

5.2 PLAN PARA PRODUCCION AGROPECUARIA

5.2.1 Lineamientos Básicos

El presente plan pretende cambiar los terrenos para pastos cuya productividad es baja y las variedades tradicionales de café, a terrenos para siembras de alta productividad y elevar los ingresos de los agricultores.

Los lineamientos básicos para la producción agropecuaria son los siguientes:

1) Mantenimiento de la producción pecuaria

En vista de que la demanda de carnes y productos lácteos en el Departamento ha sido elevada, la producción actual pecuaria se mantendrá "con" el proyecto. De acuerdo al cambio, la tierra para pastos se reducirá; pero gracias a la técnica mejorada de cría y a la introducción de la variedad mejorada de pasto, se alcanzará la producción actual.

2) Elevar la tasa de autoabastecimiento de alimentos por medio de la diversificación de los productos.

Se fomentará la siembra de cultivos recomendados por la Secretaría de Agricultura de la Gobernación del Quindío, que se aplicará a las tierras marginales para el cultivo del café.

Actualmente el consumo de la mayoría de las frutas y las hortalizas del departamento del Quindío depende de otros departamentos. Por lo tanto, de acuerdo a la ejecución de la diversificación, se pretende elevar la tasa de autoabastecimiento de frutas y hortalizas del departamento.

3) Producción de materias primas para la agroindustria

Actualmente se está construyendo en el municipio de Armenia, una fábrica para transformación de jugos concentrados; cuyo funcionamiento iniciará en junio de 1991, según lo planeado. El Comité Departamental de Cafeteros del Quindío está fomentando el

aumento de la producción de materias primas destinadas a ésta fábrica.

Los sectores de la Margen Derecha y la Margen Izquierda del Río Quindío - (2) del área del Estudio, se encuentran dentro de la zona del plan para fomentar el aumento de producción de cítricos. Por lo tanto, en estos sectores, se promueve la producción de materias primas para producción de jugos concentrados.

El Fondo de Promoción de Exportaciones (PROEXPO) ofrece apoyo para producción de los cultivos, con miras a la exportación, los cuales, en su mayoría son exportados después de ser elaborados; encontrándose dentro de ellos, muchos de los cultivos que se están incluidos en la lista de los cultivos recomendables, apropiados para el área del presente Estudio.

Por lo tanto, al seleccionar cultivos para el proyecto se considera su posibilidad para exportación y agroindustria.

4) Conservación del medio ambiente

De acuerdo a la adecuación de los cultivos según las diferentes condiciones agroclimáticas, y a la introducción de la rotación de cultivos, se aliviará la erosión de las tierras y se elevará su capacidad para formación de los recursos hídricos. Además, por medio de la introducción de plantas forrajeras y árboles de barreras y rompevientos, se les suministran leñas a los agricultores y se conserva la actual superficie de los bosques.

5) Conceptos básicos para producción de cultivos

En base a las condiciones físicas, los siete sectores del área del Estudio se pueden dividir en cuatro grupos. Considerando los lineamientos citados, la tabla siguiente muestra por grupos separados, el resumen de los productos de la producción ampliada.

Grupo	Sector	Características de las Condiciones Naturales	Principales cultivos de la Producción Ampliada
1	Circasia	Alta precipitación, Baja temperatura	Hortalizas, frutas
2	Margen Derecha y Margen Izquierda - (2)	Tierra óptima para la siembra de café	Producción de materia prima de jugos
3	Margen Izquierda - (1)	Terreno llano, mal drenaje	Cultivos transitorios (productos alimenticios)
4	Salento, Pijao y Génova	Pendientes escarpadas	Frutas

5.2.2 Selección de los cultivos a introducir

En la Tabla 5.3 se muestra por grupos separados, la adaptabilidad de los cultivos; y los principales cultivos prometedores por sector se muestra en la Tabla 5.4. (Todos los cultivos posibles de introducir véase el Anexo D).

La selección de los cultivos a introducir se efectuó tomando en cuenta principalmente, los cultivos Prometedores por sector se muestra fomentados por la Secretaría de Agricultura de la Gobernación del Quindío, y el Comité Departamental de Cafeteros del Quindío; además se anotaron los lineamientos citados anteriormente y los puntos presentados más abajo.

- 1) Condiciones físicas (meteorología, hidrología, configuración terrestre, suelo, altitud, etc.)
- 2) Conocimientos técnicos de los agricultores (experiencias en siembra, el tamaño de la finca, etc.)
- 3) Mercadeo (demanda, precio)

Aunque la mayoría de los cultivos a introducir se siembran actualmente en el área del Estudio, las cosechas destinadas al mercado son pocas.

Por lo tanto, existe la necesidad de establecer el sistema de siembra apropiado después de realizar ensayos experimentales en varios sitios de diferentes condiciones agroclimáticas.

5.2.3 Conservación del medio ambiente

A excepción de la Margen Izquierda del Río Quindío - (1), el área del Estudio en su mayoría consta de pendientes.

Actualmente, se observa la erosión del suelo tanto en las tierras para cultivos como para las de pastoreo.

En la zona montañosa, importante por ser fuentes de agua, debido a la deforestación para el abastecimiento de leñas a los agricultores, el área de los bosques se ha reducido causando daños provenientes de la avalancha en las corrientes inferiores, etc.

Con la finalidad de conservar las tierras fértiles, hacerlas posible para el uso agropecuario en forma permanente y mantener la capacidad de tierras como una fuente de recursos hídricos, se facilita la difusión de cultivos de acuerdo a las condiciones agroclimáticas y la campaña educativa para la conservación del ecosistema.

La reforma de la técnica de la administración de la tierra, basada en el modo de cultivo, la selección de los cultivos de siembra, y su rotación de acuerdo a la combinación de cada cultivo, será un importante tema a investigar, por el centro de la investigación y extensión propuesto en el presente proyecto.

Actualmente, las medidas que se podrían tomar son las siguientes.

Tierras de pendientes suaves:

Realizar la siembra a lo largo de las curvas de nivel, y dependiendo del fomento del cultivo asociado y del cultivo intercalado, fomentar un estilo de plantación que minimice en lo posible el tiempo en que se dejan las tierras sin cultivo.

Cafetales:

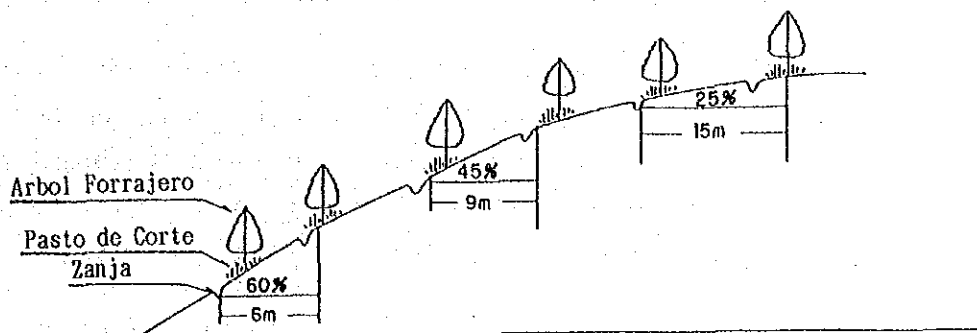
Actualmente, aún en las pendientes empinadas se emplea la azada para desyerbar, siendo éste motivo de la erosión. Mientras que proceder con el machete causa menos erosión, pero resulta más costoso debido a que se necesita desyerbar cada dos meses, por lo que casi no se lleva a cabo. Para hacerles comprender a los agricultores la importancia de conservar la tierra, se fomentarán las actividades de difusión. Debido a que el tiempo para exponer las tierras en los cafetales es muy largo, durante el período de transplante y la renovación por soca, al asociar el café con otros cultivos y realizar la cobertura de la tierra, se evita la erosión del suelo.

Pastizales:

La mayoría de las pastizales se encuentran en pendientes, y al no realizarse la renovación de los pastos en su mayoría, éstas se convierten en mala yerba. De este modo, además de que la administración de los pastos es inadecuado, se observa bastante la erosión de suelo debido al pastoreo continuo. Como medidas a tomar es necesario establecer las fajas contra erosión, por medio de las plantas forrajeras y los pastos de corte. Además, en vez de realizar la renovación de los pastos en toda el área al mismo tiempo; es necesario de acuerdo a la curva de nivel, dividir la tierra por fajas e ir realizando la renovación por etapas.

Tierras de pendiente escarpada:

Respecto a las laderas, existe el problema de la pérdida de la superficie del terreno debido a la erosión por agua y por viento. Así, para evitar estos dos agentes, al igual que en el caso de los pastizales, se fomentará el establecimiento de las barreras contra erosión. Estas barreras se establecerán a lo largo de las curvas de nivel. Un modelo de esta medida se muestra más abajo.



BOSQUEJO DE BARRERA CONTRA EROSION

5.2.4 Plan de Cultivo

El plan de cultivo se ha formulado de acuerdo a los lineamientos básicos del plan del uso de la tierra (5.1) y el plan para producción agropecuaria (5.2).

(1) Area cultivada

El área cultivada con el proyecto tal como se señala en la Tabla 5.5, fué planteado tomando como fundamento los articulos siguientes:

⊙ Cambio de los cafetales tradicionales a campos de frutas

La mayoría de las tierras con la variedad tradicional de café en los sectores del Grupo 1 y Grupo 4, se encuentran en áreas marginales para la siembra de café. De modo que, aunque se desee cambiarlas por la siembra de la variedad mejorada, no se puede esperar un alto rendimiento; así que, en este proyecto se cambiarán por árboles frutales que son de mayor rentabilidad. Además, el café tradicional de las tierras óptimas se encuentra en las áreas fomentadas por el Comité Departamental de Cafeteros para la producción de cítricos, de modo que será sustituida por árboles frutales de mayor productividad que la variedad mejorada de café.

② Cambio de los pastizales en cultivos de hortalizas y frutas

Mediante el mejoramiento de pastos y de la capacidad de carga por hectárea, se logrará el nivel actual de producción bovina, aunque se disminuyan los pastizales actuales. Los pastizales disminuídos se destinarán para otros cultivos. La capacidad de carga planeada de cada grupo se presenta más abajo.

Grupo	Unidad: cabeza/ha.			
	1	2	3	4
Situación actual	0.86	2.00	1.83	0.60 - 0.67
Plan	2.00	2.00	2.00	1.00

Grupo 1 (Sector de Circasia):

Considerando la precipitación, temperatura, suelo, condiciones de la configuración terrestre, cantidad de pastizales en descanso y dependiendo además, de la difusión de las técnicas para el manejo de pastos y de cría, se evaluó que este grupo tiene el potencial para poder realizar la misma productividad de un área del departamento del Quindío bastante avanzada en ganadería. De este modo, la meta de la capacidad de carga se determinó en 2.0 cabezas/ha.

Grupo 2 (Sector de la Margen Derecha-Margen Izquierda - (2) del Rfo Quindío):

En la actualidad, se realiza el riego para el pasto, y debido a la difusión de técnicas avanzadas, como son la siembra de pastos mejorados se mantendrá la capacidad de carga actual.

Grupo 3 (Sector de la Margen Izquierda del Rfo Quindío - (1)):

Este sector está representado por pastos naturales, los cuales ocupan aproximadamente un 90% de todos los pastos. Se considera que sus tierras tienen un potencial para lograr la misma capacidad de carga que un área avanzada en ganadería del departamento del Quindío. De este modo, la capacidad de carga se planeó en 2.0 cabezas/ha.

Grupo 4 (Sector de Salento, Pijao y Génova):

Los pastos naturales predominan en este grupo y las tierras ocupadas por éstos podrán elevar su productividad con la introducción de pastos mejorados. Sin embargo, considerando la configuración terrestre y la precipitación, la capacidad de carga de este grupo se determinó en 1.0 cabeza/ha., correspondiente al 50% de un área avanzada.

③ Mantenimiento de tierras mecanizadas para los cultivos transitorios

El sector Margen Derecha del Río Quindío ya se ha mecanizado para los cultivos transitorios, por lo que se mantendrán las actuales tierras de cultivos.

2) Plan de siembra

En base al plan de siembra de los diferentes cultivos citados más abajo, se planeó la rotación de cultivos. Los aspectos más sobresalientes son como lo muestra la Fig. 5.1.

A. Hortalizas

- Solamente se realizarán estas siembras en las zonas 1 y 2.
- En el sector de Circasia aprovechando su alta precipitación, se realizará la explotación de hortalizas, en forma tal que se cosechen cuando los precios suben en la época de sequía. Es decir, sembrar los productos secundarios a principio de la temporada de lluvia, disminuyendo la densidad de la plantación, y a mediados de la temporada de lluvia realizar el cultivo mixto sembrando las hortalizas principales de alta rentabilidad.
- En la tierra de siembra, para evitar los daños provenientes del cultivo consecutivo y para economizar los fertilizantes, se alternará por ciclos convirtiéndose en tierra de pasto.
- Para evitar la erosión durante la renovación por soca del café, y para elevar la productividad, se introducirá la siembra de hortalizas en las tierras de la pendiente moderada y en los llanos. En ese caso, los cultivos leguminosos se sembrarán

antes que las siembras de las hortalizas, elevando así la fertilidad del suelo.

B. Cultivos transitorios

- El cultivo independiente se llevará a cabo en las áreas de las zonas 1, 2 y 4.
Para evitar los daños de las tierras provenientes del cultivo consecutivo, facilitar una asociación de cultivos diferentes.
- La yuca es un producto especial del departamento del Quindío, siendo un producto de grandes ganancias. Sin embargo, el cultivo expropia elementos nutritivos de la tierra en gran cantidad, y se dice que es un causante de la erosión; por lo que se evita su cultivo permanente. Como es un cultivo que demora bastante en germinar, durante su primera etapa de crecimiento, junto a las leguminosas se efectuará el cultivo asociado,, revistiendo la superficie de la tierra y al mismo tiempo se eleva la fertilidad del suelo.
- En las tierras para la siembra de café que se encuentran en pendientes (Zonas 4 y 6), durante el período de la soca se sembrarán leguminosas y se intercalará el cultivo de leguminosas y pasto, revistiendo así la superficie del terreno. En los llanos y en las pendientes moderadas (Zonas 1 y 2) también se llevará a cabo el intercalado con la yuca.

C. Frutas

- En los sectores de Circasia, Salento, Pijao y Génova se efectuarán la siembra de frutas; principalmente en las pendientes (Zonas 4 y 6) estableciendo a lo largo de las curvas de nivel, barreras para evitar la erosión del suelo.
- Introducir la agrosilvicultura en el área donde las pendientes son muy escarpadas (Zona 6), y considerar también la siembra de frutas como el rulo, bajo los bosques.
- Al ser largo el período de la maduración, los cítricos se plantarán intercalado con frutas como el maracuyá, para así asegurar los ingresos de los agricultores.
- Como la siembra de pitaya expone una gran extensión del terreno, para evitar la erosión y para mejorar la fertilidad del

suelo, se llevará a cabo el cultivo asociado con las leguminosas como el frijol.

D. Ganadería

- Los llanos y el área de pendientes moderadas (Zonas 1, 2, 3, 4 y 5) se destinarán al pastoreo. En este caso se utilizarán las plantas de forraje para empalzar, abasteciendo de leña, a la vez que se evita la erosión del suelo.
- Elevar la capacidad de carga, renovando los pastos. En este caso considerando eliminación de la erosión y los aspectos nutritivos, se realizarán plantaciones asociadas de pastos leguminosos y las gramíneas.
- Como medidas a tomar para evitar la erosión de los alrededores de las tierras para la siembra de hortalizas y de árboles frutales de las pendientes, se sembrarán por fajas pastos de corte para ser utilizados después como alimento.
- Se evitará el pastoreo permanente.
- Fomentar la cría de corral, y difundir los pastos de corte.

5.2.5 La Producción Agropecuaria "Con" el Proyecto

El presente proyecto contempla tanto el fortalecimiento de servicios institucionales para el apoyo a los agricultores como el desarrollo del sistema de riego y drenaje, y por medio de éstos se espera el incremento de la producción agropecuaria con respecto a la situación "sin" el proyecto.

Las áreas cultivadas "con" el proyecto fueron calculadas en base al área propuesta para el uso de la tierra, y el rendimiento de los cultivos fue determinado con respecto al rendimiento establecido por la FEDECAFE en su programa de diversificación.

El rendimiento, el área cultivada, y la producción "con" el proyecto se muestran en las tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 (para los detalles de la cantidad de abono, dosis de químicos agrícolas, cantidad de mano de obra, etc., ver Anexo D).

Tabla 5.3 ADAPTABILIDAD DE CULTIVOS POR SECTOR

Cultivos	Grupo Sectores																					
	Café Techn.	Cebolla B.	Tomate Ch.	Arveja	Cebolla J.	Pimentón	Frijol	Maíz	Soya	Sorgo	Citrinos	Pitaya	Maracuyá	Piña	Mora	Lulo	Cruba	Tomate de A.	Yuca	Academia	Plátano	
1 Circasia	▲	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	x	x	x	x	▲	○	○	○	x	x	◎	◎
2 Margen D y Margen I-(2)	◎	◎	◎	x	x	x	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	x	x	x	x	x	◎	◎	◎
3 Margen I-(1)	x	◎	◎	x	x	x	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	x	x	x	x	x	◎	◎	◎
4 Salento, Pijao y Génova	▲	◎	○	◎	◎	△	△	◎	◎	◎	x	x	x	x	○	◎	◎	◎	▲	▲	○	○

Nota : ◎ Apto en tierras mayor del 80 % del total
 ○ Apto en tierras de 50 - 80 % del total
 △ Apto en tierras de 20 - 50 % del total
 ▲ Apto en tierras menor del 20 % del total
 x No hay tierras aptas

Tabla 5.4 CULTIVOS PROMETIDOS POR SECTOR

Cultivos	Sector	Circasia	Margen Derecha E Izquierda-(2)	Margen Izquierda-(1)	Salento, Pijao Y Génova
Hortalizas		Tomate, Arveja, Repollo, Cebolla Junca, Lechuga, Cebolla Cabezona, Zanahoria	Tomate	-	Tomate, Cebolla Junca, Cilantro, Cebolla Cabezona, Repollo
Transitorios		Frijol	Soya, Sorgo, Maíz, Frijol, Yuca	Frijol, Soya, Sorgo, Maíz	Frijol
Frutales		Mora, Lulo, Tomate de Arbol	Maracuyá, Cítricos, Pitaya, Plátano		Mora, Lulo, Tomate de Arbol
Paso					
-Pastoreo		Kikuyo, Yaragua, Rye Grass, Micay,	Estrella de la India, Puntero, Brucharia Humidicola, Para,	Estrella de la India, Para, Brucharia Humidicola, Puntero,	Kikuyo, Yaragua, Rye Grass, Micay,
-Corte		Imperial 60, King Grass,	King Grass, India, Imperial 60,	King Grass, India,	Imperial 60, King Grass,
-Arboles		Quiebrabarrigo, Chachafruto	Matarrañon, Leucaena	Matarrañon, Leucaena	Quiebrabarrigo, Leucaena, Chachafruto
Rompevientos Y Leña		Eucalyptus Grandis, Nogal, Guamo, Vainillo	Eucalyptus Grandis, Nogal, Guadua	Eucalyptus Grandis, Guadua, Nogal, Guamo	Eucalyptus Grandis, Pino, Cipres, Cedro, Guamo, Vainillo
Otros		Limoncillo, Morera, Guadua	Limoncillo, Morera, Guadua	Guadua, Limoncillo	Guadua, Limoncillo, Morera

