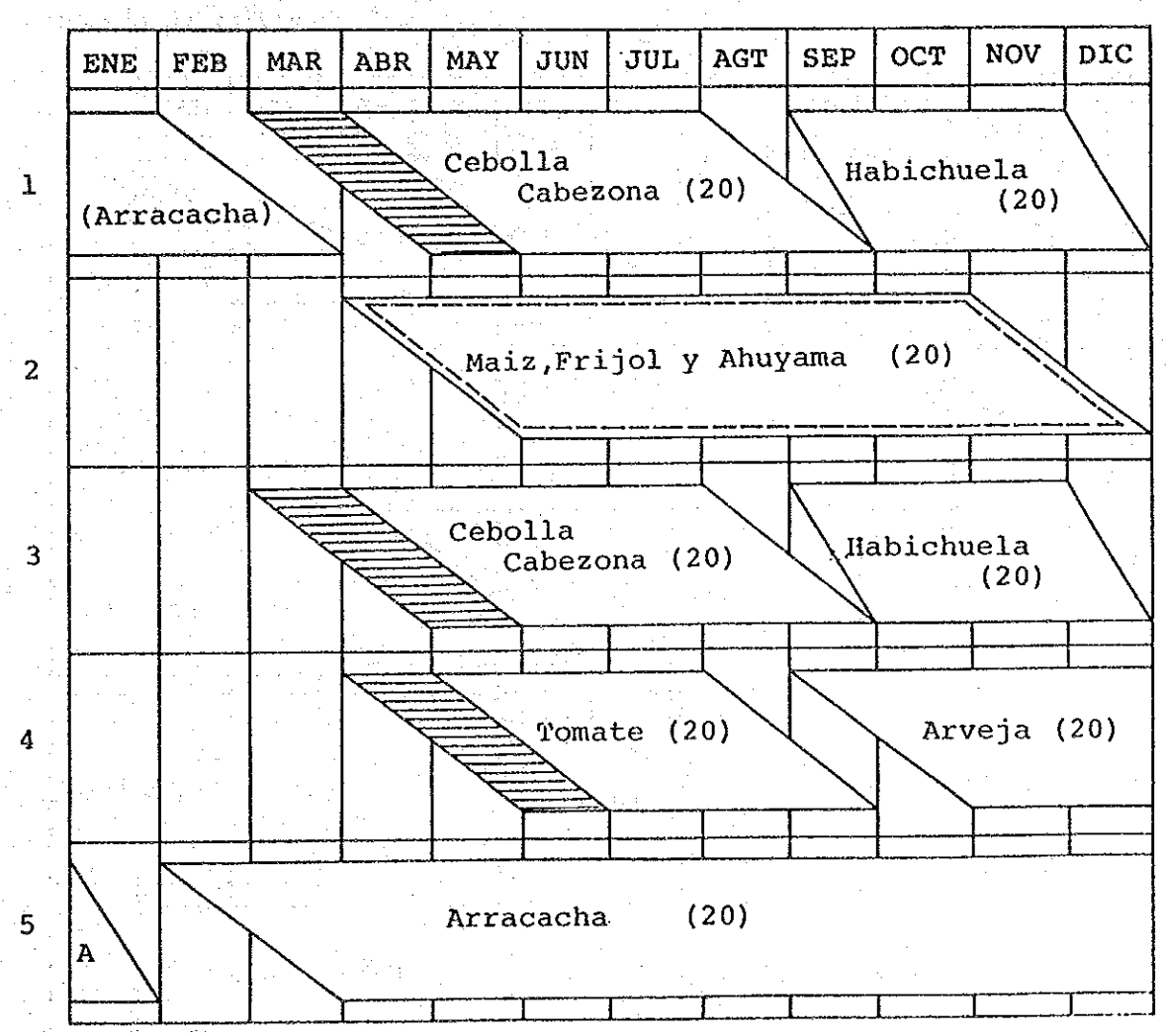


(3) Cáqueza

o Rotacion

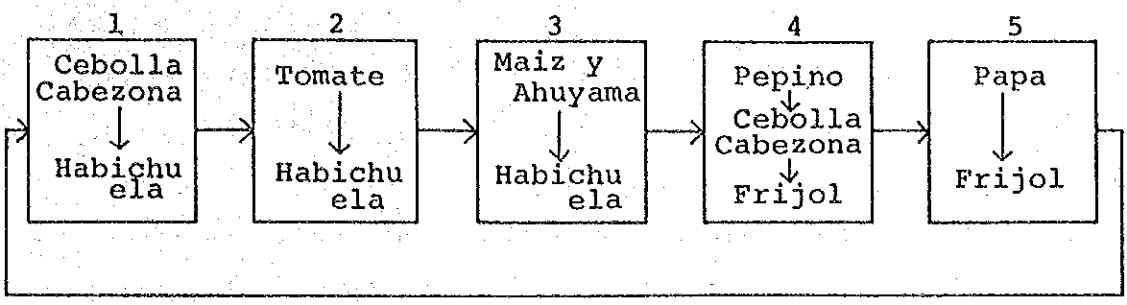


o Patrón de cultivo - Tipo B

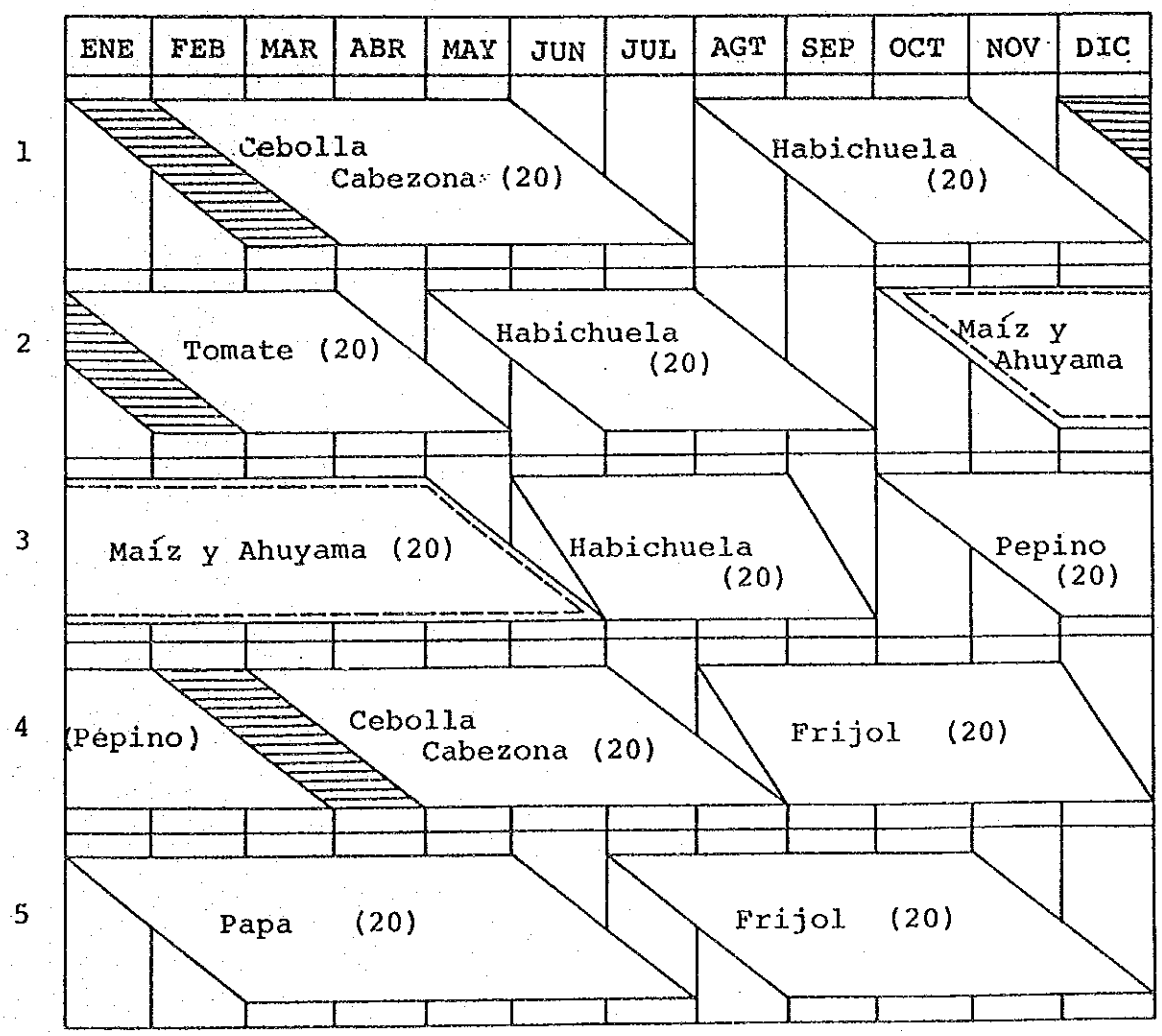


(4) Tibacuy

o Rotacion



o Patrón de cultivo - Tipo A



3.5 Plan de ejecución del proyecto

Este proyecto se realizará por el HIMAT , y la organización de su ejecución se muestra en la figura 3.5.1.

La construcción se ha proyectado ejecutar separadamente en cada área del sub-proyecto. Pero antes es necesario realizar un proyecto piloto en tres áreas de los sub-proyectos así: sistema de riego de Yerbabuena , San Pedro de Iguaque, 26 ha.; sistema de riego de Camelo, Santa Sofía, 28 ha.y en el sistema de riego de San José No.2 en Tibacuy, 15 ha..