Tabla 5.5 COMPARACION DEL USO DE LA TIERRA "CON" Y "SIN" PROYECTO

Uso de la Tierra	Circasia		Salento		Margen D.		Margen I-(1)		Margen I-(2)		Pijao		Génova	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Cultivos Transitorios	5	195	2	13	213	213	276	310	0	0	3	10	1	0
Café	667	246	125	46	834	763	0	0	64	58	298	36	280	43
Frutas-(1) *	0	606	0	0	336	371	0	0	1	1	2	0	0	0
Frutas-(2) **	-	596	-	212	-	42	-	0	-	7	-	414	0	364
Pastos	1,660	714	425	285	330	330	267	244	82	82	361	224	210	126
Bosques	370	370	89	89	321	321	56	56	27	27	97	97	63	63
Descanso	25	0	4	0	6	0	11	0	1	0	20	0	41	0
Otros	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	0	0
Total	2,735	2,735	645	645	2,040	2,040	610	610	175	175	800	800	595	596

Nota : * Cultivos de las tierras de pendiente moderada

** Cultivos de las tierras de pendiente escarpada con necesidad de medidas contra erosión

Sin: Sin proyecto

Con: Con proyecto

Tabla 5.6 METAS DE RENDIMIENTO DE CULTIVOS

CULTIVOS	RENDIMIENTO	
	Sin Proyecto	Con Proyecto
Hortalizas		
Cebolla de bulbo	-	15.0
Tomate chonto	23.8	43.0
Arveja	-	7.0
Cebolla Junca	-	38.0
Pimentón	-	12.0
Cultivos Transitorios		
Frijol	0.8	1.2
Maíz	1.9	3.0
Soya	2.1	2.5
Sorgo	3.8	4.5
Cultivos Permanentes		
Cítricos	18.0	24.0
Pitaya	-	8.0
Maracuyá	-	25.0
Piña	-	80.0
Mora	8.8	16.7
Lulo	8.0	10.0
Curuba	6.0	10.7
Tomate de árbol	22.1	25.0
Otros Cultivos		
Yuca	18.0	20.0
Plátano	12.3	15.0

Tabla 5.7 AREA CULTIVADA "CON" PROYECTO

CULTIVOS	Plátano													Total				
	Tomate	Cebolla de Bulbo	Arveja	Frijol	Soya	Sorgo	Maíz	Yuca	Café	Asoci.	Indep.	Cítricos	Pitaya		Maracuyá	Mora	Lulo	Tomate de Arbol
Circasia	254	79	14	14	0	0	0	0	197	14	0	0	0	0	265	265	265	1,367
Salento	8	8	0	5	0	0	0	0	37	17	0	0	0	0	46	46	46	213
Margen Derecha	17	0	0	112	160	40	40	67	610	325	120	150	60	12	0	0	0	1,713
Margen Izquierda-(1)	0	0	0	0	331	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	496
Margen Izquierda-(2)	2	0	0	8	0	0	0	2	46	9	0	6	0	0	0	0	0	73
Pijao	6	6	0	4	0	0	0	0	29	23	0	0	0	0	83	83	83	317
Génova	0	0	0	4	0	0	0	0	34	18	0	0	0	0	73	73	73	275
Total	287	93	14	147	491	205	40	69	953	406	120	156	60	12	467	467	467	4,454

Tabla 5.8 PRODUCCION AGRICOLA "CON" PROYECTO

CULTIVOS	Tomate		Plátano														
	Chonto	Cebolla de Bulbo	Arveja	Frijol	Soya	Sorgo	Maiz	Yuca	Café	Asoci.	Indep.	Cítricos	Pitaya	Maracuyá	Mora	Lulo	Tomate de Arbol
Circasia	10,922	1,185	98	14	0	0	0	0	394	63	0	0	0	0	4,426	2,650	6,625
Salento	344	120	0	6	0	0	0	0	69	68	0	0	0	0	701	420	1,050
Margen Derecha	731	0	0	134	400	180	120	1340	1,318	2,275	1,800	3,600	480	300	0	0	0
Margen Izquierda-(1)	0	0	0	0	828	743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Margen Izquierda-(2)	86	0	0	10	0	0	0	40	97	63	0	144	0	12	0	0	0
Pijao	258	90	0	5	0	0	0	0	46	92	0	0	0	0	1,386	830	2,075
Génova	0	0	0	5	0	0	0	0	49	72	0	0	0	0	1,219	730	1,825
Total	12,341	1,395	98	174	1,228	923	120	1,380	1,973	2,633	1,800	3,744	480	312	7,732	4,630	11,575

Figura 5.1 ROTACION PROPUESTA DE CULTIVOS

	É	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	É	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cultivos Transitorios																								
Período de Renovación del café																								
Área de Pendiente Suave																								
Área de Pendiente Escarpada																								
Área de Pendiente Escarpada																								

Circasia

	É	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	É	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cultivos Transitorios																								
Período de Renovación del café																								
Área Plana o Pendiente Suave																								
Área Plana o Pendiente Suave																								
Área de Pendiente Escarpada																								
Área de Pendiente Escarpada																								
Pitaya																								
Pitaya																								
Año																								
Cítrico																								

5.3 PLAN PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL Y EL MERCADEO

5.3.1 Lineamientos Básicos del Plan

A excepción del café, ningún otro agroproducto producido en el departamento del Quindío tiene un mercado seguro ni un canal de comercialización bien establecido. Esto constituye el motivo del atraso de las actividades de la diversificación de los productos. Además del café, productos tales como la yuca, el plátano, la naranja y el tomate chonto se venden fuera del departamento y son bien apreciados por estos mercados; pero el canal de comercialización de los productores al mercado no es el apropiado, estas circunstancias desfavorables de mercadeo están en contra de los intereses de los productores.

Por otra parte, aunque el Quindío es un departamento agrícola, las actividades industriales que toman los cultivos como materia prima para elaborarlos, están atrasados, perjudicando las actividades económicas de la región.

Las situaciones citadas arriba son bien entendidas por los dirigentes del departamento, por lo que varios planes y programas han sido propuestos. Dentro de éstos, como más importantes se citan los siguientes:

- ① Establecimiento de un Comité Agroindustrial del Departamento del Quindío.
- ② Plan de diversificación del Comité Departamental de Cafeteros
- ③ Plan de construcción de la Central Mayorista de Armenia
- ④ Plan de reconstrucción de la Cooperativa de Productores Hortofrutícolas

Dentro de éstos, las actividades del ① y el ② ya han comenzado. Mientras, para el ③ y el ④ se finalizó el estudio para profundizar en la posibilidad de su realización, y se estudia la forma para financiar capital necesario para dicha ejecución.

Debido a que estos planes están relacionados directa o indirectamente con el presente proyecto, las medidas a tomar respecto a los planes de

mercadeo de los cultivos y de la agroindustria, se harán tomando en cuenta el contenido de estos planes mencionados y poniendo cuidado en la coordinación con éstos.

5.3.2 Plan de Mercadeo

(1) Plan de mercadeo

Exceptuando a la yuca, el plátano y el frijol, que forman el plato básico de los habitantes del área del Estudio, la gran mayoría de los cultivos producidos aquí son vendidos en mercados fuera del área, como Armenia, Bogota, Medellín y Cali.

La maracuyá es destinada a los mercados internacionales después de haber sido elaborado en las fábricas, y para las frutas como el tomate de árbol, la mora y el lulo, se examinarán las posibilidades para su exportación.

De esta manera, como la mayoría de los cultivos producidos en el área del proyecto se comercializa fuera del área, el presente proyecto no contempla infraestructura de mercadeo sino unos centros de acopio que intervengan entre los productores y los mercados de mayoristas.

Más abajo se describen las perspectivas del mercado de los cultivos que se producen en el área del proyecto, y el plan de mercadeo.

El canal del mercado del café hasta los puertos de exportación, están firmemente establecidos, por lo que se considera no hay necesidad de mejorar este aspecto.

La producción y el mercado del café gozan de la protección del gobierno, debido a que es la principal fuente de ingresos de divisas del país, pero debido a la baja de los precios del café en el mercado internacional, en los últimos años, se duda que la misma situación continúe. En este proyecto de desarrollo agrícola, se pretende cambiar las tierras del café tradicional, en tierras de otros cultivos; pero la cantidad reducida corresponde solamente al 0.7% de la producción del departamento, por lo que el impacto dado a la economía del departamento es insignificante.

El plátano y la yuca son alimentos básicos de la dieta de los colombianos, de modo que tienen una demanda establecida, gozando de buena reputación en los grandes mercados de Bogotá, Medellín y Cali, así que las inquietudes en este aspecto son escasas. Sin embargo, al haber demasiado intervenciones entre los productores y el mercado, se acarrearán pérdidas en los ingresos de los productores, actuando éstos a capricho de los negociantes. Por tanto, se propone organizar a los productores y realizar el mercadeo de las cosechas en forma asociada.

Los cítricos son contemplados en el plan de diversificación del Comité de Cafeteros, y como una parte de este plan se incluye la incorporación de una planta procesadora de CICALSA, la cual será el mercado destino de los cítricos. La maracuyá es un importante producto no tradicional de exportación en Colombia, orientada con mejores condiciones de mercadeo. Las plantas de fabricación de jugos concentrados para la exportación de los departamentos de Caldas y del Valle, junto con la planta de CICALSA, serán el destino de las cosechas.

La pitaya es una fruta originaria de Colombia que con su suave aroma y sabor refrescante, ha conquistado tanto el mercado interno como el externo. En este último, es una fruta próspera sin ningún país que pueda competirle. Pero, debido a problemas de índole sanitario que han surgido, su exportación se encuentra paralizada, necesitando urgentemente una resolución a este problema.

La soya (incluyendo el aceite crudo) es uno de los productos más importantes que importa Colombia, por lo que el ministerio de agricultura está poniendo mucho énfasis en el aumento de su producción. De acuerdo al Plan de oferta selectiva de los alimentos, formulado en los tiempos del gobierno de Barco, se estableció la meta de lograr el autoabastecimiento hasta el año 1995, y para esto es necesario triplicar el área cultivada a nivel nacional.

La soya será transportada directamente a las plantas manufactureras de aceite en el departamento del Valle, tal como se ha estado realizando hasta el momento.

El sorgo también es un cultivo con una demanda alta y consistente, es utilizado como materia prima para alimento de animales. El canal del mercado de este cultivo sería la misma que la de la soya.

El tomate chonto es casi el único de las hortalizas producidas en el departamento que tiene mercado dentro y fuera del Quindío, es vendido en los mercados de Bogotá, Medellín, etc.

Relativamente es un producto de alta rentabilidad, pero debido a la fluctuación considerable de los precios, el ingreso de este cultivo se ve grandemente afectado. En este contexto, se recomienda establecer una cooperativa para los productores, y al mismo tiempo que se mide la efectividad del mercadeo, se recomienda establecer un sistema de información de las situaciones de los principales mercados del país.

La cebolla de bulbo y la arveja no se producen a un nivel comercial en el Quindío, éstos son abastecidos de Corabastos en Bogotá y de Cajamarca en Tolima, por lo que éstos cultivos a ser producidos en el área del proyecto, serán destinados a los mercados del departamento, principalmente Armenia. Al igual que en el caso del tomate chonto, se irá explorando el canal del mercado en base al establecimiento de la cooperativa de productores.

Una parte de la producción del maíz y del frijol será para el autoconsumo de los productores, y el resto será vendido a los mercados locales o a los mercados de Armenia.

Actualmente, la producción de la mora, el lulo y el tomate de árbol es baja, destinándose a los mercados internos del departamento, aunque una parte es procesada para la congelación y enviada a Bogotá.

El presente proyecto visualiza una drástica expansión del mercado de estos productos, y para ello propone lo siguiente:

- ① Producir frutas de alta calidad, y con la técnica del IQF (Individual Quick Freezing) exportar principalmente a los mercados europeos.
- ② Llevar a cabo la congelación de las pulpas dentro del departamento, y venderlos a Bogotá, Medellín, Cali, etc.

③ Expedir frutas frescas.

Luego de efectuarse los puntos ② y ③, y una vez se vea en marcha la producción y el mercadeo, se profundizará en la posibilidad de la implementación del punto ①. En cualquier caso, los productores de estas frutas son pequeños y medianos agricultores, por lo que la organización de éstos es un requisito fundamental para poder alcanzar el éxito.

(2) Infraestructura de mercadeo

Como se expuso en el plan de mercadeo, en vista de que la mayoría de los productores son pequeños y medianos agricultores, y actualmente el mercado de estos cultivos se ve afectado por la ausencia de mecanismos establecidos, se propone organizar a los productores para mejorar el mercadeo de los cultivos como el plátano, el tomate chonto, la cebolla de bulbo, la arveja, la mora, el tomate de árbol y el lulo.

El canal de mercadeo propuesto para los cultivos mencionados, se ilustra en la Figura 5.2.

De acuerdo a este bosquejo, en los municipios de Circasia, Salento, Pijao y Génova se establecerán centros de acopio que serán administrados y operados por las cooperativas, y por vía a éstos se realizarán las ventas a los mercados mayoristas o supermercados de Armenia, Bogotá, etc.

Un perfil de estos centros de acopio es presentado en la sección 5.4.2.

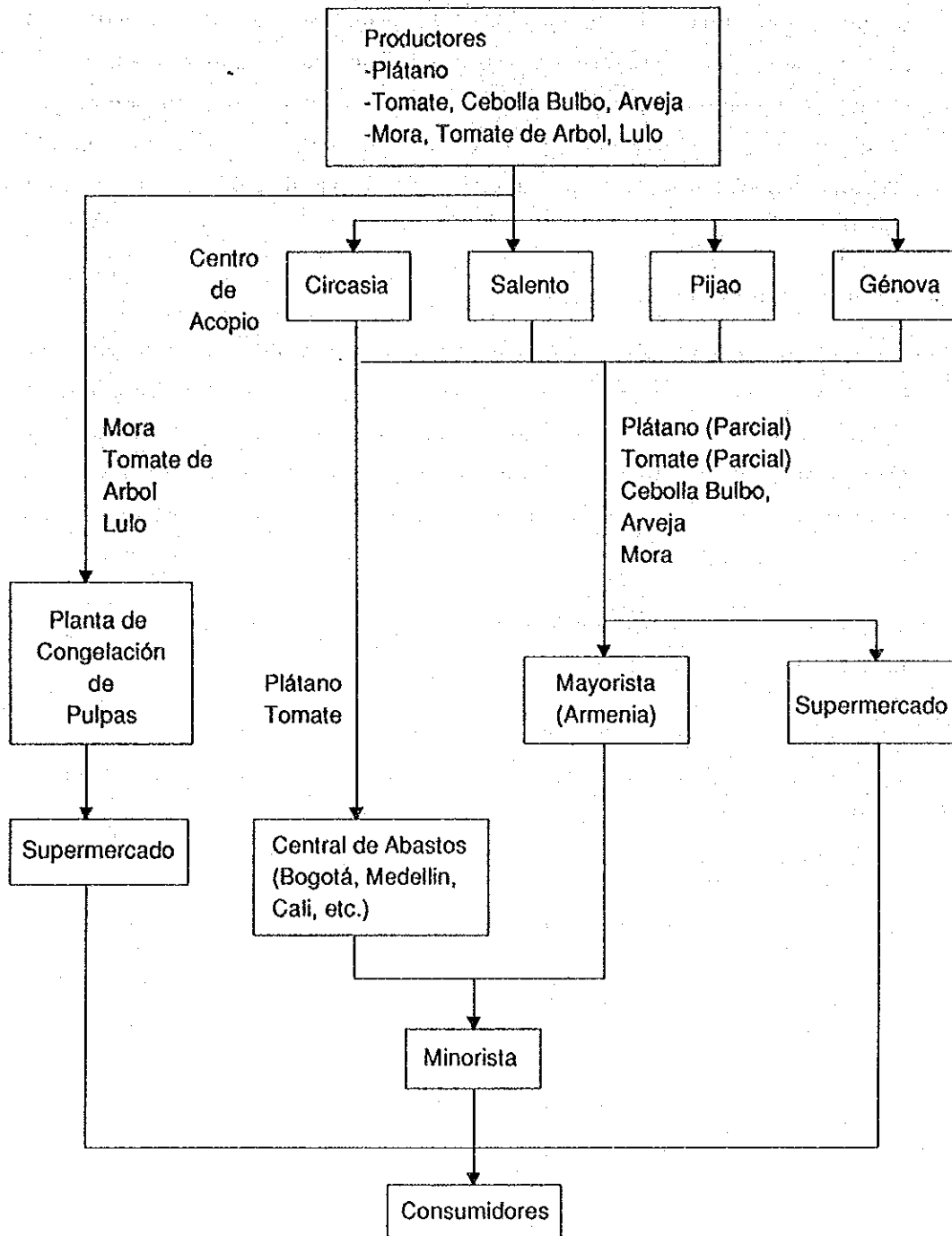


Figura 5.2 PLAN DE MERCADEO PARA PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS

5.3.3 Plan de Desarrollo de la Agroindustria

(1) Lineamientos básicos para el desarrollo

Teniendo en cuenta que la cantidad de agro-productos, fuera del café es limitada en el área del proyecto no parece posible desarrollar una agroindustria en gran escala, Aún en el caso de suministro de materias primas desde fuera del área dado que las condiciones geográficas, acceso y disponibilidad de una fuerza de trabajo calificado y otros factores relacionados constituyen un cuello de botella para el desarrollo de una agroindustria en ésta. Se recomienda por lo tanto, desarrollar instalaciones pequeñas y medianas para transformar materias relacionadas con el agro.

Las ventajas de desarrollar este tipo de empresas son:

- Requieren una inversión relativamente baja.
- En general se utiliza más mano de obra con relación a la capacidad de producción
- En algunas ocasiones es posible instalar una planta dentro de la finca o en áreas rurales aisladas.
- Más simple uso de tecnología y administración.
- La utilización de la planta a plena capacidad se hace más pronto.

(2) Plan de instalación de plantas

Se instalarán plantas para la congelación de las pulpas de los frutos del lulo, tomate de árbol y mora, en Circasia (2 plantas), Salento, Pijao y Génova.

Las especificaciones generales de las plantas propuestas son las siguientes:

Tina de escaldado	190 litros
Capacidad de extracción de pulpa	100 - 150 kg/Hora
Llenadora - selladora	420 unidades/Hora
Cuarto de refrigeración	7 m ³
Cuarto de congelación	5 m ³

5.4 PLAN DE INVESTIGACION Y EXTENSION DE TECNOLOGIA AGRICOLA

La mayoría de los cultivos a introducir en el presente proyecto, se producen actualmente en el área del proyecto en pequeña escala o para el autoconsumo. Pero, para que estos cultivos se puedan producir a nivel comercial, se necesitan fortalecer los servicios institucionales para el apoyo de productores así como, investigar acerca de la tecnología de la siembra apropiada y extender sus frutos. El organismo dirigente del centro de investigación y extensión de la tecnología agrícola será la CRQ. El organigrama del centro, se muestra en la Figura 5.3.

La sede central del centro de investigación y extensión será establecida dentro del propietario de la CRQ, en Bremen, municipio de Circasia. Para facilitar el intercambio de información entre las organizaciones del centro los departamentos de la investigación, y la extensión se establecerán en el mismo predio. Además, para lograr una transferencia adecuada de tecnología de los investigadores a los extensionistas y, al mismo tiempo, dar a conocer la problemática de los agricultores encontrados por los extensionistas durante sus tareas en el campo, se establecerá un comité de promoción de la tecnología agrícola, efectuándose en cada período establecido un intercambio entre los investigadores y los extensionistas.

Los investigadores del centro se elegirán de las entidades que forman el "Comité de Promoción de la Tecnología Agrícola del Quindío" - un organismo propuesto en este proyecto, mientras los extensionistas serán elegidos de la Secretaría de Agricultura de la Gobernación.

(1) Organización del Centro

La organización del Centro estará compuesta por 4 laboratorios. El contenido de las funciones de cada laboratorio son las siguientes:

- Laboratorio para la introducción de cultivos

En base a cultivos prometidos por parte del ICA y otros institutos relacionados con la investigación, y las variedades de semilla, se

seleccionarán las variedades y los cultivos más apropiados al área del Proyecto.

- Laboratorio para la práctica cultural

Respecto a los cultivos prometedores, se investigará el método de siembra tomando en cuenta el evitar la erosión de la tierra. La administración agrícola mixta, que mezcla la silvicultura, la ganadería y la siembra de cultivos, y los cultivos apropiados de acuerdo con la vocación agroclimática de cada zona, también se estudiará su posibilidad para introducir.

- Laboratorio para la post-cosecha

Investigará los métodos de mercadeo y elaboración de las hortalizas y frutas; así como el método para el aprovechamiento de subproductos provenientes del beneficio del café.

- Laboratorio para conservación hidrológica

Investigará el método del tratamiento de las aguas residuales del café e inspeccionará la calidad de las aguas de los ríos y quebradas

- Granjas experimentales

Se establecerán en sectores con diferente condición natural, y se realizarán experimentos de rotación de cultivos y de cultivos a introducir. Cada granja experimental tendrá una extensión de 1 - 2 has., que serán arrendadas a los agricultores.

(2) Organización de la Extensión

La organización de la extensión se propone fortalecer la Secretaría de Agricultura del Departamento. El departamento de extensión del centro estará compuesto por la sección de extensión técnica y por la sección de promoción de la organización de los agricultores.

La extensión de las tecnologías se llevará a cabo a través de las asociaciones, no se efectuará de modo particular debido a que el número de agricultores es elevado. Por tanto, la organización de los agricultores es un asunto vital. Se establecerá un organismo educativo dentro de la sección de extensión, para el entrenamiento práctico de los agricultores.

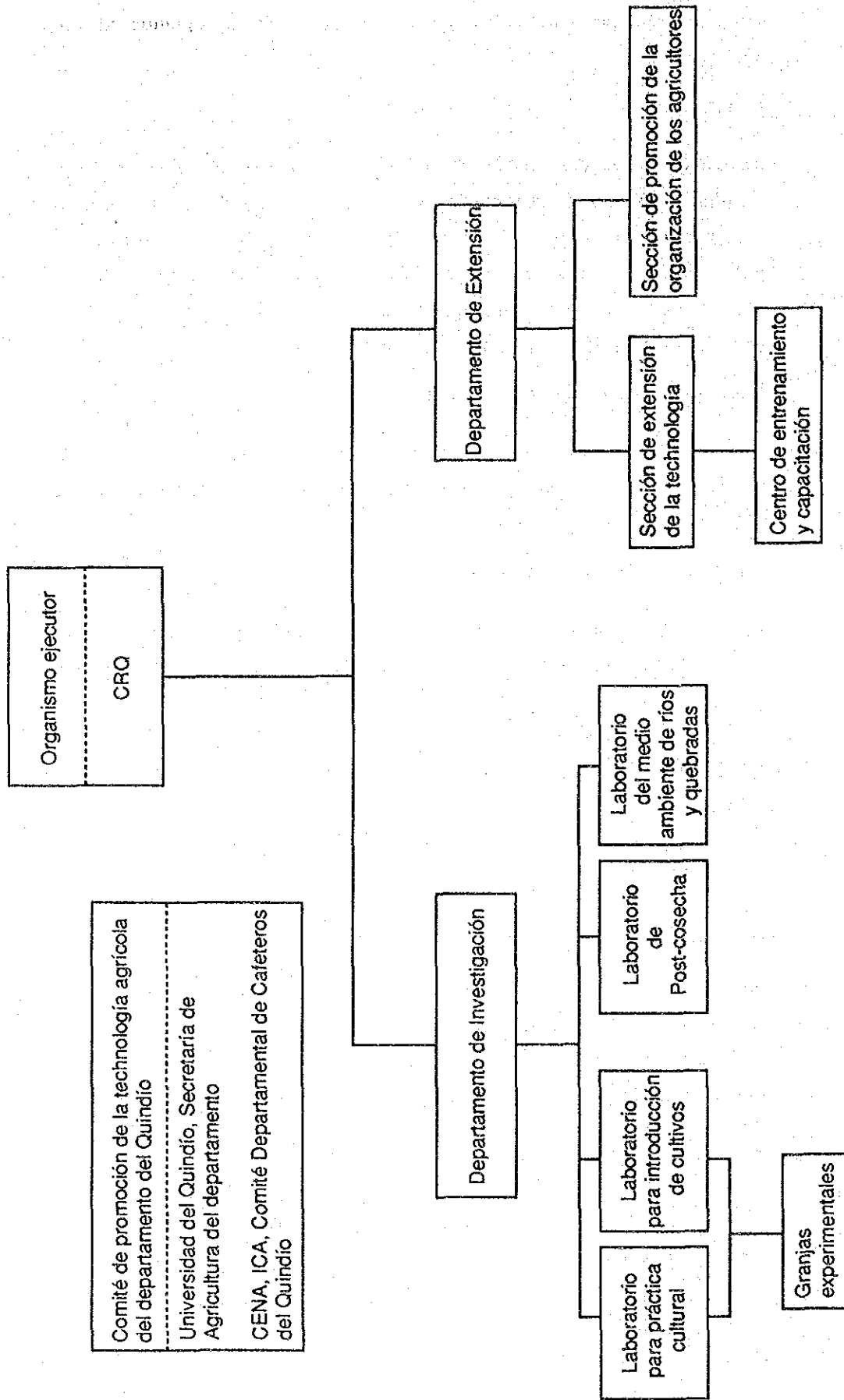


FIGURA 5.3 ORGANIGRAMA DEL CENTRO DE INVESTIGACION Y EXTENSION DE TECNOLOGIA AGRICOLA

5.5 PLAN DE ORGANIZACION DE AGRICULTORES

5.5.1 Orientación Básica

En el área del proyecto, los productores de frutas (no se incluyen cítricos, maracuyá y pitaya) y hortalizas son en su mayoría pequeños agricultores, y el mercadeo de estos productores se realiza por intervención de intermediarios. En el negocio de estos productos, los productores tienen desventaja en determinar el precio de sus productos, porque los agricultores negocian con los intermediarios independientemente. A fin de intensificar la capacidad de negocio en la etapa de comercialización de los productos, es menester que los productores se organicen en forma de cooperativas.

En el Departamento del Quindío, de acuerdo a la consideración citada, se ha establecido una cooperativa de productores hortofrutícolas (COHOFRUQUIN) desde el año 1987, pero sus actividades se encuentran suspendidas. Según un análisis efectuado, la inactividad de esta cooperativa proviene de la frágil estructura en los aspectos financiero y administrativo, y de la falta de experiencia en la comercialización de los productos.

Para que la operación de cooperativas tenga éxito, se espera prestar los siguientes servicios de apoyo a los agricultores:

- Crédito para instalación de oficina, bodega de acopio y distribución de los productos, compra de vehículos y otros equipos necesarios.
- Campaña a la población rural sobre la importancia y ventaja en participar en las asociaciones.
- Asistencia técnica en el aspecto de mercadeo de productos y la operación y administración (contabilidad, estructura, etc.).

5.5.2 Plan de Incorporación y Operación de Asociación de Agricultores

Las asociaciones de agricultores (cooperativas) se incorporarán en los municipios de Circasia, Salento, Pijao y Génova, y el objetivo principal para el establecimiento de estas asociaciones será para la

comercialización de plátano, tomate chonto, cebolla de bulbo, arveja, mora, tomate de árbol y lulo entre los productores y los mercados mayoristas. En el caso de que los socios deseen comercializar productos aparte de los citados, se estudiará y determinará en la junta directiva.

Los precios de los productos mencionados arriba son afectados por el comportamiento del mercado mayorista de CORABASTOS de Bogotá, por lo cual es menester establecer un sistema para recolección de información del comportamiento de mercados y para coordinar y ajustar la producción y comercialización de productos.

En la etapa inicial, la actividad de las asociaciones se limitará al mercadeo de productos agrícolas; también se expandirá hacia la provisión de insumos, servicios de crédito y ahorro, etc. cuando la cooperativa está en pleno desarrollo. Especialmente, es deseable que, con la acumulación del capital, pueda ofrecer subsidios a sus socios en tiempo de la caída grave de los precios al productor.

Las asociaciones contarán con oficinas y centros de acopio y emplearán un gerente, una secretaria con contadora, un investigador de mercado, y algunos vendedores (auxiliares de bodega).

5.6 PLAN DE INFRAESTRUCTURA AGRICOLA

5.6.1 Concepto Básico

En los diversos sectores del proyecto las infraestructuras agrícolas (los terrenos arables, caminos de penetración, sistema de riego y drenaje, etc.) están subdesarrolladas. En el futuro, lo más importante para el desarrollo agrícola es la mejora de los caminos de penetración. Además, con el fin de incrementar la productividad de las tierras, es esencial desarrollar las instalaciones de riego y drenaje. Asimismo, debido a que en el área del proyecto es muy severa la erosión del suelo, se requiere tomar medidas para la conservación de las tierras agrícolas.

5.6.2 Plan de Mejora de la Red Vial

Se planea dentro del área, la red vial. Dentro de la cual, los caminos existentes de penetración se rehabilitarán con el fin de economizar el costo de construcción, mientras que los rurales existentes se utilizarán tal como se encuentran.

La longitud y densidad de caminos contemplados dentro del proyecto se muestran en la Tabla 5.9.

En principio, las especificaciones de los caminos de penetración serán las siguientes:

- Caminos principales: Estos son caminos que enlazan los caminos vecinales con los caminos laterales de penetración.
- Caminos laterales: Son caminos que unen los caminos principales con las fincas de tamaño 4 has. aproximado.
- Disposición de los caminos: Los caminos se dispondrán teniendo en cuenta el uso de la tierra, plan de adecuación de la tierra y la condición topográfica. Los caminos laterales de

penetración serán dispuestos cada 400 - 800 m conforme al grado de pendiente y los caminos principales serán cada 1,600 m.

- Anchura:

Caminos principales;

Ancho total - 4.6 m

Ancho efectivo - 4.0 m

Caminos laterales;

Ancho total - 3.6 m

Ancho efectivo - 3.0 m

- Estructura:

Pavimentación con grava

- Instalaciones auxiliares:

Drenes transversales;

Se instalará con el propósito de drenar con seguridad el agua de canal lateral. La distancia de ubicación será de acuerdo con la pendiente de los caminos y con la superficie de colección del agua.

Puentes

Se construirán en lugares donde hacen falta y serán de tipo sumergido.

Los planos de los caminos se presentan en los "Planos" preparados aparte del Texto Principal y la sección estándar de los caminos en la Figura. 5.4.

Tabla 5.9 DISTANCIA Y DENSIDAD DE CAMINOS

	Caminos Nuevos			Caminos Existentes				Total (km)	Densidad de caminos (m/ha)
	Camino Principal de Penetración (km)	Camino Lateral de Penetración (km)	Subtotal (km)	Camino Principal de Penetración (km)	Camino Lateral de Penetración (km)	Camino Vecinal (km)	Subtotal (km)		
Circasia	4.2	36.9	41.1	7.1 [7.1]	23.9 [23.9]	17.0	48.0	89.1	32.6 (17.6)
Salento	1.8	15.9	17.7	6.3 [6.3]	1.5 [1.5]	7.8	15.6	33.3	51.6 (24.2)
Margen Derecha	2.6	18.1	20.7	22.9 [3.9]	26.2 [10.5]	-	49.1	69.8	34.2 (24.1)
Margen Izq.-(1)	-	9.9	9.9	5.7 [2.0]	1.8 [-]	-	7.5	17.4	28.5 (12.3)
Margen Izq.-(2)	-	1.5	1.5	- [-]	2.3 [1.5]	-	2.3	3.8	21.7 (13.1)
Pijao	3.9	19.9	23.8	2.7 [2.2]	2.5 [2.5]	7.9	13.1	36.9	46.1 (16.4)
Génova	1.8	17.3	19.1	4.7 [2.3]	5.8 [5.8]	6.3	16.8	35.9	60.3 (28.2)
Total	14.3	119.5	133.8	49.4 [23.8]	64.0 [45.7]	39.0	152.4	286.2	37.7 (20.1)

Nota: () existente
[] rehabilitación

Camino Principal de Penetración

Camino Lateral de Penetración

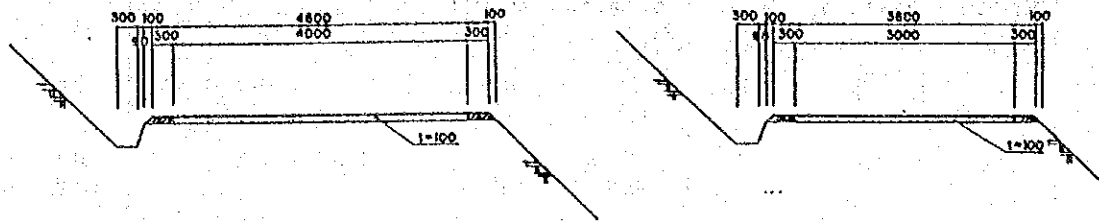


Fig. 5.4 SECCION ESTANDAR DE CAMINOS

5.6.3 Plan de Riego

La precipitación fluvial en el área del proyecto es de 1,600 mm - 2,800 mm en término promedio anual y aunque la necesidad del riego no es absoluta, si se hace el riego durante la temporada de sequía, se podrá obtener alta eficiencia, especialmente en el cultivo de hortalizas y por lo cual se formula este plan. Sin embargo, debido a que la fuente de agua depende de pequeñas quebradas y el volumen de toma de agua es relativamente pequeño, es imposible aplicar el riego a toda el área, por lo que el plan de riego se contempla dentro del contexto de la disponibilidad de los recursos de agua.

(1) Area regable

Como áreas regables se han seleccionado dentro de las tierras de cultivo de hortalizas, aquellas que se encuentran cerca de las quebradas (fuente de agua) donde el caudal es suficiente, además se ha considerado el aspecto económico en la construcción de las instalaciones de toma y de conducción del agua, así como la superficie de las parcelas (más de 5 has.).

En la tabla más abajo se dan detalles sobre las áreas regables; sector de Circasia - 3 sitios (38 ha) y sector de la Margen Derecha del Rfo Quindfo - 7 sitios (74 ha) (Anexo H.1.3).

AREAS REGABLES

	Area Regable (has.)	Altitud de Finca (m)	Fuente de Agua (Quebradas)	Altitud para Toma de Agua
Circasia				
C-A	10.0	1,690 - 1,710	SAN LUIS	1,665
C-B	19.0	1,660 - 1,690	SAN JOSE	1,655
C-C	9.0	1,725 - 1,745	LAS YEGUAS	1,695
Subtotal	38.0			
Margen Derecha del Quindfo				
Q-A	10.0	1,150 - 1,155	JARAMILLA	1,125
Q-B	9.0	1,155 - 1,165	JARAMILLA	1,145
Q-C	14.0	1,175 - 1,181	CANTARO	1,145
Q-D	7.0	1,166 - 1,179	JARAMILLA	1,145
Q-E	18.0	1,145 - 1,163	ARGENTINA	1,135
Q-F	6.0	1,145 - 1,168	CINCO	1,120
Q-G	10.0	1,135 - 1,141	CRISTALES	1,080
Subtotal	74.0			
Total	112.0			

(2) Fuentes de agua

Las fuentes de agua serán las quebradas que se encuentran dentro del área. El volumen de agua que se puede obtener de las quebradas se calculó en base a los caudales específicos de la época de estiaje (véase Tabla B.4.12, Anexo B).

El presente cálculo se hizo basándose el período de retorno de 1/5, conforme a la práctica general en Colombia.

(3) Método de riego

Debido a que en las zonas objeto del riego el terreno es inclinado y el caudal disponible en las fuentes de agua es pequeño, se considera que el riego por surcos no es adecuado por lo que se adopta el riego por aspersión.

(4) Requerimiento de agua

1) Potencialidad de evapotranspiración (ETP)

Debido a que en el área del proyecto hacen falta los datos meteorológicos para utilizar el método de Penman, se adopta el método de García López que actualmente se utiliza en Colombia para las regiones de 1,000 - 2,000 m de elevación.

$$ETP = 1.21 \times 10^n \times (1 - 0.01 \times HR) + 0.21 \times T - 2.30$$

donde ETP : Potencialidad de evapotranspiración

HR : Humedad relativa

T : Temperatura

n : Coeficiente $n = 7.45 \times T / (234.7 + T)$

El resultado del cálculo es como se indica en la Tabla H.1.1, Anexo H, indicando el máximo de 110 mm/mes y el mínimo de 54 mm/mes.

2) Requerimiento de agua por cultivo (ETC)

El requerimiento de agua por cultivo se basa en la guía de FAO para decidir el coeficiente de cultivos (Kc) y los cálculos se hicieron por cada mes y por cada sector. El resultado se indica en la Tabla H.1.2, Anexo H.

3) Requerimiento de agua

De acuerdo con los ítems indicados arriba, se hace el cálculo del requerimiento de agua de riego y el resultado se indica en la Tabla 5.6.3 (Anexo H.1.4).

(5) Método de toma de agua

En vista de que las tierras para cultivos transitorios que son las áreas regables se encuentran en sitios más elevados que las quebradas, es necesario bombear el agua (ver figura 5.5). Las bombas de agua serán del tipo volumétrico porque los gastos de operación y mantenimiento salen más económicos.

Las especificaciones de las bombas para cada área regable se indican en la tabla más abajo.

INSTALACIONES PARA LA TOMA DE AGUA

	Area Regable (has.)	Cantidad Bombeada (1/min.)	Carga de Bombeo (m)	Diámetro de Bomba (mm)	Volumen de Estanque (m ³)
Circasia					
C-A	10.0	42.93	35.0	150	420
C-B	19.0	228.45	20.0	200	715
C-C	9.0	46.13	40.0	150	370
Subtotal	38.0	317.51			
Margen Derecha del Quindío					
Q-A	10.0	66.19	27.5	150	405
Q-B	9.0	78.24	15.0	150	355
Q-C	14.0	219.40	33.0	300	500
Q-D	7.0	55.76	27.5	150	280
Q-E	18.0	235.66	19.0	200	670
Q-F	6.0	58.93	36.5	150	235
Q-G	10.0	180.00	58.0	300	345
Subtotal	74.0	894.18			
Total	112.0	1,211.69			

(6) Estanques

Debido a que el volumen disponible de agua en las quebradas durante la época de sequía (agosto) es menor que el requerimiento de agua de riego, en las respectivas áreas regables se diseñarán estanques. La estructura del estanque consta de una pared de concreto y una cubierta de goma (parte de lecho).