El cronograma de ejecución propuesto se muestra en la figura 3.5.2

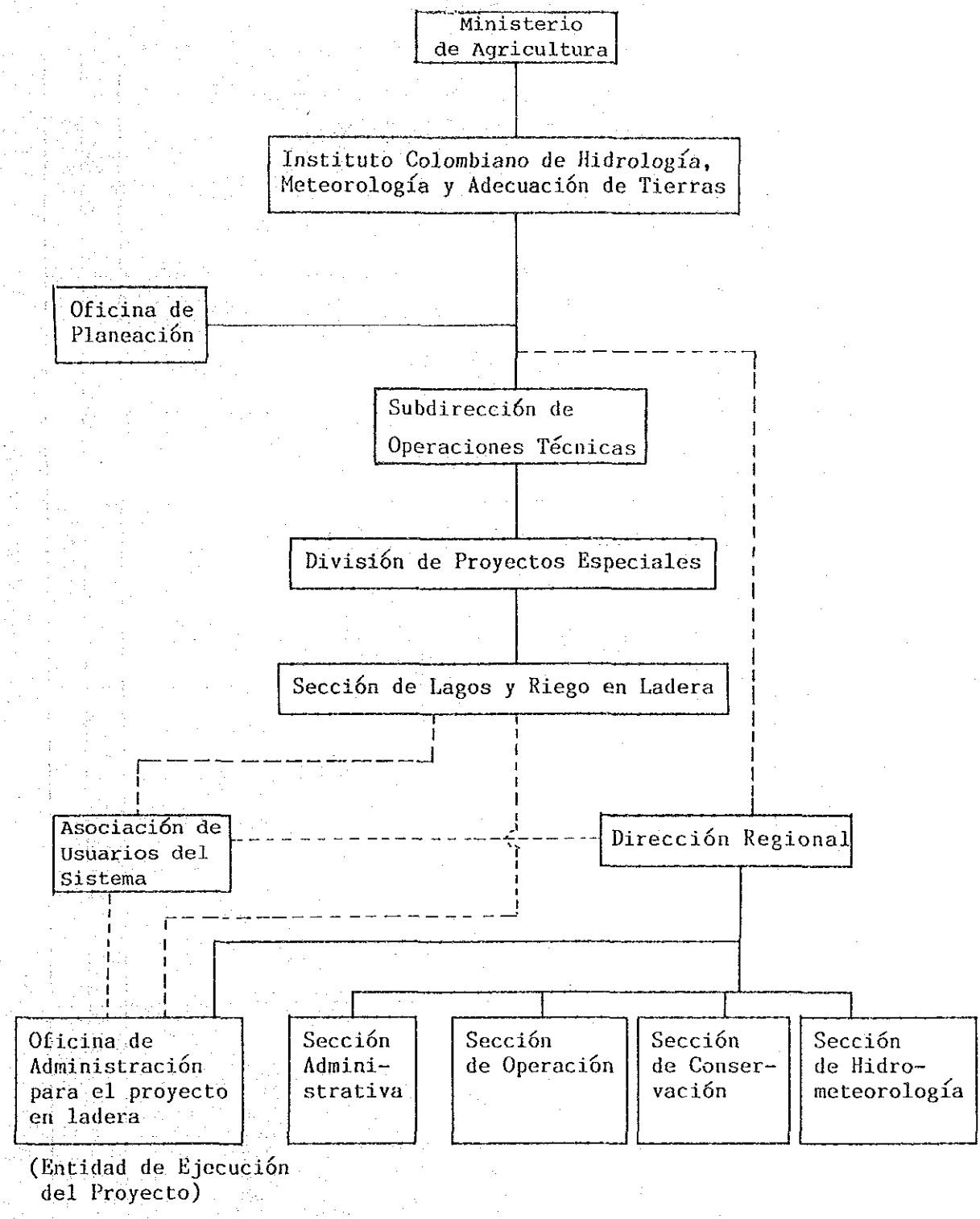
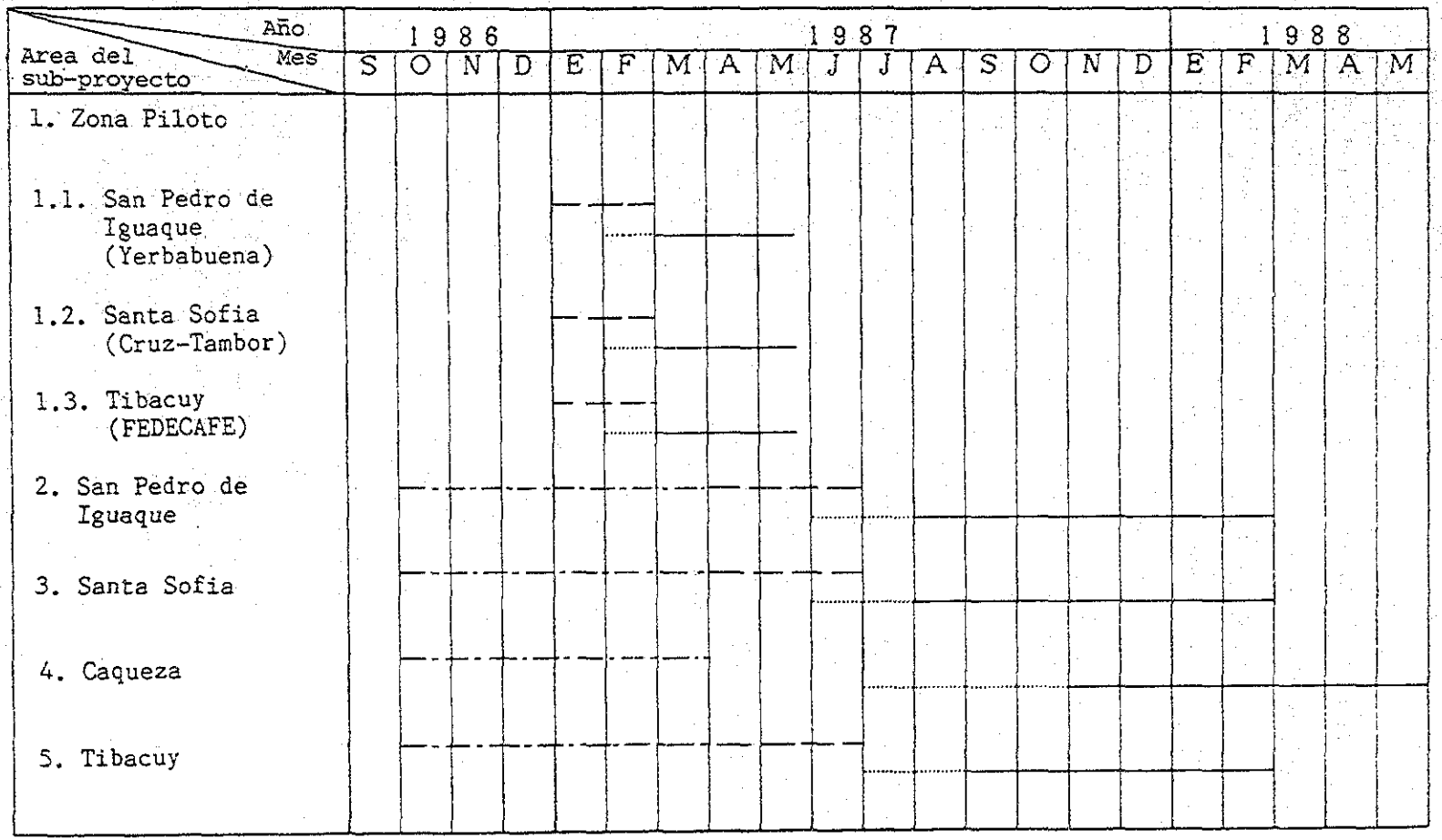