(7) Instalaciones de conducción de agua

Desde los estanques hasta las parcelas se instalarán tuberías fijas y para conducir el agua se instalarán bombas motorizadas en los estanques (véase Anexo H., H. 1.8.2).

(8) Criterio de riego

Debido a que en las áreas regables el terreno es inclinado y no hay disponibilidad de agua suficiente, se adoptará el método de riego por aspersores, como se indica a continuación:

- Volumen de agua de consumo (neto) : 3 mm/día
- Volumen de agua de consumo (bruto) : 4 mm/día
- Intervalo de riego : 6 días
- Volumen de riego/l vez : 24 mm
- Intensidad de riego : 7.8 mm/hora
- Tiempo de riego/vez : 3 horas
- Frecuencia de riego/día : 3 veces
- Disposición de aspersores : 18 x 12 m
- Aspersor : Tipo de presión intermedia (presión 2.5 kg/cm²), volumen de riego 28.5 l/minuto

5.6.4 Plan de drenaje

Contando con las tierras planas y arcillosas, el área total de la Margen Izquierda-(1) y una parte de la Margen Izquierda-(2) se caracterizan por la condición de mal drenaje lo cual es desfavorable para el crecimiento de los cultivos.

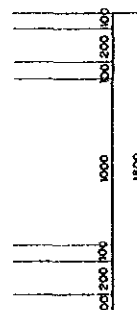
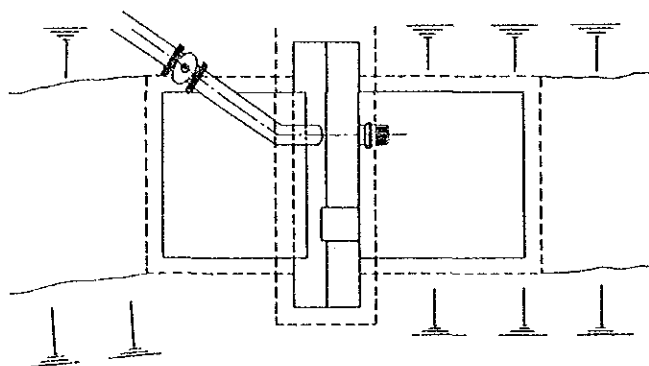
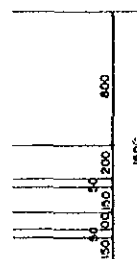
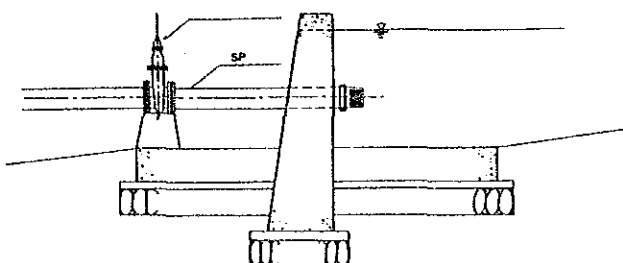
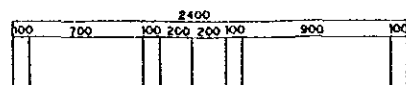
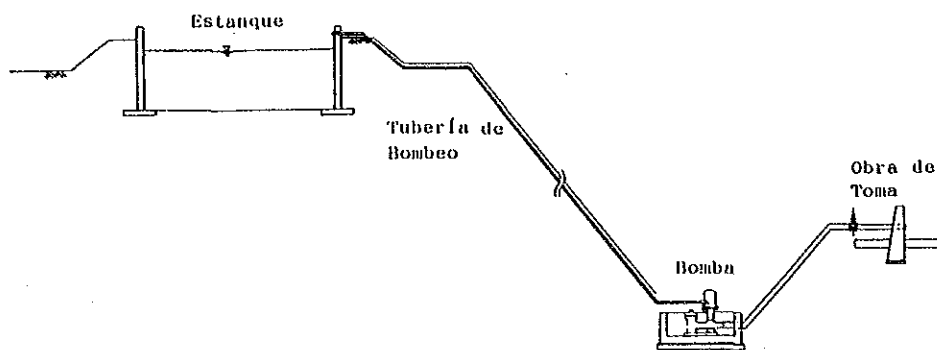
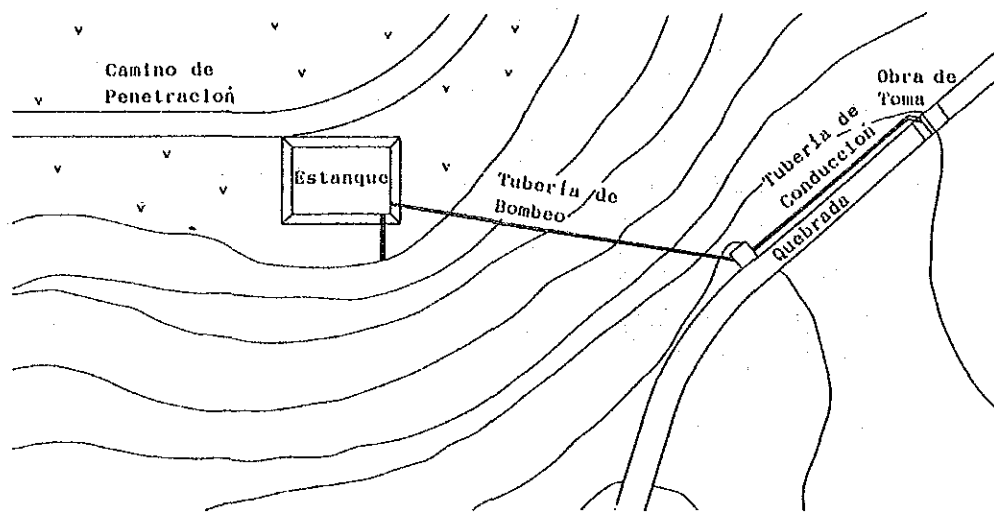
En los sectores referidos, ya están instalados los drenes, pero tanto su calidad como su densidad son insuficientes.

El presente proyecto pretende adecuar el sistema de drenaje conjuntamente con la red vial para que se alcance el aumento de la productividad de las tierras.

El método propuesto de drenaje será por gravedad y la estructura será el tipo de zanja. Se dispondrán los drenes a lo largo de los caminos de penetración y cuya longitud establecida se muestra a continuación.

LONGITUD DE DREN

Sector	Longitud (km)
Margen izquierda del Quindfo - (1)	10.8
Margen izquierda del Quindfo - (2)	0.8
Total	11.6



Obra de Toma

FIGURA 5.5 PLANO DE OBRA DE TOMA

**CAPITULO 6:PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE
LA CALIDAD DE AGUA**

CAPITULO 6: PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAFE

6.1 LINEAMIENTO BASICO

Teniendo en consideración la situación de descarga de las aguas residuales del café en la cuenca de la Q. Cristales, las características de las mismas y la situación de contaminación del cauce, se formula un proyecto de tratamiento de las aguas residuales del café en dicha cuenca. Con este propósito, estableciendo un área piloto en la cuenca y a la vez, examinando detalladamente el método de tratamiento, se construyen dos plantas modelo para verificar la eficacia del método propuesto.

Los puntos más importantes tomados en consideración para la formulación de este proyecto de tratamiento, son los siguientes:

1. Los valores de meta para el mejoramiento, se establece de tal manera que sea viable.
2. Al diseñar el método de tratamiento, se considera no sólo la eficiencia económica sino también la facilidad en el mantenimiento sin la utilización de técnicas complicadas.
3. Además, se tomó en consideración que el método de tratamiento propuesto fuere aquel que pudiese adaptarse no sólo al área objeto, sino también a otras zonas del Departamento del Quindío y a todas las regiones productoras de café en Colombia.

6.2 METAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

6.2.1 Conceptos Básicos

Las metas para el mejoramiento de la calidad de agua se establecerán de tal manera que éstas cumplan con las normas de calidad para diferentes usos. Se tomará en cuenta lo indicado a continuación:

- Saneamiento ambiental : El agua debe de ser apta para el consumo humano y utilizada para propósitos de recreación

- Uso de agua potable : El agua debe de ser utilizada por simple filtración y desinfección
- Uso agrícola : El agua no debe ser dañina a los productos que se siembran con riego
- Uso de piscicultura : El agua no debe interferir en la multiplicación de peces (truchas, etc.)
- Uso industrial : El agua no debe interferir en la operación de plantas y producir agua altamente purificada usando tratamiento con tecnología avanzada

6.2.2 Metas de la calidad de agua en los ríos y quebradas

La Tabla 6.1 muestra las metas de la calidad del agua de los ríos y quebradas, basado en el Decreto No. 1594 de 1984, específicamente quebradas refiriendo al artículo 40 (Calidad de agua para la agricultura), el artículo 72 (Regulación de aguas residuales), el artículo 73 (Norma para vertimiento a un alcantarillado público) y el artículo 74 (Regulación para concentración de las sustancias restringidas para uso humano), y al mismo tiempo al criterio sobre la calidad de agua para uso agrícola en Japón.

Tabla 6.1 METAS DE LA CALIDAD DE AGUA EN LOS RIOS Y QUEBRADAS

Componentes	Metas de Calidad de agua	
	Metas Promedio Diario	Metas Permisibles Máximas
Aparencia, olor y sabor	A ser ordinario	A ser ordinario
Exponente de hidrógeno (pH)	de 5.8 a 8.6	de 5.8 a 8.6
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) (mgr/l)	2 o menos	3 o menos
Demanda química de oxígeno (DQO _{cr}) (mgr/l)	20 o menos	30 o menos
Oxígeno disuelto (OD) (mgr/l)	7.5 o mas	5 o mas
Sólidos suspendidos (mgr/l)	25 o menos	40 o menos
Nitrato de nitrógeno (mgr/l)	10 o menos	45 o menos
Número de grupos coliformes	5,000MPN/100ml o menos	10,000 MPN/100ml o menos
Otros		
Cianuro	no detectable	no detectable
Mercurio, mercurio orgánico y otros compuestos de mercurio	no detectable	no detectable
Compuestos orgánicos de fosforo	no detectable	no detectable
Cadmio y sus compuestos (mgr/l)	0.01 o menos	0.01 o menos
Plomo y sus compuestos (mgr/l)	0.1 o menos	0.1 o menos
Zinc y sus compuestos (mgr/l)	0.5 o menos	0.5 o menos
Compuestos de cromo (mgr/l)	0.05 o menos	0.05 o menos
Cobre	0.02 o menos	0.02 o menos
Arsénico y sus compuestos	0.05 o menos	0.05 o menos

Nota I: Los valores de sólidos suspendidos (SS) no se aplican cuando hay lluvia.

Nota II: El caudal de aguas abajo de la Q. Cristales (Superficie de la cuenca: 94 km²) se estima en 1,795 m³/seg., si se emplea el valor del caudal relativo de 19.12 l/seg./km² (Período de retorno: 1/5) en el mes de noviembre, al cual corresponde el mes de máxima cosecha.

6.2.3 Metas de Calidad de Aguas Residuales del Café

En base de los valores indicados anteriormente y al mismo tiempo de los caudales disponibles de la Q. Cristales, la calidad de las aguas residuales del café deberán satisfacer los siguientes valores:

METAS DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DEL CAFE

Componentes	Metas de Calidad de agua	
	Metas Promedio	Metas Permisibles
	Diario	Máximas
Aparencia, olor y sabor	A ser ordinario	A ser ordinario
Temperatura (°C)	40°C o menos	40°C o menos
Potencial de hidrógeno (pH)	de 5.8 a 8.6	de 5.8 a 8.6
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅ mgr/l)	40 o menos	60 o menos
Demanda química de oxígeno (DQO _{cr} mgr/l)	300 o menos	450 o menos
Oxígeno disuelto (OD mgr/l)	5 o mas	3 o mas
Solidos suspendidos (mgr/l)	30 o menos	45 o menos
Nitrato de nitrógeno (mgr/l)	10 o menos	45 o menos
Numero de grupos coliformes	5,000MPN/100ml o menos	10,000 MPN/100ml o menos
Otros		
Compuestos orgánicos de fosforo (mgr/l)	0.05 o menos	0.05 o menos
Cobre y sus compuestos (mgr/l)	0.2 o menos	0.2 o menos

Nota: Cualquier valor máximo no deberá excederse 24 horas continuamente

6.3 CRITERIO PARA DETERMINAR EL METODO DE TRATAMIENTO

6.3.1 Sistema existente para tratamiento de aguas residuales

Los sistemas principales para el tratamiento de aguas residuales se presentan a continuación:

COMPARACION DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Sistemas	Tratamiento Biológico Aeróbico	Tratamiento Biológico Anaeróbico	Tratamiento Químico
Características Generales	Tratamiento de purificación de aguas negras y residuales por medio de disolución de materiales orgánicos utilizando organismos aeróbicos tales como: bacterias aeróbicas, algas, plancton, etc. Los métodos de sedimento activo, hilillo de filtro, lagunas aeróbicas representan este sistema.	Tratamiento de purificación de aguas negras y residuales por medio de activación de bacterias anaeróbicas. Los métodos de UASB, filtro anaeróbico y bancada de micro-transportador son ejemplos representantes del sistema.	Tratamiento de purificación de aguas negras y residuales por agentes orgánicos e inorgánicos, tales como: polimeros, clorinados, ferrosos y de aluminio.
Ventajas	Se puede purificar efectivamente los residuos orgánicos de bajo nivel de contenido (hasta unos 10 ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • Facil operación y mantenimiento • Costo económico en operación • Generación de menos lodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento en breve tiempo • Flexible a la variación de residuos • Mejor apariencia de aguas descargadas
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere suministro de oxígeno y mayor consumo de energía • En algunas sistemas, generación de lodos excedentes y tarea y gasto adicional para tratamiento de lodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Reacción lenta • Demora bastante para el comienzo de operación • Mantenimiento difícil con respecto a temperatura, materiales perjudiciales, pH, etc. • Instalación de equipos de gran escala se requiere para tratamiento de residuos orgánicos de bajo nivel de contenido 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconsistente en tratamiento de residuos orgánicos • Generación de mayor lodos • Alto gasto para tratamiento agentes químicos

6.3.2 Selección del Sistema Básico

De la comparación del cuadro anterior puede considerarse que el tratamiento biológico anaeróbico es conveniente, por ser económico tanto en el costo inicial como en el costo de operación. Pero como se ha mencionado antes, las aguas residuales del café son cualitativamente orgánicas de alta concentración, las cuales no pueden eliminarse completamente mediante un solo tratamiento. Es decir, suponiendo que se logre la remoción del 90% de las sustancias orgánicas contenidas en las aguas residuales del café, quedarían 1,000 mg/l de la DQOcr.

Las características de estas aguas tratadas por el sistema biológico anaeróbico son como sigue:

- El oxígeno disuelto de las aguas tratadas es casi cero.
- Tienen un mal olor propio del tratamiento anaeróbico.
- El contenido de la DQOcr con 1,000 mgr/l muestra que el agua todavía está sucia y espesa.

Generalmente, a medida que se diluyen las sustancias orgánicas contenidas en las aguas residuales, baja el efecto del tratamiento anaeróbico, mientras el tratamiento aeróbico permite tratar las sustancias orgánicas hasta unos diez miligramos por litro, incorporando una operación de suministro de aire que necesita fuerza motriz.

Por consiguiente, se propone emplear el sistema combinado de tratamiento aeróbico y anaeróbico utilizando las ventajas de los respectivos sistemas.

Por otra parte, el tratamiento químico es inadecuado para esta cuenca desde los puntos de vista del costo, nivel técnico de los agricultores, mantenimiento, etc.

En cuanto al orden del tratamiento, se ha decidido que el primario es el tratamiento anaeróbico, y el secundario el aeróbico. Como resultado de los ensayos de laboratorio, es necesario tanto los tratamientos primario

y secundario para lograr las metas que permitan la descarga en los ríos; además, se decidió construir un estanque de estabilización como tratamiento terciario. Para poder ejecutar el tratamiento biológico anaeróbico es necesario ajustar el pH de las aguas residuales para neutralizarlo. Por eso se ha necesitado un proceso de neutralizar las aguas residuales antes del tratamiento anaeróbico.

El flujograma del sistema para el tratamiento de aguas residuales del café se presenta en la figura siguiente (Fig. 6.1).

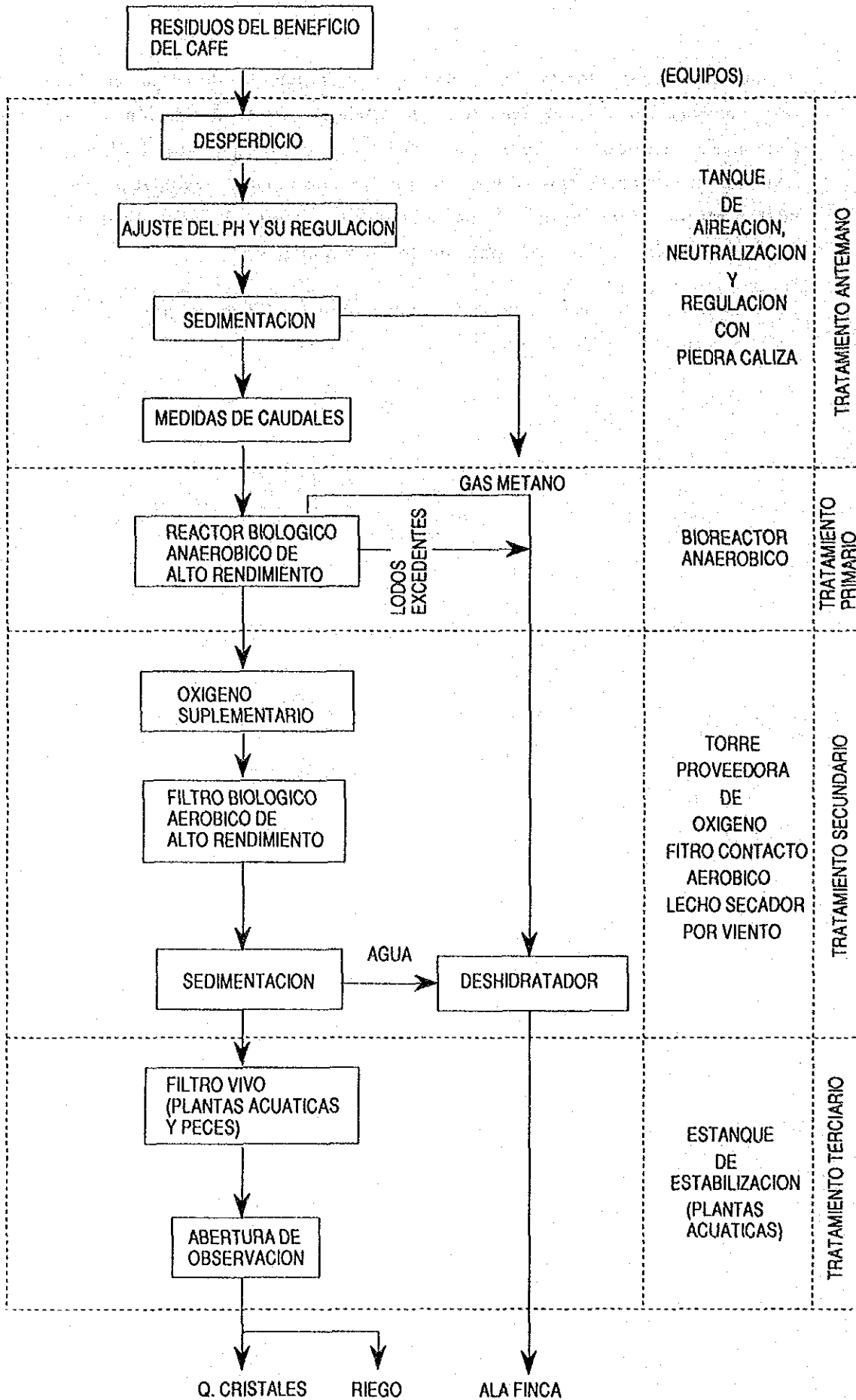


Figura 6.1 FLUJOGRAMA PARA TRATAMIENTO DE RESIDUOS CAFETEROS

6.3.3 Examen del Sistema de Tratamiento en Cada Unidad

Examinando el método de tratamiento en cada unidad del sistema básico expuesto anteriormente, se estableció un plan, cuyos pasos a seguir se resumen como sigue (los detalles se describen en el Anexo J):

(1) Proceso de neutralización

Debido a que las aguas residuales del café son ácidas (pH: 3.5 - 4.7) y no pueden tratarse directamente mediante el sistema biológico anaeróbico, es necesario neutralizarlos de antemano. Considerando el valor de pH, se puede llevar a cabo la neutralización mediante las sustancias alcalinas generales (soda cáustica, cal viva, cal muerta, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, caliza).