Fig. 3.5.1 ORGANOGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO

Fig. 3.5.2 CRONOGRAMA DE EJECCION



Nota:

—·—·— Estudio de factibilidad

— — — Diseño definitivo

····· Fase de preparación

———— Fase de construcción

3.6 Estimación del costo

3.6.1 Costo de construcción

Se ha estimado el costo de construcción incluyendo un 15% sobre el costo de construcción como suma para la contingencia física basarse con el costo de construcción para la zona piloto (en la etapa del diseño definitivo) y los resultados reales de los proyectos semejantes.

El costo de construcción para cada área del sub-proyecto es como sigue:

Unidad: $1,000.

Area del sub-proyecto	Extensión irrigable (ha)	Costo de construcción		Costo de construcción*	
		Costo total	Por ha.	Costo total	Por ha.
San Pedro de Iguaque	162	27,412	169.7	33,251	205.3
(Zona piloto)	(26)	(6,113)	(235.1)	(7,825)	(301.0)
Santa Sofía	239	39,320	164.5	41,363	177.0
(Zona piloto)	(28)	(4,600)	(164.3)	(5,012)	(179.0)
Cáqueza	417	54,708	131.2	62,388	149.6
Tibacuy	258	34,392	133.3	40,072	155.3
	(15)	(1,957)	(130.5)	(2,306)	(153.7)
Total	1,076	155,832	144.8	178,074	165.5
(Zona piloto)	(69)	(12,670)	(183.6)	(15,143)	(219.5)

Nota: * Este costo de construcción se incluye el costo de mano de obra campesina que estima por el precio unitario de jornal en nivel de la construcción.

3.6.2 Costo del proyecto

La suma total del costo requerida para la realización del proyecto se estima en 186 millones de pesos colombianos.

El detalle del costo de cada área del sub-proyecto es el siguiente:

Unidad: $1,000.

Area del sub-proyecto	Costo total	Costo por hectárea
San Pedro de Iguaque	35,519	219
(Proyecto piloto)	(8,797)	(338)
Santa Sofía	44,631	187
(Proyecto piloto)	(5,984)	(213)
Cáqueza	63,684	153
Tibacuy	42,178	163
(Proyecto piloto)	(3,278)	(218)
Total y Promedio	186,012	173
(Proyecto piloto)	(18,059)	(262)

Adicionalmente, un 15% sobre el costo de construncción como suma para la contingencia física y $162,000 mensuales para cada área como presupuesto para la administración.

4 EVALUACION DEL PROYECTO

4.1 Incremento de la producción

La comparación entre la producción del área del sub-proyecto con su implementación o sin ella (supuestas las condiciones actuales) se muestra en la tabla 3.4.2.