Después de haber examinado los méritos y deméritos y la eficiencia económica de cada material alcalino (neutralizador) (véase el Anexo J), se decidió emplear la caliza por su fácil obtención en los alrededores de esta área, dando importancia a su mérito económico y a su seguridad de manejo, aunque su reacción es lenta.

Se ha decidido construir un tanque de neutralización, cuya función sería como almacenamiento regulador de las aguas residuales procedentes de las instalaciones para el beneficio del café, con el objetivo de lograr un flujo uniforme en el tanque de tratamiento anaeróbico, que es la siguiente etapa de tratamiento.

(2) Tratamiento biológico anaeróbico

Actualmente se han diseñado bastantes reactores para el tratamiento anaeróbico como se presenta a continuación:

LISTA DE REACTOR PARA EL TRATAMIENTO ANAEROBICO

Denominación	Reactor
PFD Plug flow digester	Lecho de secado de lodo
CMD Completely mixed digester	Sólidos suspendidos
ACD Anaerobic ocontact digester	Idem
DAFD Down flow anaerobic film digester	Nata biológica
UAFD Up flow anaerobic film digester	Idem
FBR Fluidized bed reactor	Idem
USBR Up flow sludge bed reactor	Lecho de secado de lodo
UASB Up flow anaerobic sludge blanket	Idem
ARC Anaerobic rotating contactor	Nata biológica
AL Anaerobic lagoon	Laguna
MCB Micro carrier bed	Lecho de secado de lodo
AACF Agglomerated anaerobic sludge and contact bio film	Combinación de lecho de secado de lodo y Nata biológica

El resumen de las características de cada reactor es como sigue:

- Todos PFD, CMD y ACD son grupos de gran HRT y su costo inicial es elevado.
- DAFD, UAFD, ARC y FBB son generalmente inadecuados para las aguas residuales que contienen muchas sustancias muy orgánicas y sólidos.
- ARC tiene problema de averías en módulos y parte de rotación.
- AL es excelente en caso de que se admitan su superficie de terreno.
- USBR tiene gran resistencia al golpe, pero muchas dificultades en la maniobrabilidad.
- MCB y UASB son del lecho secador para cieno de tipo granulado, por lo cual tarda bastante en arrancar. También,

actualmente es un poco difícil obtener lodos granulados para la reproducción.

- AASF es un método combinado del lecho de secado de lodo y la nata biológica y tiene ventaja en fácil arranque sin necesidad de lodos granulados.

De lo susodicho, se considera que tratar las aguas residuales del café homogenizadas y neutralizadas mediante el reactor anaeróbico de alta velocidad - AACF es el más deseable para las fincas de café.

Las características del método AACF son como sigue:

Tratamiento de alta velocidad de las aguas residuales mediante las bacterias anaeróbicas

Los métodos de microportador, UASB, etc. que posibilitan el tratamiento a alta velocidad mediante las bacterias anaeróbicas se constituyen por una mayor concentración de bacterias por volumen unitario y una formación de masa de cienos cloacales granulados que no son fácilmente quitados.

Sin embargo, debido a que; a) el presente método requiere un debido control en operación y un período de unos meses prolongados para la granulación y; b) en la situación actual, es difícil conseguir una gran cantidad de lodos cloacales ya granulados, se propone realizar la aglomeración mediante los polímeros orgánicos de los lodos cloacales de laguna anaeróbica en las aguas domésticas con miras a lograr los siguientes méritos:

1. Preparar las masas de bacterias anaeróbicas aglomeradas en el corto tiempo.
2. Hacer las masas de bacterias anaeróbicas ser de lenta velocidad de sedimentación.

Características generales de los lodos digeridos

Los lodos digeridos contienen relativamente poca cantidad de sustancias orgánicas en comparación con los lodos sin tratar. Sus características son generalmente como sigue:

pH:	7.0 - 0.5
Conductividad Eléctrica:	100 - 120 μ s/cm
SS:	1.5 - 4.5%
VSS/SS:	35 - 75%
Celulosa:	menos de 7%

Tratamiento de aglomeración de los cienos anaeróbicos

Los microorganismos anaeróbicos que son los componentes principales de los lodos están en general cargados negativamente. Por consiguiente, para aglomerarlos firmemente se emplean los polímeros orgánicos catiónicos. Una de las características propias de los polímeros catiónicos es que realiza las siguientes funciones al mismo tiempo:

1. Neutralización de carga negativa de los granos de lodos
2. Aglomeración de flóculos mediante absorción y puente, y preparan las aglomeraciones microscópicas primarias relativamente poco reaccionadas.

Para tales lodos es adecuado lo catiónico de bajo grado a medio grado, y se aplican copolímeros de acrilato de poliaminoalkilo de tipo polimerización vinílica y poliacrilamida, cuyo peso molecular presumido es de unos 600 x 1,000.

(3) Método de tratamiento aeróbico

Dentro del sistema de tratamiento aeróbico, existe el método de nata biológica y el método de suspensión de lodos activados, cuyas características se describen a continuación:

- 1) El método de nata biológica es el que espera la generación de biotas en los portadores y las fija.

- 2) El método de lodos activados es el que suspende las biotas en el tanque y las pone en contacto con las aguas residuales.

En ambos métodos se necesita igualmente el oxígeno. Comparando los dos métodos se concluye que el método de nata biológica es más conveniente. El método de la nata biológica se caracteriza porque:

1. Los lodos de retorno son innecesarios.
2. El control de MLSS es innecesario.
3. Es poco el volumen de lodos producidos.
4. Es algo resistente a la fluctuación de carga, y la eficiencia aumenta eligiendo a los portadores.
5. El costo de operación es económico.
6. El arranque después de la suspensión de la operación es algo rápido.
7. El costo inicial es algo elevado.
8. Es necesario fijar y quitar las biotas según las circunstancias.

Aún en consideración de lo susodicho, la facilidad de operación es una gran ventaja de este método para las fincas cafeteras, así que se elige el método de nata biológica. Los representativos de diversos reactores de la nata biológica aeróbica son los siguientes:

Filtro percolador (forma original del método de nata biológica):

Filtro percolador normal, filtro percolador a alta velocidad, etc.

Lecho fijo de inmersión:

Corriente ascendente de aireación externa, corriente descendente de aireación interna, corriente descendente de aireación interna, corriente descendente de aireación interna.

Disco giratorio

Comparando éstos:

- 1) El filtro percolador es inadecuado para las fincas debido a que el mecanismo de aspersión es la parte móvil, no se debe interrumpir la aspersión, hay generación de moscas, etc.
- 2) El filtro de inmersión es el que obtura el portador en el depósito de agua y suministra el aire. Es relativamente compacto y los ítems de control son sólo el OD en el depósito diariamente.
- 3) El lecho fluidificado está actualmente en desarrollo y el costo de equipos es mayor que el de los dos anteriores.
- 4) El dispositivo del disco giratorio realiza el tratamiento eficientemente girando lentamente el tambor obturado de muchos discos de módulos y sin suministro especial de aire. Sin embargo incidentes posibles, tales como el daño del eje de rotación, desprendimiento de módulos, etc. son grandes cargas para las fincas.

Sintetizando todo lo susodicho, se considera que el método de filtro de inmersión es más adecuado para las fincas cafeteras.

(4) Estanque de estabilización y tratamiento mediante planta acuática

En cuanto a las plantas acuáticas, se decidió usar buchones de agua silvestres del sitio, y el período de permanencia en el estanque de estabilización se proyecta en 14 días.

La razón por la que se adoptaron los buchones de agua es la siguiente:

- En el Departamento de Quindío, la temperatura del agua no llega a ser inferior a 15°C en las tierras con altitud menor de 1,500 m durante todo el año, así que no se marchitarán a causa de la baja temperatura del agua.

- Los buchones de agua crecen espontáneamente sin necesidad de cultivarlas.
- En los ensayos de descarga de las aguas residuales del café se notó una disminución muy evidente de los valores de DQO y DBO.
- Se intenta disminuir los valores de DBO, N y P y al mismo tiempo aprovechando el buen efecto que los pequeños animales acuáticos, parásitos de las plantas, ejercen sobre el tratamiento de las aguas residuales.

Los buchones de agua se pueden aprovechar como fertilizantes y alimentos para ganado.

(5) Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares requeridos son lechos secadores para secar los lodos sedimentados, tanques para almacenar agua de lluvia como fuente de agua y ventiladores para el tratamiento aeróbico.

(6) Ensayos de laboratorio

Para verificar la eficiencia de los métodos de tratamiento explicado hasta el momento, se realizaron ensayos de laboratorio, a la vez que un estudio comparativo para comprobar el efecto de tratamiento. El resumen de los ensayos llevados a cabo en el laboratorio de la C.R.Q. es como sigue:

1) Neutralización

El valor de pH se ajustó por encima de 6.0 en el desagüe de la columna reactiva. La neutralización de los aguas residuales del café por medio del uso de piedras calizas y la agitación de aire, es viable, aunque se requiere la limpieza periódica del lecho de piedra caliza.

2) Tratamiento anaeróbico

Se ha logrado la tasa de remoción de DQOcr en el 92% al nivel máximo mediante la aglomeración de los lodos anaeróbicos de antemano y el tratamiento de las aguas neutralizadas por bombas. La mejor tasa de remoción se logró en el caso del valor de DBO más

alto. Al mismo tiempo, el metano se producía con frecuencia y se resistía contra la fluctuación de cargas. Se considera que es factible el tratamiento anaeróbico de alta eficiencia, aplicando una práctica adecuada.

3) Tratamiento aeróbico

Se ha logrado la tasa de remoción de DBOcr en el 72%, nivel máximo alcanzado en las aguas ya tratadas anaeróbicamente, con el tratamiento realizado con la columna del tipo infiltradora. Será un método eficiente para ponerlo en marcha si se tiene en cuenta la dimensión de equipos.

4) Resultado de los sistemas de tratamiento

Los resultados obtenidos sobre la calidad de agua al salir del tanque de estabilización fueron los siguientes:

1. La tasa más alta de remoción de DQOcr fue de 99%.
2. En todos los casos se logró el valor de pH por encima de 7.0.
3. El efecto de pH con respecto al tratamiento anaeróbico fue eliminado con el uso de la piedra caliza.
4. Los ensayos de laboratorio presentaron guías para diseñar el sistema práctico de tratamiento
5. Con la técnica apropiada, se puede lograr la tasa de remoción de DQOcr en más del 90%, en términos promedios.

6.4 SELECCION DEL AREA PILOTO

En el área de la cuenca de la Q. Cristales (9,400 has.), se tratarán las aguas residuales del café. El Area Piloto seleccionada deberá satisfacer los siguientes parámetros:

- Ubicación en una misma quebrada de la cuenca
- Concentración de fincas cafeteras
- Plantaciones de tamaños variados
- Sin limitación para la adquisición de terreno, supervisión, operación y mantenimiento
- Alto impacto en la exhibición de la planta

Teniendo en cuenta dichos parámetros, se seleccionaron dos zonas: una, aprox. 820 has. en la cuenca arriba de la Q. Cristales (Cristales Alto) y la otra, aprox. 1,020 ha, en la cuenca de la Q. Crispero (refiérase al mapa 6.1). Después de un estudio comparativo sobre estas dos zonas (ver tabla 6.2), se eligió la segunda como el área piloto para formular el plan de tratamiento de las aguas residuales del café.

Tabla 6.2 COMPARACION DE DOS ZONAS PRECALIFICADAS PARA EL AREA PILOTO

Parametros	Cristales Alto	Chispero																																
1. Distancia desde Armenia	1 - 12 km	8 - 16 km																																
2. Tiempo en carro	5 - 15 minutos	10 - 20 minutos																																
3. Altitud	1,200 - 1,400 m.s.n.m.	1,200 - 1,280 m.s.n.m.																																
4. Topografía	Ondulación pronunciada	Pendiente suave																																
5. Número de fincas por tamaño	<table border="0"> <tr><td>Menor de 5 has.:</td><td>13</td></tr> <tr><td>5 - 10 has.:</td><td>9</td></tr> <tr><td>10 - 20 has.:</td><td>5</td></tr> <tr><td>20 - 30 has.:</td><td>2</td></tr> <tr><td>30 - 50 has.:</td><td>3</td></tr> <tr><td>Mayor de 50 has.:</td><td>1</td></tr> <tr><td>Total</td><td>33</td></tr> </table>	Menor de 5 has.:	13	5 - 10 has.:	9	10 - 20 has.:	5	20 - 30 has.:	2	30 - 50 has.:	3	Mayor de 50 has.:	1	Total	33	<table border="0"> <tr><td>Menor de 1 has.:</td><td>4</td></tr> <tr><td>1 - 5 has.:</td><td>15</td></tr> <tr><td>5 - 10 has.:</td><td>8</td></tr> <tr><td>10 - 20 has.:</td><td>8</td></tr> <tr><td>20 - 30 has.:</td><td>8</td></tr> <tr><td>30 - 50 has.:</td><td>5</td></tr> <tr><td>50 - 100 has.:</td><td>3</td></tr> <tr><td>Mayor de 100 has.:</td><td>1</td></tr> <tr><td>Total</td><td>52</td></tr> </table>	Menor de 1 has.:	4	1 - 5 has.:	15	5 - 10 has.:	8	10 - 20 has.:	8	20 - 30 has.:	8	30 - 50 has.:	5	50 - 100 has.:	3	Mayor de 100 has.:	1	Total	52
Menor de 5 has.:	13																																	
5 - 10 has.:	9																																	
10 - 20 has.:	5																																	
20 - 30 has.:	2																																	
30 - 50 has.:	3																																	
Mayor de 50 has.:	1																																	
Total	33																																	
Menor de 1 has.:	4																																	
1 - 5 has.:	15																																	
5 - 10 has.:	8																																	
10 - 20 has.:	8																																	
20 - 30 has.:	8																																	
30 - 50 has.:	5																																	
50 - 100 has.:	3																																	
Mayor de 100 has.:	1																																	
Total	52																																	
6. Area total	820 has. (8.7% de la cuenca total de la Q. Cristales.)	1,067 has. (10.9% de la cuenca total de la Q. Cristales)																																
7. Area cultivada del café	574 has. (8.1 % de la cuenca total de la Q. Cristales)	859 has. (12.9% de la cuenca total de la Q. Cristales)																																
8. Nivel de desarrollo de infraestructuras	<ul style="list-style-type: none"> • La carretera nacional conduce hasta la zona, pero no existen caminos pavimentados dentro de la zona. • Transitables sólo las camionetas pequeñas debido a la anchura limitada y la pendiente pronunciada. • No hace falta energía eléctrica ni acueducto 	<ul style="list-style-type: none"> • La carretera nacional conduce hasta la zona, pero no existen caminos pavimentados dentro de la zona • Transitable para vehículos pesados • No hace falta energía eléctrica ni acueducto 																																
9. Quebradas existentes	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas arriba, la anchura es de 1m. Tienen recursos hídricos suficientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas arriba es sumamente estrecho. 																																
10. Otros factores contaminantes fuera de las aguas residuales del café	<ul style="list-style-type: none"> • En la parte más arriba se encuentra la vereda de castillo con población de 4,400 habitantes y los aguas domésticas de la misma se descargan a las quebradas • Está localizada una instalación de recreo a lo largo de la carretera para La Tebaida y bastantes personas disfrutan de la misma para los fines de semana. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay grandes poblados considerables. • Sólo se observa la fluctuación del número de los trabajadores de las fincas. 																																

6.5 PLAN DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAFE EN EL AREA PILOTO

6.5.1 Política Fundamental

El plan se formula para cubrir el área total de la Q. Chispero (1,020 has.).

Como método de tratamiento de las aguas residuales, se adopta el método combinado del tratamiento anaeróbico, aeróbico y estanque de estabilización, determinado en el numeral 6.3. Pero, en cuanto a la conveniencia de la aplicación de un tratamiento individual por finca o un tratamiento colectivo, se determinará luego de un estudio comparativo.

6.5.2 Criterios para el Diseño

- Superficie objeto: 1,020 has. (de las cuales 918 has. son cultivadas de café)
- Número de fincas: 52
- Río de descarga: Q. Chispero.
- Método de tratamiento de las aguas residuales: Combinación del tratamiento anaeróbico, aeróbico y estanque de estabilización.
- Volumen de diseño de las aguas residuales del café: 22.5 l/kg del café pergamino.
- Calidad actual de las aguas residuales del café: Véase la Tabla 6.3.
- Meta de la calidad de agua después de tratada: Véase la Table 6.4. y 6.5.

Tabla 6.3 CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DEL CAFE

Parametros	Valor Máximo	Valor Promedio
Temperatura del agua	Ordinario	Ordinario
Apariencia	Suspensión de color marrón amarillento	Suspensión de color marrón amarillento
pH	3.0	4.0
SS	3,000 mgr/l	2,000 mgr/l
DQOcr	15,000 mgr/l	10,000 mgr/l
DBO ₅	10,000 mgr/l	6,700 mgr/l

Tabla 6.4 METAS DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES PARA EL TRATAMIENTO

Parametros	Regulación en Colombia	Metas del Proyecto
Apariencia	-	Suspensión de color marrón amarillento
pH	5 - 9	5.8 - 8.6
SS	400 mgr/l (80% de remoción)	30 mgr/l (98.5% de remoción)
DQOcr	2,000 mgr/l (80% de remoción)	300 mgr/l (97% de remoción)
DBO ₅	1,340 mgr/l (89% de remoción)	40 mgr/l (99.4% de remoción)

Tabla 6.5 METAS DE REMOCION DE FACTORES CONTAMINANTES

Parametros	Residuos Originales	Tratamiento Antemano	Tratamiento Primario	Tratamiento secundario	Tratamiento Terciario	Tasa de Remoción (%)
pH		5 - 6	5.8 - 8.6	5.8 - 8.6	5.8 - 8.6	
DQOcr (mgr/l) (Tasa de remoción)	10,000	-	2,500 (75%)	600 (75%)	300 (50%)	97%
SS (mgr/l) (Tasa de remoción)	2,000	-	-	200 (90%)	30 (85%)	96.8%
Observaciones	Valor Promedio	<ul style="list-style-type: none"> • Neutralización de piedra caliza • Aireación • Uniformidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Reactor anaeróbico de SNYMF 	<ul style="list-style-type: none"> • Reactor aeróbico 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro • Estanque de Estabilización 	Regulación en Colombia: 80% tanto DBO como SS

6.5.3 Selección del Método

El sistema de tratamiento de las aguas residuales del café será la combinación del tratamiento anaeróbico, el aeróbico y el estanque de estabilización, el cual fue sometido a ensayos de laboratorio para justificar su efecto. En este método de tratamiento, se considera dos alternativas:

A. Tratamiento individual

Se establecen las instalaciones de tratamiento en cada finca por separado.

B. Tratamiento colectivo

Las aguas residuales son recogidas y tratadas en las instalaciones colectivas. Estas instalaciones constan de los siguientes tipos:

B-1: Beneficio y tratamiento colectivo. El beneficio del café y el tratamiento de las aguas residuales se realizan en las instalaciones colectivas.

B-2: Tratamiento colectivo por tubería. El beneficio del café se realiza en cada finca independientemente y el tratamiento para la recolección de las aguas residuales de cada finca es por medio de tuberías.

B-3: Tratamiento colectivo por camión-tanque. El beneficio del café se realiza en cada finca independientemente y se hace la recolección de las aguas residuales por medio de camiones-tanque.

B-4: Combinación de los métodos B-1, B-2 y B-3.

La comparación de los métodos para el tratamiento de las aguas residuales del café se resume en la Tabla 6.6.

Sintetizando lo susodicho, es como sigue:

- En el sistema B-1, existe la posibilidad de que la calidad de las aguas tratadas no sea la misma, por lo que será necesario que las autoridades competentes controlen la operación del tratamiento de dichas aguas residuales. Pero, cada finca tendría que tomar conciencia de que forma parte de la preservación del medio ambiente, resultando además que se interese por el tratamiento de otros desperdicios, aparte de las aguas residuales del café.

Es ideal ejecutar colectivamente desde el beneficio hasta el tratamiento de las aguas residuales, pero en estos momentos es difícil su aplicación debido a que no se tiene el consenso de todas las fincas.

- En el sistema B-2, la instalación de las tuberías, el mantenimiento y control de las mismas son difíciles, además de que el costo total de construcción es elevado.
- En el sistema B-3, la recogida de las aguas residuales del café cuesta mucho trabajo y al mismo tiempo, tanto el costo de construcción como el costo de mantenimiento y control (especialmente el costo de operación) son elevados, resultando que no es factible.

Tabla 6.6 COMPARACION DE LOS METODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAFE
 Unidad: Col \$ x 1,000

		Tratamiento Colectivo		
		B - 1	B - 2	B - 3
	Tratamiento Individual			
Ventaja	<ul style="list-style-type: none"> Menor carga para los cañaliteros Se aumenta la conciencia de los cañaliteros sobre el medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> El más racional 	<ul style="list-style-type: none"> Las aguas tratadas serán de calidad uniforme 	<ul style="list-style-type: none"> Las aguas tratadas serán de calidad uniforme
Desventaja	<ul style="list-style-type: none"> Cada finca requiere de la disposición del terreno para instalación de la planta Hay desigualdad sobre la calidad de agua de acuerdo con el nivel de tecnología de los cañaliteros Se requieren servicios de apoyo para financiamiento de costo de instalación de la planta 	<ul style="list-style-type: none"> Será inútil las instalaciones existentes del beneficio del café Será difícil conseguir el consenso por parte de los cañaliteros, pues que no les interesa el beneficio del café por contrato 	<ul style="list-style-type: none"> Hay posibilidad de que la tubería sea atascada por el movimiento de sólidos suspendidos La vida útil de los tubos a prueba de ácidos es corto Cada finca debe preparar un tanque de acopio temporal y bomba El costo de instalación de tubería es elevado Financiamiento para instalación de la planta 	<ul style="list-style-type: none"> Cada finca debe preparar un tanque de acopio de las aguas residuales del café Se requiere ampliar o construir nuevos cañaliteros Debe construir parqueadero y equipos auxiliares Tratamiento de aguas residuales provenientes de la limpieza de los vehículos y la estación de bomba Los costos para construcción, operación y mantenimiento es elevado Financiamiento para instalación de la planta
Instalación para recolección de aguas residuales	Construcción O/M	- -	536,200 (US\$ 1,016,100) 13,800 (US\$ 26,200)	903,000 (US\$ 1,711,100) 261,000 (US\$ 494,600)
Instalación para el tratamiento de aguas residuales	Construcción O/M	661,010 (US\$1,252,000) 6,600 (US\$ 12,500)	779,600 (US\$1,477,300) 100,200 (US\$ 189,900)	779,600 (US\$1,477,300) 100,200 (US\$ 189,900)
Total	Construction O/M	661,010 (US\$1,252,000) 6,600 (US\$ 12,500)	1,315,800 (US\$2,493,400) 114,000 (US\$ 216,100)	1,682,600 (US\$3,188,400) 361,200 (US\$ 684,500)

Basándose en los resultados obtenidos, en esta área piloto se decidió adoptar el sistema de tratamiento individual por cada finca, el cual es económicamente más ventajoso, y además se puede iniciar la operación relativamente temprano. Pero en este caso, es necesario establecer las guías con respecto al diseño, construcción y operación de la planta y considerar el financiamiento para su instalación.

6.5.4 Plan para la Instalación de la Planta

(1) Escala y disposición de la planta

Las fincas cafeteras (área sembrada de café) de esta área piloto se distribuyen por tamaño en la manera siguiente:

Menor de 1 has.	:	4
1 - 5 has.	:	15
5 - 10 has.	:	8
10 - 20 has.	:	8
20 - 30 has.	:	8
30 - 50 has.	:	5
50 - 100 has.	:	3
<u>Mayor de 100 has.</u>	:	<u>1</u>
Total		52

El tratamiento de las aguas residuales del café se realizará por cada finca, pero se divide en tipos diferentes, dependiendo del tamaño de la finca:

<u>Tipo</u>	<u>Tamaño de la finca</u>
A	Menos de 5 has.
B	5 - 10 has.
C	10 - 20 has.
D	Mayor de 20 has.

La ubicación de las plantas para el tratamiento de las aguas residuales del café en el área piloto es como se presenta en el mapa 6.2.

(2) Especificaciones básicas para el diseño de la planta

Las especificaciones básicas del diseño de cada unidad de tratamiento son las siguientes:

1) Volumen de descarga estandarizado

- Volumen de agua residual de diseño
 - Volumen máximo: 30 l/kg del café pergamino
 - Volumen promedio: 22.5 l/kg del café pergamino
- Producción del café pergamino
 - Máxima: 18.31 kg/día/ha
(en época de cosecha principal)
 - Promedio: 15.0 kg/día/ha
- Volumen de aguas residuales
 - Volumen máximo diario: 0.55 m³/ha/día
 - Volumen promedio diario: 0.338 m³/ha/día

2) Tanque para almacenamiento de agua de lluvia

El agua de lluvia acumulada en el tanque de almacenamiento es utilizada para lavar los sedimentos en el tanque de neutralización.

El agua desbordada se utilizará también como suministro de oxígeno en el estanque de estabilización de las plantas acuáticas. (En caso de que haya instalación existente no es necesario construir otro nuevo). La frecuencia de uso será al máximo una vez/semana.

3) Tanque de aireación, neutralización e igualización de piedra caliza

Las aguas residuales del café se descargan con intensidad por espacio de 2 a 3 horas durante el beneficio diario. Tanto la concentración como el caudal de estas aguas residuales varían durante el curso de beneficio. Generalmente se necesita un recipiente temporal por espacio de un día como depósito para uniformizar el flujo y luego se ejecuta el tratamiento de volumen

de agua constante con un caudal específico. Pero, para economizar el costo de construcción y la simplificación del mecanismo, se utiliza el mismo tanque para ambos propósitos de igualización y neutralización.

Rejilla

Durante el beneficio del café se ejecuta el tratamiento de hacerlas pasar por las rejillas, por lo cual generalmente, no existen impurezas en las aguas residuales. La rejilla, en este proceso, la del tipo cesto tirado de red de 10 mallas sería muy conveniente e instalada en la entrada del tanque de neutralización. Los residuos serán eliminados periódicamente con la mano.

Volumen de Aireación:

- Cantidad de aire: 0.01 Nm³/min
- Presión del aire: Más de 1,000 mm Aq

Tanque de Sedimentación de las Aguas Neutralizadas

- Tipo: Espesador
- Velocidad de Conducción de Agua.: Menos de 12 m/día
- Tiempo de Retención: Más de 2 horas
- Angulo de Reposo de la parte de depósito de cienos: Más de 60°C

4) Biorreactor Anaeróbico (SNYMIF)

El reactor anaeróbico del tipo SNYMIF ejecuta un tratamiento de alta velocidad a diferencia del método convencional de digestión mesofílica de 30 días. Su tiempo de digestión es de 0.3 a 3 días.

En este método se obturan en el reactor los lodos aglomerados de antemano y se forman masas pesadas de lodos que no se desprenden fácilmente. Sobre esta zona de lodos se coloca un

lecho de filtración por contacto hecho de carbón mineral local que se granuló en forma de piedras trituradas. De esta manera, se captan los lodos que se levantan con el tratamiento de filtración doble de los líquidos residuales y la generación del gas.

Con este método se obtienen aguas tratadas casi de la calidad esperada, como se muestra a continuación:

- Tipo:
 - Capa de cienos coagulados anaeróbicos de corriente hacia arriba SGS.
 - Lecho de contacto anaeróbico de función AACF.

- Carga del Depósito de DQOcr: Menos de 5 kg - DQOcr/m³

- Lodos coagulados
 - Cantidad normal de lodos: Más del volumen medio de las aguas residuales.
 - Concentración normal de lodos: 40,000 mg/l

- Carga del Volumen de Agua del Depósito: Más de 60 Hrs

- Mecanismo de SGS
 - Material Obturador: Carbón mineral (colombiano)
 - Tamaño: 10 mm (50%), 40 mm (50%)
 - Altura de Obturación: 750 mm

5) Torre Provedora de oxígeno

- Tipo: Tipo de torre de aireación a ventilación forzada.

- Velocidad de Conducción de Agua: Menos de 5m/hora

- Material Obturador: Carbón mineral (colombiano)
 - Tamaño: 30 mm
 - Altura de Obturación: 600 mm

- Ventilador
- Cantidad de viento: 80 Nm³/min/m³
- Presión del viento: Más de 100 mm Aq

6) Fitro contacto aeróbico

El fitro por contacto usa como material filtrante el carbón mineral local, en cuya parte porosa se hace contener bacterias disolventes de sustancias orgánicas aeróbicas. Dividiendo el fitro en una o dos partes, se intenta dispersar la carga. Ya que en este fitro no se ejecuta el reenvío de los lodos, es innecesario instalar la bomba de reenvío. Haciendo el material filtrante contener los lodos activados, se puede realizar una operación de mayor carga en comparación con el método de lodos activados en forma dispersa, y al mismo tiempo se producen pocos lodos sobrantes.

- Tipo: Tipo de aireación con obturación del material filtrante de contacto aeróbico.
- Carga del Depósito de DQOcr: Menos de 2.5 kg de DQOcr/tanque m³
- Tiempo de Retención: Más de 24 horas
- Volumen de Ventilación: 0.07 Nm³/min/m³
- Presión del Viento: Más de 1,000 mm
- Material Obturador: Carbón Mineral (colombiano)
- Dimensión: 10 mm

7) Tanque aeróbico de Sedimentación de las aguas tratadas

- Tipo: Tipo Espeso
- Velocidad de conducción de Agua: Menos de 30 m/día
- Tiempo de Retención.: Más de 1 hora.
- Angulo de Reposo de la parte de depósito de lodos: Más de 60°

8) Lecho de secado de lodo

El tratamiento químico se ejecuta con el secado al sol sin la utilización de fuerza motriz, sólo la deshidratación. Ya que las épocas de cosecha del café son generalmente las de alta precipitación, el lecho de secado tendrá tejado.

Tipo: Lecho de secado al aire, de forma cuadrada y con tejado, de ladrillo, acabado con mortero.

Capacidad de Tratamiento: 300 l/m² (para 7 días)

- Contenido de humedad de los lodos.: 99%
- Contenido de humedad del pan de lodos: Menos de 85%

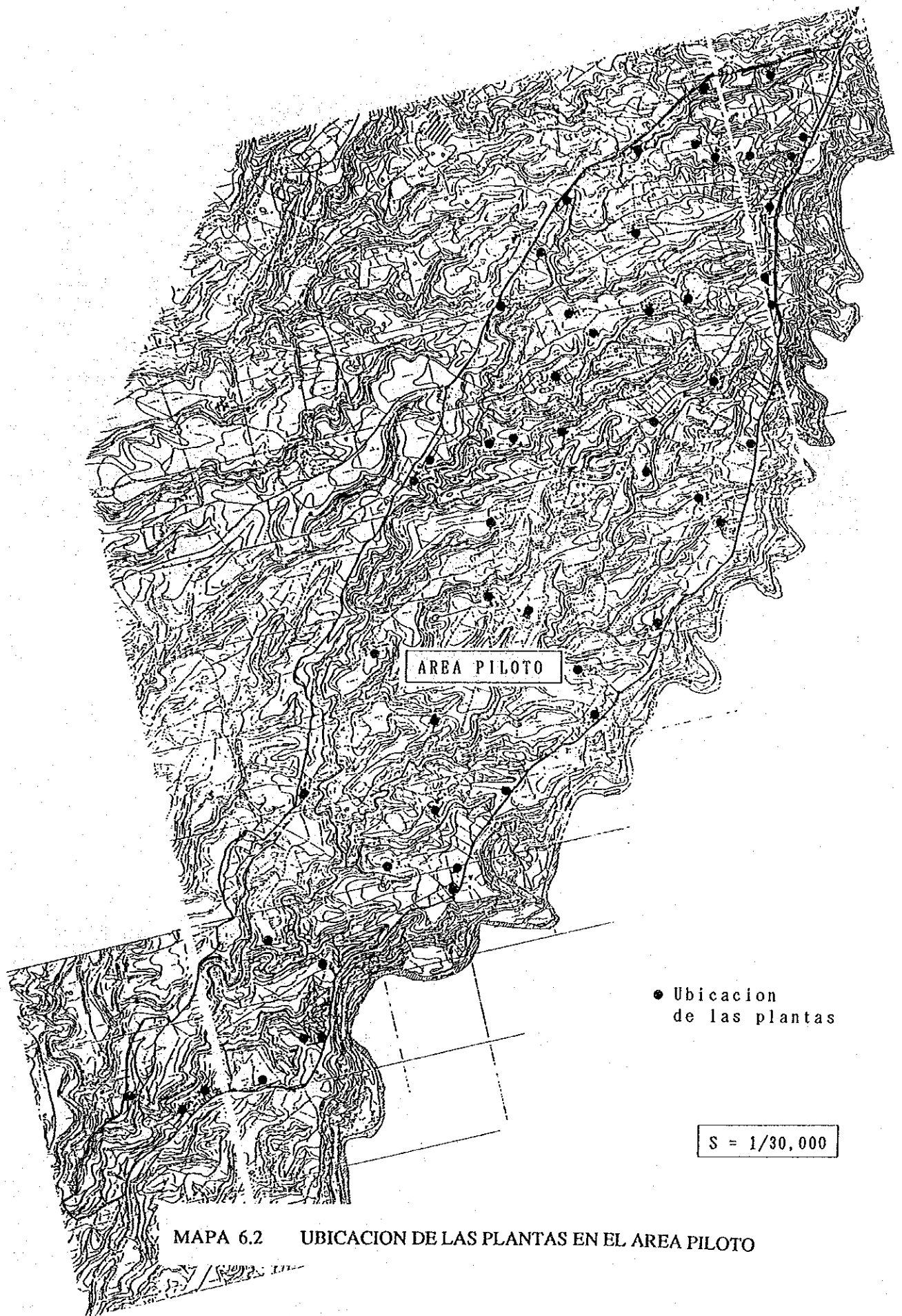
Material Obturador

<u>Nombre del Material</u>	<u>Tamaño</u>
Piedra Bruta	: 10 - 20 mmφ
Grava Gruesa	: 3 - 5 mmφ
Arena	: 0.8 - 1 mmφ

9) Estanque de Estabilización

Días de Retención: 15 días
Profundidad del Agua: Menos de 1,000 mm

En las figuras 6.2, 6.3 y 6.4 se muestra el sistema básico de tratamiento de las aguas residuales del café.



MAPA 6.2 UBICACION DE LAS PLANTAS EN EL AREA PILOTO

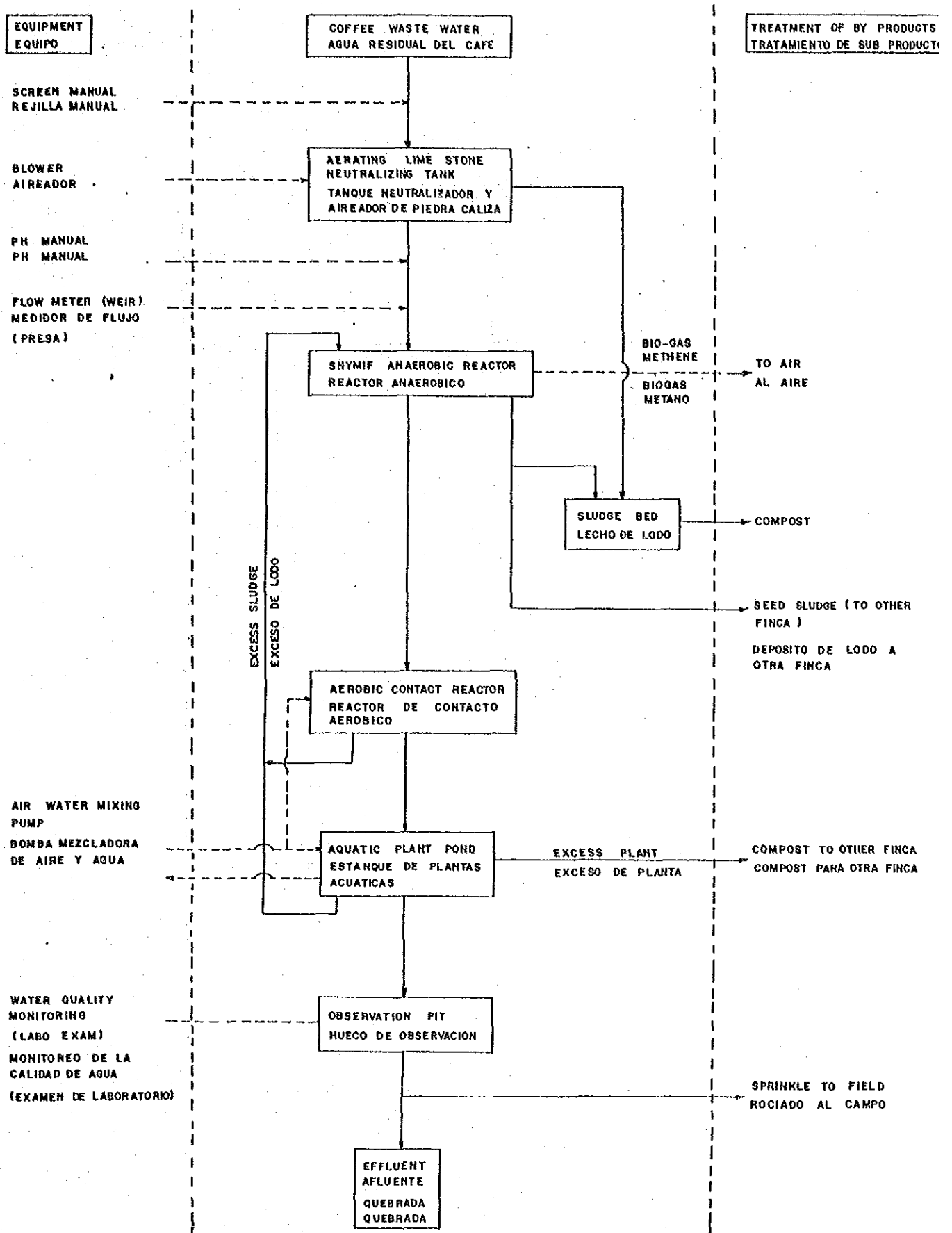


FIGURA 6.3 FLUJOGRAMA DEL SISTEMA BASICO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAFE (PARA FINCAS MENORES DE 5 HAS.)