En caso de efectuar la evaluación a precios económicos se estimará el aumento anual en un valor total de $200,927,000 pesos según lo siguiente:

	Unidad: $ 1,000
San Pedro de Iguaque	16,786
Santa Sofía	66,019
Cáqueza	79,794
Tibacuy	38,328
Total	200,927

4.2 Viabilidad económica

En caso de que la producción de los cultivos se realice como se ha proyectado la TIR que se ha estimado es como sigue:

San Pedro de Iguaque	24%
Santa Sofía	56%
Cáqueza	57%
Tibacuy	41%

Las premisas de dichas estimaciones son:

- Costo de operación y mantenimiento

San Pedro de Iguaque:		$10,262/ha.
Santa Sofía	:	$ 8,862/ha.
Cáqueza	:	$ 7,480/ha.
Tibacuy	:	$ 7,765/ha.

- Costo de renovación

Juego de aspersor	:	cada 10 años	$15,000/ha
Manguera	:	cada 5 años	$ 5,000/ha

- Costo de reparación

Canal abierto	:	Se estima en un 4% del costo de construcción a partir del séptimo año de implementación.
Derivadora	:	Se estima en un 4% del costo de construcción a partir del séptimo año de implementación.
Reservorio	:	Se estima en un 4% del costo de construcción a partir del séptimo año de implementación.
Tanque	:	Se estima en un 4% del costo de construcción a partir del séptimo año de implementación.

4.3 Ingreso y mano de obra de una familia campesina modelo

El tamaño de cada familia campesina modelo en cada área del sub-proyecto se muestra en la figura 4.3.2.

Los resultados de las estimaciones del ingreso y la mano de obra después de realizado el proyecto son los siguientes:

Concepto	Estimaciones con proyecto (año meta)	Situación actual	Incremento
Ingreso agrícola ($ 1,000)	305 - 417	57 - 260	199 - 293
Mano de Obra (Hombre/día)	606 - 985	378 - 580	228 - 405

Tabla 4.3.1 INGRESOS INCREMENTAL DE UNA FAMILIA CAMPESINA MODELO

Unidad:$1,000

Area del sub-proyecto		Sin Proyecto	Con Proyecto
San Pedro de Iguaque	Ingresos brutos	426	854
	Desembolso	420	653
	Beneficio neto	6	205
	Renta neta	106	305
Santa Sofía	Ingresos brutos	272	668
	Desembolso	268	371
	Beneficio neto	4	297
	Renta neta	57	350
Cáqueza	Ingresos brutos	303	721
	Desembolso	296	433
	Beneficio neto	7	288
	Renta neta	210	491
Tibacuy	Ingresos brutos	340	668
	Desembolso	320	441
	Beneficio neto	20	227
	Renta neta	260	467

Nota: Dentro del ingreso se excluye el costo de operación y mantenimiento y el interés de crédito agrícola.

Tabla 4.3.2 MANEJO AGRICOLA DE UNA FAMILIA CAMPESINA MODELO EN CADA AREA DE LOS SUB-PROYECTOS

Concepto \ Area del sub-proyecto		San Pedro de Iguaque	Santa Sofía	Cáqueza	Tibacuy
Número de familia		6	6	6	4
Mano de obra campesina		(4)	(3)	(3)	(3)
Predio (ha)	Tierra cultivada	2.0	0.8	1.1	0.5
	Pasto	1.0	1.5	0.3	0.5
	Frutales	–	0.1	–	0.1
	Cafetales	–	–	–	0.9
	Total	3.0	2.4	1.4	2.0
Superficie destinada a los cultivos (ha)	Papa	1.0 (0.4)			0.1
	Trigo	0.1 (0.1)	0.1		
	Maíz	0.25 (0.1)	0.1	0.22	0.1
	Leguminosas	1.05 (0.6)	0.7	0.66	0.5
	Cebollas	0.3 (0)	0.6	0.44	0.2
	Hortalizas	0.45 (0)		0.44	0.2
	Total	3.15 (1.2)	1.5	1.76	1.1
Animales Domesticos (Cabeza)	Vacas	4	6	2	3
	Terneros	(2)	(3)	(1)	(2)
	Ovejas, Carneros	5	2	2	
	Cerdos	2	2		
	Mulos, Caballos	1	1	1	1
Cultivos para comercialización		Papa, Haba, Arveja, Cebolla rama, Remolacha, Zanahoria	Frijol Haba, Arveja Cebolla, Ajo Zanahoria, Hortalizas, Curuba, Otros	Frijol, Habichuela, Cebolla, Tomate, Pepino cohombro.	Frijol, Arveja, Habichuela, Cebolla, Tomate, Pepino cohombro, Fruta, Café.