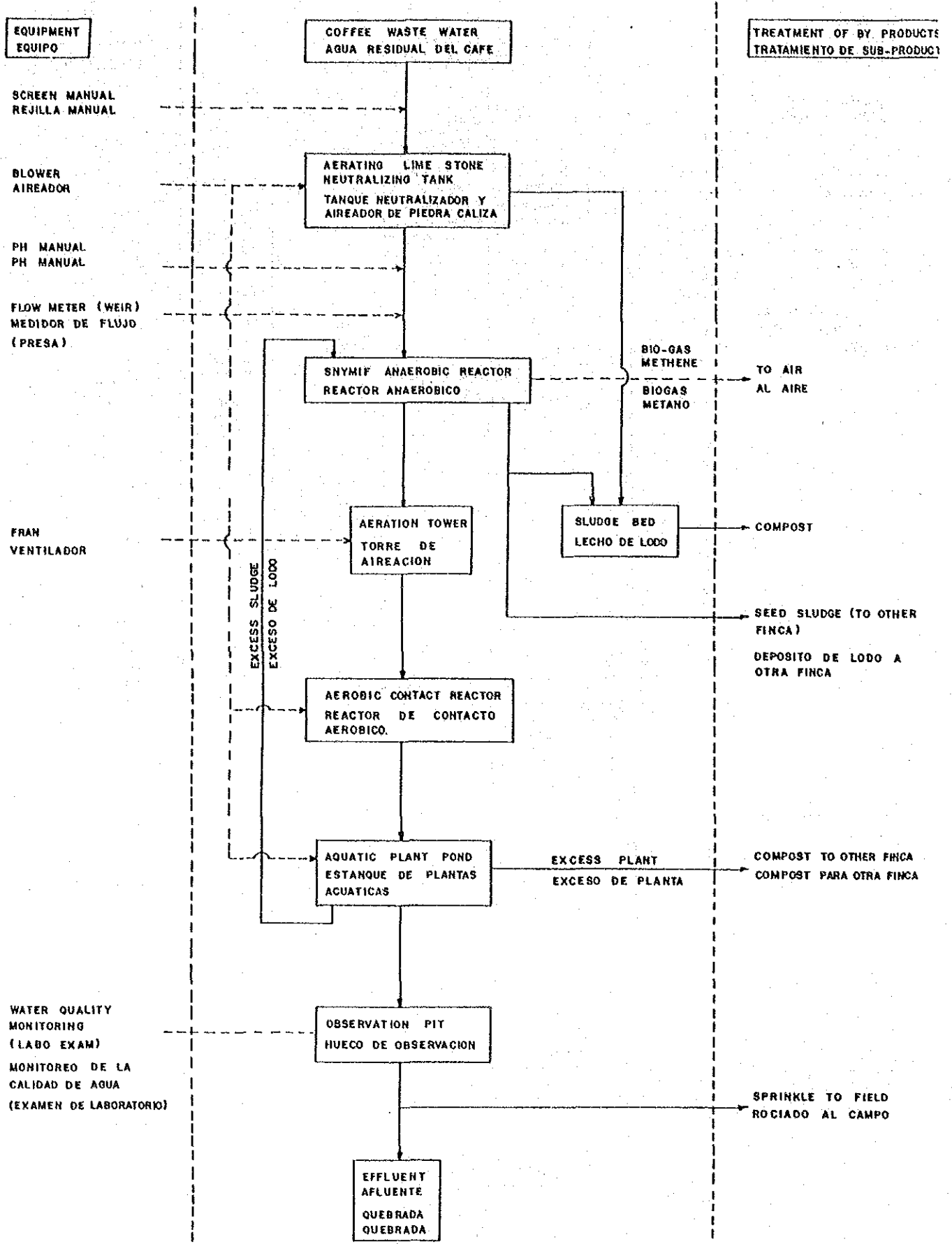


FIGURA 6.4 FLUJOGRAMA DEL SISTEMA BASICO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAFE (PARA FINCAS MAYORES DE 10 HAS.)

6.6 CONSTRUCCION DE LAS PLANTAS MODELO

6.6.1 Introducción

El sistema de tratamiento de las aguas residuales del café propuesto en este estudio, fue comprobado su eficiencia mediante ensayos de laboratorio. Pero, antes de ponerlo en práctica, se considera necesario el ensayo a nivel de campo. Por eso, se decidió construir una planta modelo de escala mediana y otra de escala pequeña.

En estas plantas modelo se realizan la justificación del efecto de tratamiento de las aguas residuales, la identificación de los puntos que necesitan ser mejorados, las guías para la operación de la planta y el entrenamiento de los técnicos encargados de la operación en el futuro.

Se inició la construcción en noviembre de 1990, y se terminó en marzo de 1991 y la descripción de los resultados de operación de las plantas modelo, se detallan en el Anexo.

6.6.2 Selección de la Ubicación de las Plantas Modelo

Las fincas elegidas en este plan, fueron aquellas que ofrecían el terreno para la construcción de la planta y tuvieran conciencia de la necesidad del tratamiento de las aguas residuales del café (la conservación ambiental). Por lo tanto, en colaboración con la parte colombiana (CRQ) las dos fincas que cumplieran con los requerimientos establecidos, decritos a continuación, fueron elegidas:

- Que ofrezcan el terreno y al mismo tiempo comprendan bien el tratamiento de las aguas residuales.
- Que se ubiquen en la cuenca de la misma quebrada.
- Que estén dentro del área piloto.
- Que su área cultivada del café sea adecuada para ser modelo.
- Que tengan capacidad de operación y mantenimiento.
- Que estén bien comunicadas para el efecto de demostración.

- Que estén ubicadas en un lugar donde sean poco influidas por las aguas residuales de otras fincas.

Estas dos fincas son: El Rocfo y Sebastopol, que están dentro de la cuenca de la Q. Chispero; sus tamaños son de 8 has. y 25 has, respectivamente.

La ubicación de estas 2 fincas es como se muestra en el Mapa 6.3.

6.6.3 Diseño de las Plantas Modelo

(1) Fundamento de diseño

A la medida de las posibilidades se utilizarán los materiales disponibles en Colombia, es decir:

- Las piedras calizas brutas, producidas en las afueras de Cali , utilizadas generalmente como materia prima para el mejoramiento del suelo.
- Como material filtrante por contacto, se utilizó el carbón mineral, que se produce como combustible en los alrededores del Quindío.
- Para el soporte del cerco, como protección del estanque de estabilización y del muro de obstrucción, se usa la guadúa del Quindío de 4" a 6" de diámetro, que crece espontáneamente en gran cantidad.
- Para el uso general, se utiliza el agua de lluvia.
- La planta acuática, utilizada para la laguna de estabilización es el buchón de agua silverstre que, según dicen, es de origen sudamericano.

La piedra caliza carbón mineral y guadua son encontrados en el área en cantidades considerables a precios bajos, y por consiguiente el costo inicial será más económico.

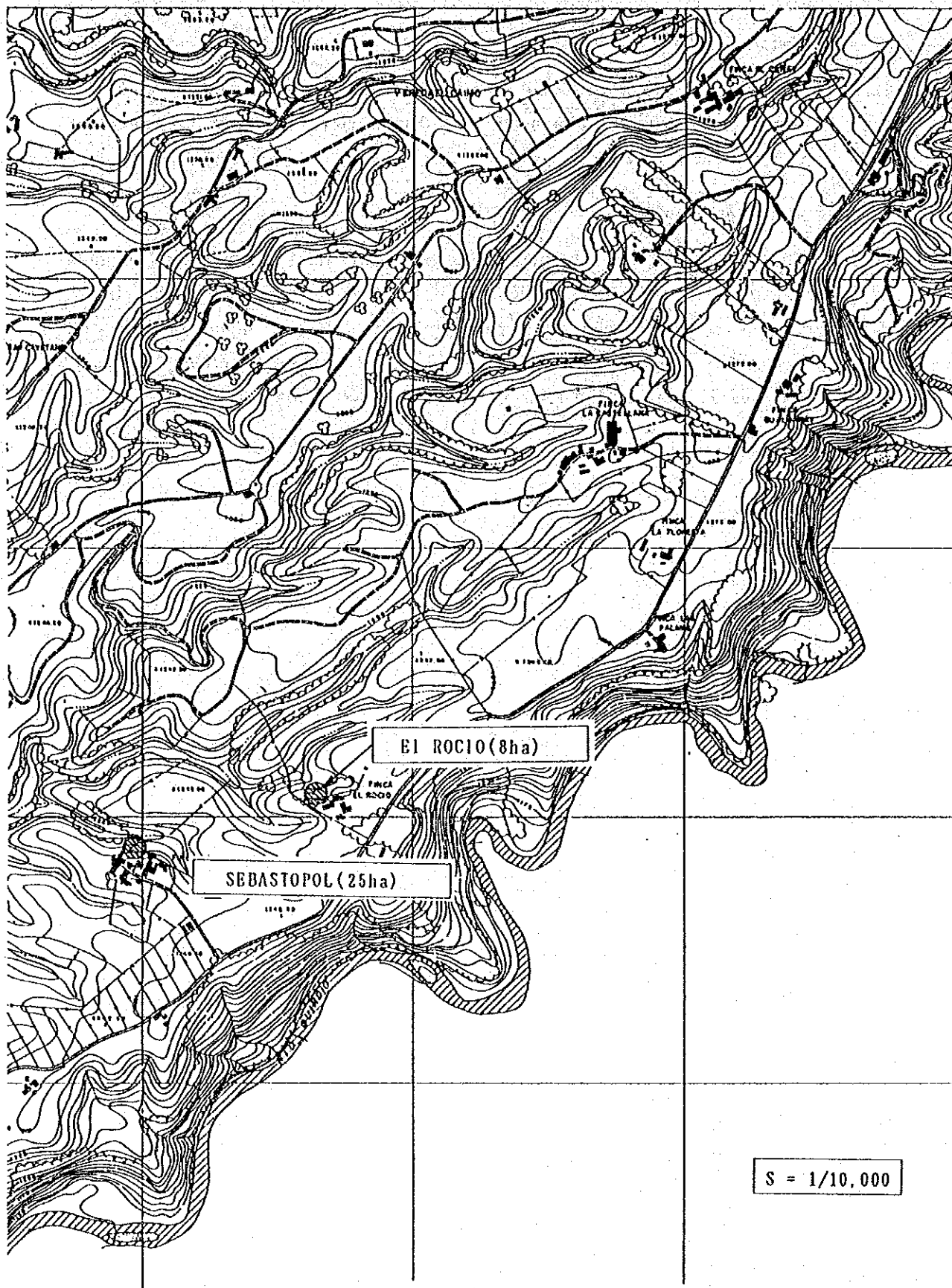
Estas plantas fueron diseñadas con el propósito de estudiar el método de tratamiento técnicamente más apropiado y económico, y que esta nueva técnica sirva como capacitación de los técnicos encargados para sus diversas operaciones.

(2) Criterio de diseño

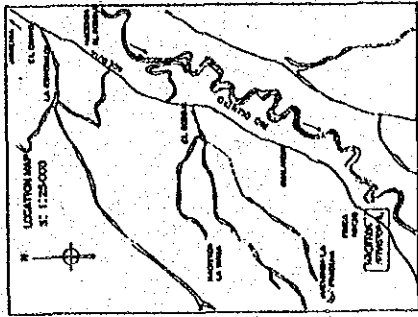
Los valores a utilizar como criterio de diseño para la descarga de las aguas residuales, el valor meta de mejoramiento, etc., son los obtenidos en el numeral 6.2.

(3) Plan de instalación

En la Figs. 6.5 y 6.6 se muestran los planos de las dos plantas modelo construidas. Ambos sitios elegidos para la instalación de dichas plantas se encuentran en terrenos con pendientes, demostrándose, tal como fue diseñado, que el costo de construcción disminuye en estos terrenos lo máximo posible, debido a la inclinación.



MAPA 6.3 UBICACION DE LAS PLANTAS MODELO



PLANO No.	SEBASTOPOL-02
TITULO	GENERAL PLAN S-1100
PROYECTO DE DISEÑO	PROYECTO DE DISEÑO GENERAL DE LA CIUDAD DEL CAMPO
FECHA	OCT 20-1980
INGENIERO	<i>[Signature]</i>
	S.I.C.A. C.R.O.

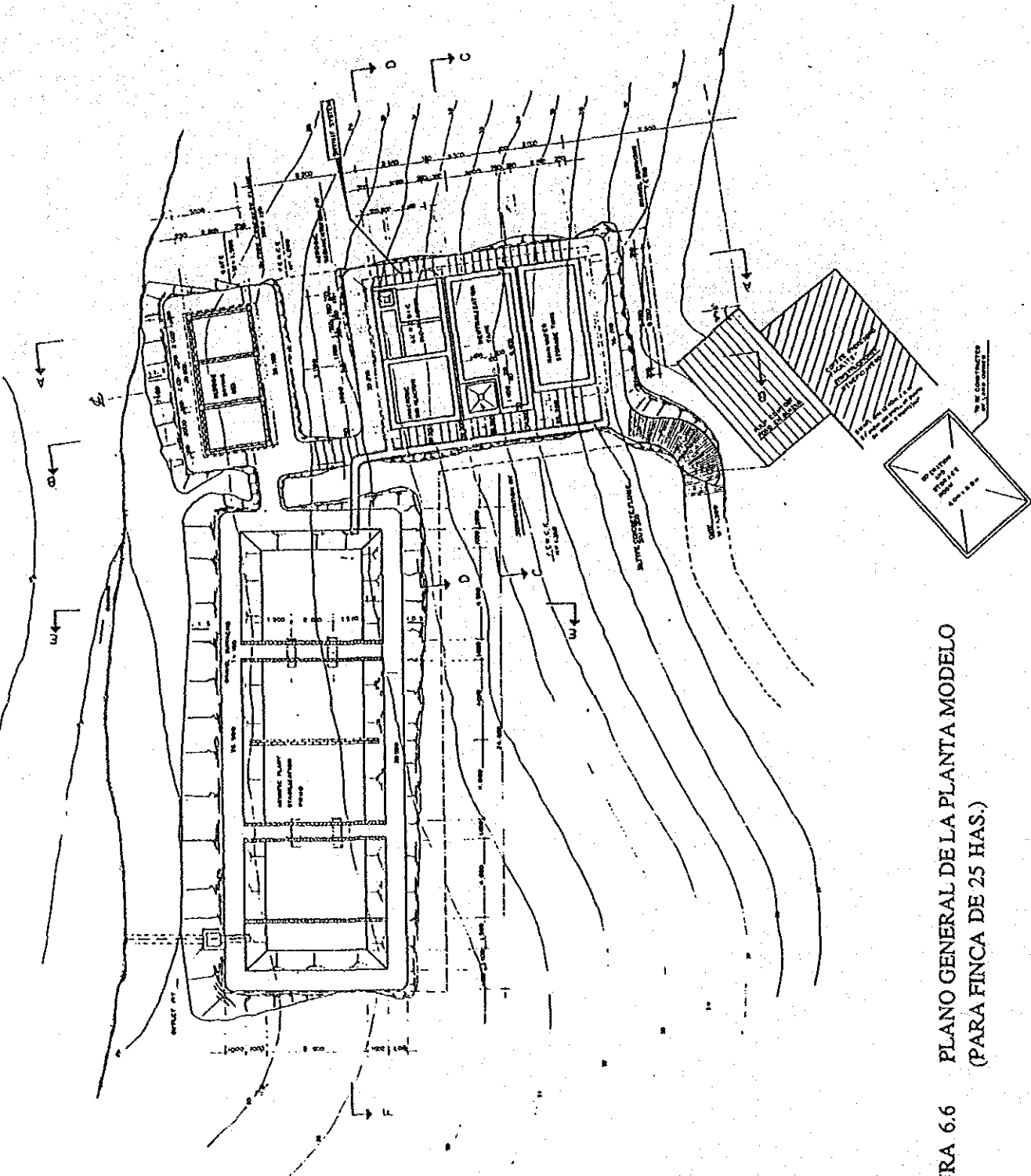


FIGURA 6.6 PLANO GENERAL DE LA PLANTA MODELO
(PARA FINCA DE 25 HAS.)

6.7 RECOMENDACIONES

6.7.1 Conservación de Recursos Hídricos y Campaña Educativa

Se debe desarrollar activamente una campaña educativa para la concientización de los habitantes, con respecto a los siguientes puntos:

- El Quindío es el departamento en el cual nacen varias fuentes hidrológicas y fluyen hacia otros departamentos; por consiguiente es de su responsabilidad la conservación de estos recursos hídricos nacientes.
- Nadie está autorizado para considerar los ríos como el lugar en que se echan los desperdicios procedentes de la agroindustria y como el transportador de dichos desperdicios hacia aguas abajo.
- La preservación de los ríos contribuye a la vida sana del pueblo y al mismo tiempo es para el beneficio nacional.
- Deben comprender que la destrucción del ecosistema propio de los ríos, con el uso inadecuado del agua, tanto para fines agrícolas como humano conduce a la destrucción de los recursos a escala global.

6.7.2 Creación de una Organización que dirija la conservación de los recursos hídricos

- Es necesario la creación de una organización compuesta de personas capacitadas, que estén relacionadas con la industria cafetera, y estén concientes de la importancia de la conservación de los recursos hídricos de las cuencas existentes.
- La organización no debe limitarse sólo a las cuencas del Departamento del Quindío, sino que debe de ser administrado eficazmente a nivel global; pero con previa autorización de las autoridades competentes para la obtención de los gastos administrativos.
- La organización debe desplegar las siguientes actividades:
 1. Desempeñar un papel dirigente para el beneficio de café y de las fincas, desarrollando una campaña de ilustración.

2. Ser la vía de comunicación entre las autoridades competentes y las fincas.
3. Estableciendo un sistema efectivo de supervisión automática continúa de las cuencas, diagnosticar la situación de contaminación del agua durante el año, con comentarios referentes al mismo.
4. Investigación y desarrollo para el mejoramiento de la calidad del agua.
5. Impulsar activamente la investigación y el desarrollo para la utilización efectiva de las pulpas del café.
6. Proveer asesoría técnica con respecto a planificación y diseño de plantas de tratamiento de las aguas residuales y demás asistencias técnicas.
7. Capacitar del personal técnico que se encargará de la operación y mantenimiento de las plantas.
8. Realizar intercambios con otros organismos del interior y el exterior del departamento, así como también, del extranjero.