Nota: 1) A partir de la encuesta y la entrevista de las familias campesinas se estimó: el número de familias (Mano de obra campesina), la superficie destinada a cada cultivo, las cabezas de animales.
2) Con base en el patrón de cultivo propuesto se ha estimado la superficie destinada a los cultivos.
3) Las cifras dentro del paréntesis en lo referente a San Pedro de Iguaque son las superficie destinadas a cultivos sin riego, que se incluyen en las cifras con notación normal. (Ver anexo C.)

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El resultado de examinar las posibilidades de desarrollo y justificación del proyecto con base en los problemas y la situación actual de las áreas de los sub-proyectos, se propone instalar las facilidades de riego para cumplir con la meta de alcanzar la superficie beneficiada que se detalla a continuación:

San Pedro de Iguaque	176 ha.
Santa Sofía	239 ha.
Cáqueza	417 ha.
Tibacuy	258 ha.
Total	1,076 ha.

Para la instalación de las facilidades de riego, construidas en otros proyectos al mismo nivel, que en la región de ladera en Colombia, se estima el costo total requerido de construcción en 150 millones de pesos colombianos, y en $145,000(US$720) por hectárea. Mientras que se estima el costo total requerido del proyecto en 180 millones de pesos colombianos, incluyendo la tasa de mano de obra ofrecida por los campesinos y el costo de supervisión. Si este valor se calcula por hectárea, será aproximadamente de $ 173,000 (US$ 860/ha.).

Este valor está al mismo nivel de otros proyectos semejantes que están siendo ejecutados en Colombia.
En caso de realizarse el proyecto, el beneficio esperado por año-meta se estima aproximadamente en 200 millones de pesos, con una TIR entre el 24 - 57% .

5.2 Recomendaciones

(1) Este proyecto deberá estar preparado para poder comenzarse inmediatamente desde el punto de vista de la viabilidad económica y la urgente necesidad de implementación por parte de las autoridades del gobierno colombiano relacionadas.

Como lo especifica el cronograma de ejecución, es necesario previamente hacer un proyecto piloto de los sistemas de riego en tres áreas de los sub-proyectos excepto Cáqueza, y a continuación es aconsejable comenzar la ejecución de los proyectos de los otros sistemas de riego.

(2) El objetivo principal del proyecto piloto será demostrar los efectos de la tecnología y manejo agrícola del riego.

Por consiguiente, es necesario prestar asesoría para la operación y el manejo del agua, la técnica del cultivo , la organización de la asociación de usuarios del sistema, y a cada agricultor mediante las autoridades del gobierno colombiano como el ICA e HIMAT.

(3) Debido a que este proyecto se realiza por solicitud de los agricultores, se han comprometido a ofrecer la mano de obra y el terreno requerido para su ejecución, por parte de los beneficiarios. En primer lugar, para promover una construcción sin obstáculos se requiere preparar y organizar la cooperación entre los agricultores.

(4) Para conseguir el éxito de este proyecto es necesario prestar la asesoría técnica a los agricultores y establecer un sistema integrado de técnica agrícola incluyendo la operación y el manejo del agua y la operación y el mantenimiento de las facilidades de riego hasta después de la conclusión del proyecto.

Además, se propone a parte de los referente a los proyectos pilotos lo siguiente:

- Organizar la asociación de los usuarios del sistema y prestar la asistencia técnica a quien administre el agua.
- Reforzar el sistema de asistencia y establecer una buena relación con las organizaciones de asistencia existentes. (Prestar asesoría para el manejo agrícola incluyendo la conservación del suelo,la operación y el manejo del agua)
- Fortalecer la cooperativa de productores (especialmente en lo que respecta al sistema de comercialización) con relación a este proyecto.

(5) Los ítems que se deberán examinar en el futuro son como siguen:

- En este proyecto no se propone la construcción de un reservorio debido a que se puede regar la tierra cultivada dentro de la cuenca con el agua de la quebrada Palonegro , pero existe el lugar apropiado para que se pueda almacenar un volumen de aproximadamente 10,000 m3 en el hondón hacia la margen derecha, aguas abajo de la quebrada Palonegro.
  Por lo tanto, deberá considerarse el uso de este lugar en caso de que se aumente la demanda del agua en el futuro.
- En el área del sub-proyecto de Cáqueza se considera el plan de aprovechar el agua del río Palmar como alternativa. A pesar de que en este proyecto se decidió no admitir este plan por el derecho de agua existente con el que se puede regar todas las tierras cultivadas, aproximadamente 600 ha. incluyendo el área que se excluye en este proyecto, suponiendo que se conduzca el agua a la parte superior norte del área del sub-proyecto de Cáqueza, por el canal (longitud, aproximadamente 8,500 m.) después de tomarla del río Palmar en Pueblo Viejo (Cota: 2,300 m.s.n.m., Area de captación: 60.5 km^2).

En este proyecto se ha excluido la tierra cultivada que no puede usar el agua de la quebrada debido a que está ubicada en la parte arriba y porque son pequeñas superficies dispersas. Por lo tanto, deberá considerarse el uso del agua almacenada en la época de lluvia después de haberse construido un pequeño reservorio para cada agricultor en estas áreas.

(Las necesidades de agua de un período entre un mes y dos meses para las temporadas de siembra y plantación son aproximadamente de 400 m^3 por hectárea.)

- Aunque no se incluye la zona erosionada en gran escala en el área del sub-proyecto, puede observarse este problema de la erosión en los terrenos colindantes. En esta zona es necesario tomar las medidas suficientes para prevenir la expansión de los daños separadamente.
- Hay un camino de acceso desde la carretera principal hasta el área del sub-proyecto. Pero, para intentar aún más el desarrollo de la zona rural, es deseable que se mejore el revestimiento del camino en el futuro.
- En el área del sub-proyecto de Tibacuy se podrá asegurar fácilmente el agua para el lavado del grano de café pero el desagüe después del lavado produce problemas de contaminación del agua.

  Por esta razón, para el tratamiento del lavado del grano de café y su desgrano es necesario tomar medidas separadamente para que se realice en un establecimiento común, en el cual se dispondrá la planta depuradora de aguas residuales.

(6) Items que deberán ser investigados continuamente por el HIMAT en el futuro.

- Observaciones de las precipitaciones y el caudal de la quebrada en el área del sub-proyecto.

  A continuación y en adelante, las observaciones de las precipitaciones hechas por medio de un fluviómetro instalado, y mediciones del caudal por medio de un vertedor triangular y vertedor rectangular instalados por este proyecto, deberán utilizarse en aspectos de diseño definitivos, operación y mantenimiento.

- Tenencia y distribución de la tierra cultivada.

  Debido a que el agua disponible en este proyecto es poca, en principio, se ha proyectado el área destinada para el riego sólo la tierra cultivada ordinaria existente. Sin embargo, es necesario investigar detalladamente sobre la tenencia de la tierra y su uso, localización y extensión de la tierra cultivada ordinaria a ser regada por cada agricultor hasta la fase del diseño definitivo.

(7) Otros

Desde el punto de vista del objetivo de este proyecto, en el programa de pequeño riego en ladera es deseable acortar el período requerido para el estudio lo más posible. Por esta razón, es favorable hacer la normalización del proyecto.

En este proyecto se ha seleccionado cuatro áreas de los sub-proyectos, las cuales tienen unas características propias de sus áreas y el contenido de las informaciones obtenidas. En consecuencia de esto, se considera que es posible la aplicación en las áreas semejantes debido a que se ha usado el método de análisis

correspondiente a cada condición para poner en establecimiento el proyecto.

Estos puntos principales son como sigue;

- El análisis en caso de que se pueda conseguir los datos de la hidrometría de las quebradas, y el análisis en caso de que no se puedan conseguir los mismos.
- La manera de determinación de la extensión irrigable de diseño.
- La determinación del tamaño y la estructura del sistema de riego.
- La manera del sistema de tubería y el método de riego en ladera.

JICA