6.7.3. Legislación y vigencia de las leyes para la conservación

Se deben legislar y poner en vigor inmediatamente los decretos sobre la regulación de descarga de las aguas residuales, adecuadas al área y las normas deseables de calidad del agua de la cuenca.

6.7.4. Mejoramiento del Foco de Polución

Debe arrancarse de raíz el foco de polución producido por las aguas residuales del café, promoviendo lo siguiente:

- La construcción de instalaciones colectivas para el beneficio de café y el tratamiento de las aguas residuales.
- Obligar a las fincas que no deseen el beneficio colectivo, instalar su propia planta de tratamiento de las aguas residuales.

Tomando como ejemplo la cuenca de la Q. Cristales,

1. Si se realiza el tratamiento de las aguas residuales en el caso de las 55 grandes fincas con el área cultivada de 4,100 ha., se removerá el 60% de la carga de polución.

2. Si se realiza el tratamiento de las aguas residuales en el caso de las 385 grandes y medianas fincas, con un área cultivada de 6,100 ha., se removerá el 90% de la carga de polución.
 3. Teniendo como objeto las grandes y medianas fincas, se les debe exigir a la mayor brevedad posible la instalación de la planta de tratamiento de las aguas residuales.
- Se debe obligar a las instalaciones colectivas existentes del beneficio del café, instalar la planta de tratamiento de las aguas residuales con la máxima prioridad.
 - Se debe prohibir a las fincas cercanas a los ríos y quebradas que apilen las pulpas al aire libre.
 - Se hace urgente y necesario estudiar un método que sustituya el uso del agua actual, excepto para el lavado de los granos fermentados, ya que es inevitable en el proceso húmedo de la producción del café, y ejecutar el plan de mejoramiento.
 - Las aguas utilizadas para la clasificación de los frutos están poco contaminadas, por lo cual se debe estudiar el método de descargarlas sin neutralizarlas, etc.

6.7.5 Plan de Conservación de Recursos Hídricos

- Debe de proyectarse un plan para la protección de la calidad del agua de las cuencas y el mejoramiento del foco específico de polución (tal como el de las aguas residuales de café), y ejecutarlos.
- Se establece el plan en cuanto a los siguientes ítems:
 1. Establecer una visión futura de la preservación del ambiente acuático de todo el departamento.
 2. Comprender la situación real de todas las fincas cafeteras del departamento.
 3. Proyectar un plan anual para instalar equipos de tratamiento de las aguas residuales en el foco de polución.
 4. Establecer el sistema de supervisión de las cuencas.

5. Capacitar del personal encargado.
6. Establecer medidas para el financiamiento.
7. Campaña educativa para la conservación de recursos hídricos.

**CAPITULO 7: PLAN PARA IMPLEMENTACION, OPERACION
Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO**

CAPITULO 7: PLAN PARA IMPLEMENTACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

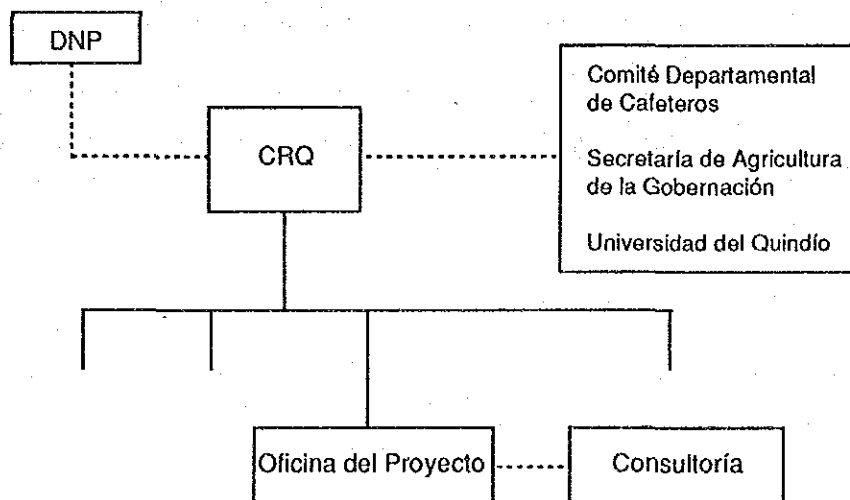
7.1 PLAN PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

7.1.1 Entidad Ejecutora del Proyecto

La CRQ será la entidad ejecutora del proyecto. Con respecto al diseño detallado y la interventoría de la construcción, la CRQ dirigirá las tareas contratando a una empresa consultora; las obras de ingeniería se llevará a cabo por contrato y los contratistas se seleccionarán por medio de la licitación. Durante la interventoría de la construcción, se instalará una oficina administrativa del proyecto.

A continuación se presenta el organigrama del proyecto.

ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



7.1.2 Método de Implementación del Proyecto

El costo total del proyecto será evaluado tanto en monedas locales como en divisas, siendo la primera dispuesta dentro del presupuesto nacional, y la segunda, canalizada a través del fondo de instituciones financieras internacionales.

(1) Forma del contrato

Los contratistas serán seleccionados mediante la licitación, a base de un contrato.

(2) Oficina de administración

La entidad ejecutora instalará una oficina de administración para operar e intervenir en la construcción durante el período de ejecución. Esta oficina, después del término de la construcción, será utilizada para la operación y el mantenimiento del Proyecto.

La entidad ejecutora recibirá de la consultoría los consejos sobre la construcción e intervendrá en la obra dirigiendo al contratista.

7.1.3 Calendario de Implementación del Proyecto

El calendario para la implementación del proyecto se estableció teniendo en cuenta el orden de prioridad de sus componentes, esperando generar los beneficios a la mayor brevedad.

El calendario total del proyecto se ha trazado tomando en consideración la debida coordinación entre la disposición de presupuestos, capacidad de los contratistas, etc. (Véase la Figura 7.1).

7.2 CALCULO DE COSTO DEL PROYECTO

El costo del Proyecto consta de: costo de la construcción, expropiación del terreno, provisión de los equipos para operación y mantenimiento, administración general, servicios de consultoría e imprevistos físicos.

7.2.1 Factores de Estimación de Costo del Proyecto

El costo del Proyecto se estimó en base a los siguientes factores:

(1) Sistema de construcción

El equipo para la construcción de las obras civiles estará a cargo de los contratistas, incluyendo en el costo de la obra la depreciación de los equipos.

Componentes	1er Año	2do Año	3er Año	4to Año	5to Año
I. Diseño Detallado					
1. Levantamiento Topográfico	—				
2. Diseño Detallado y Documentación para Licitación	—				
3. Evaluación de Ofertas		—			
II. Administración General					
1. Expropiación del Terreno	—				
2. Interventoría de Construcción	—	—	—	—	—
3. Red Vial		—	—	—	—
4. Sistema de Riego				—	—
5. Agroindustria			—	—	—
6. Centro de Investigación y Extensión		—	—		
7. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales del Café		—	—		
8. Provisión de Equipos para O/M					—
9. Interventoría de Construcción		—	—	—	—

Figura 7.1 CALENDARIO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

(2) Precios básicos

Los precios básicos del costo de la mano de obra, metariales y maquinarias se fijarán de acuerdo con el precio corriente de Colombia.

(3) Precio unitario

El precio unitario se obtendrá para cada obra agregandole además un 30% por costos misceláneos.

(4) Tipo de cambio

El tipo de cambio aplicado para el cálculo es de US\$1 = Col\$527.73, tomando la tasa oficial promedio de divisas de septiembre de 1990.

(5) Imprevistos

Para la construcción de obras civiles y adquisición de terrenos se estimó un 15%, y un 5% para los costos de las maquinarias de operación/mantenimiento, administración general, etc.

7.2.2 Costo del Proyecto

(1) Costo de construcción

Las obras de ingeniería del proyecto constan de dos componentes: desarrollo agropecuario (red vial, sistema de riego, agroindustria, centro de investigación y extensión, etc.) y el tratamiento de aguas residuales del café, siendo el costo de las obras de ingeniería estimado para el primero de Col\$3,011 millones (la porción de divisas: Col\$1,890 millones y la de la moneda local: Col\$1,121 millones) y el costo del segundo de Col\$661 millones (la porción de divisas: Col\$409 millones y la de moneda local: Col\$252 millones).

El cost por componente se presenta a continuación:

COSTO TOTAL DE LAS OBRAS DE INGENIERIA

<u>Componente</u>	<u>Costo</u>
I. Desarrollo Agropecuario	
1. Red Vial	1,712
2. Sistema de Riego	1,190
3. Agroindustria	47
4. Centro de Investigación y Extensión	62
Subtotal	<u>3,011</u>
II. Tratamiento de Aguas Residuales del Café	661
Total	<u>3,672</u>

(2) Costo de adquisición de terrenos

El costo de adquisición de terreno para la agroindustria es de Col\$5 millones, el cual en su totalidad corresponde a moneda local.

(3) Costo de los equipos para operación y mantenimiento

El costo de los equipos necesarios para la operación y mantenimiento de las obras tales como, vías, sistema de riego, etc. después del término de la construcción se estima en Col\$377 millones, correspondiente a divisas. Estos equipos serán alquilados por la entidad ejecutora en el último año del período de construcción.

(4) Costo de administración general

El costo de administración general incluye los gastos de equipos de oficina, salario de los empleados y otros gastos misceláneos. Este costo se estima en Col\$48 millones, correspondiente a moneda local.

(5) Costo de servicios de consultoría

El costo de servicios de consultoría es de Col\$1,950 millones, correspondiente a las etapas del diseño detallado e interventoría de construcción.

(6) Imprevistos físicos

El costo de los imprevistos físicos para las obras de ingeniería es de Col\$670 millones, de la cual se estima Col\$456 millones (aprox. 68%) en divisas y Col\$214 millones (aprox. 32%) en moneda local.

(7) Costo del Proyecto

El costo total del proyecto es de Col\$6,722 millones, de la cual se estima en Col\$4,967 millones (aprox. 73%) la porción en divisas y Col\$1,755 millones (aprox. 27%) en moneda local, tal como se muestra en la Tabla 7.1.

7.2.3. Programa de financiamiento del costo del proyecto

- (1) El desembolso del proyecto se efectuará a partir del primer año por espacio de 5 años. El monto y la proporción del desembolso por año se detallan en la Tabla 7.2.

Y el desembolso del proyecto por año incluyendo los factores de escalamiento de precios y variación en la tasa de cambio se muestran en la Tabla 7.3. El desembolso total del proyecto que incluye el factor de inflación conversionado por la tasa de cambio de divisas es de Col\$16,110 millones (US\$16,203 mil).

- (2) Amortización del préstamo exterior

La condición de préstamo exterior se asume en la manera siguientes: 3% de tasa anual de interés, 25 años de período de amortización y 5 años de período de gracia (Tabla 7.4).

El valor máximo de desembolso anual incluyendo el pago de interés es de US\$970 mil.

TABLA 7.1 COSTO DEL PROYECTO

Unidad: Col\$ x 1,000			
Componentes	Moneda Extranjera	Moneda Local	Total
1. Desarrollo Agropecuario			
Caminos de penetración y drenes	1,074,010	637,710	1,711,720
Sistema de riego	738,360	452,160	1,190,520
Agroindustria	31,440	15,630	47,070
Centro de investigación y extensión	46,500	15,500	62,000
Subtotal	1,890,310	1,121,000	3,011,310
	(3,581)	(2,125)	(5,706)
2. Tratamiento de aguas residuales del café			
Subtotal	408,880	252,130	661,010
	(775)	(478)	(1,253)
3. Adquisición de terrenos			
	0	5,000	5,000
		(9)	(9)
4. Gastos Generales			
1) Equipos para O/M	377,180	0	377,180
2) Administración General	0	47,600	47,600
3) Servicios de Consultoría	1,835,420	114,390	1,949,810
Subtotal	2,212,600	161,990	2,374,590
	(4,193)	(307)	(4,500)
5. Imprevistos Físicos			
	455,490	214,310	669,800
	(863)	(406)	(1,269)
Total	4,967,280	1,754,430	6,721,710
	(9,412)	(3,325)	(12,737)

Nota: Las cifras en paréntesis & representan dólares estadounidense

TABLA 7.2 PLAN DE DESEMBOLSO DEL PROYECTO

Unidad: Col\$ x 1000

Concepto	Ano	1er	2do	3er	4to	5to	Total
Diseno Detallado	Divi.	539,120	102,780				641,900
	M/L	33,600	6,400				40,000
	Total	572,720	109,180				681,900
Adquisicion del Terreno	Divi.						0
	M/L		5,000				5,000
Administracion General	Divi.	7,620	9,520	10,155	10,155	10,155	47,600
	Total	7,620	9,520	10,155	10,155	10,155	47,600
Camino de Penetracion (Incluye Canal de Drenaje)	Divi.		214,800	286,400	286,400	286,410	1,074,010
	M/L		127,540	170,060	170,060	170,050	637,710
	Total		342,340	456,460	456,460	456,460	1,711,720
Sistema de Riego	Divi.				443,000	295,360	738,360
	M/L				271,200	180,960	452,160
	Total				714,200	476,320	1,190,520
Agroindustria	Divi.			18,020	13,420		31,440
	M/L			9,270	6,360		15,630
	Total			27,290	19,780		47,070
Centro de Investigacion y Extension	Divi.			45,500			46,500
	M/L			15,500			15,500
	Total			62,000			62,000
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Cafe	Divi.		81,780	109,040	109,030	109,030	408,880
	M/L		50,420	67,240	67,240	67,230	252,130
	Total		132,200	176,280	176,270	176,260	661,010
Equipos para O/M	Divi.					377,180	377,180
	M/L					0	0
Interventoria para Construccion	Divi.		238,710	318,270	318,270	318,270	1,193,520
	M/L		14,880	19,840	19,840	19,830	74,390
	Total		253,590	338,110	338,110	338,100	1,267,910
Subtotal	Divi.	539,120	638,070	778,230	1,170,120	1,386,250	4,511,790
	M/L	41,220	213,760	292,065	544,855	448,220	1,540,120
	Total	580,340	851,830	1,070,295	1,714,975	1,834,470	6,051,910
Imprevistos Fisicos	Divi.	53,420	64,920	78,570	118,630	139,950	455,490
	M/L	5,740	29,750	40,640	75,820	62,360	214,310
	Total	59,160	94,670	119,210	194,450	202,310	669,800
Total	Divi.	592,540	702,990	856,800	1,288,750	1,526,200	4,967,280
	M/L	46,960	243,510	332,705	620,675	510,580	1,754,430
	Total	639,500	946,500	1,189,505	1,909,425	2,036,780	6,721,710

Nota: Divi.-Divisas, M/L-Moneda Local

TABLA 7.3 PLAN DE DESEMBOLO DEL PROYECTO CON IMPREVISTOS

Unidad: US\$ X 1000

Concepto	Año						Total
	1er	2do	3er	4to	5to	Total	
Costo total	Divi.	592,540	702,990	856,800	1,288,750	1,526,200	4,967,280
	M/L	[1,123]	[1,332]	[1,624]	[2,442]	[2,892]	[9,413]
	Total	46,960	243,510	332,705	620,675	510,580	1,754,430
Tasa de inflacion (%) *	Divi.	[89]	[461]	[630]	[1,176]	[988]	[3,324]
	M/L	639,500	946,500	1,189,505	1,909,425	2,036,780	6,721,710
	Total	[1,212]	[1,794]	[2,254]	[3,618]	[3,860]	[12,737]
Tasa acumulada	Divi.	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	M/L	1.04	1.12	1.17	1.22	1.27	1.27
	Total	24.34	24.34	24.34	24.34	24.34	24.34
Tasa acumulada	Divi.	1.54	1.92	2.38	2.96	3.69	3.69
	M/L	527.73	766.70	912.40	1,038.00	1,177.60	1,177.60
	Total	1.00	1.45	1.73	1.97	2.23	2.23
Tipo de cambio	Divi.	781,887	1,148,849	1,732,951	3,084,047	4,309,207	11,056,941
	M/L	[1,214]	[1,498]	[1,899]	[2,971]	[3,659]	[11,243]
	Total	72,404	466,832	793,074	1,839,625	1,881,654	5,053,589
Suma global	Divi.	[112]	[609]	[869]	[1,772]	[1,598]	[4,961]
	M/L	854,291	1,615,680	2,526,025	4,923,672	6,190,861	16,110,530
	Total	[1,327]	[2,106]	[2,769]	[4,743]	[5,257]	[16,203]

Nota: * En base al dato de DNP
Divi.-Divisas, M/L-Moneda Local

TABLE 7.4 PROGRAMA DE AMORTIZACION DEL PRESTAMO EXTERIOR

Unidad: US\$ x 1000

ANO	PRESTAMO EXTERIOR	MONTO POR PAGAR	PAGO DE INTERES	REEMBOLSO DEL CAPITAL	DESEMBOLSO TOTAL
1	1,214	1,214	36		36
2	1,498	2,712	81		81
3	1,839	4,611	138		138
4	2,971	7,582	227		227
5	3,659	11,241	337		337
6		11,241	337		337
7		11,241	337		337
8		11,241	337	633	970
9		10,608	318	624	942
10		9,984	300	624	924
11		9,360	281	624	905
12		8,736	262	624	886
13		8,112	243	624	867
14		7,484	225	624	849
15		6,864	206	624	830
16		6,240	187	624	811
17		5,616	168	624	792
18		4,992	150	624	774
19		4,368	131	624	755
20		3,744	112	624	736
21		3,120	94	624	718
22		2,496	75	624	699
23		1,872	56	624	680
24		1,248	37	624	661
25		624	19	624	643
Total	11,241	156,551	4,697	11,241	15,938

7.3 PLAN PARA LA OPERACION Y MANTENIMIENTO

Las tareas generales de operación y mantenimiento de las obras del proyecto estarán a cargo de la CRQ - la entidad ejecutora del proyecto; sus componentes y sus respectivas entidades responsables se detallan a continuación:

<u>Componente</u>	<u>Entidad Encargada</u>
- Caminos troncales	Entidad actualmente encargada
- Caminos laterales	Asociación de usuarios
- Instalación de agroindustria	Cooperativas
- Sistema de riego	CRQ
- Planta de tratamiento de aguas residuales del café	Cada caficultor bajo la orientación de la CRQ

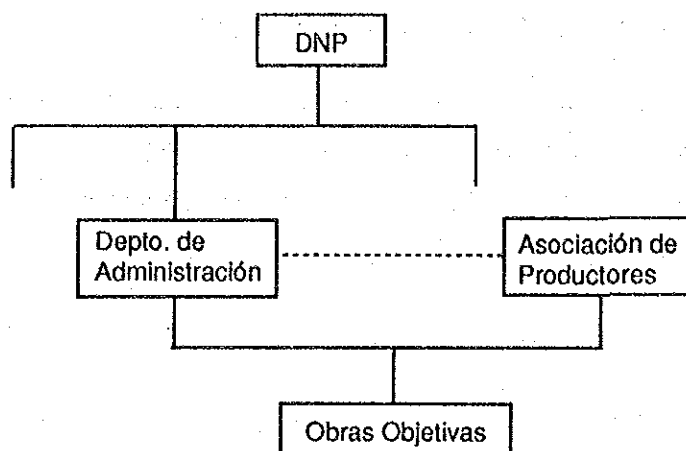
7.3.1 Sistema Organizativo para Operación y Mantenimiento

Las obras construidas serán operadas y mantenidas por las asociaciones de productores en colaboración con la CRQ. La CRQ se encargará de la administración y el mantenimiento de los equipos requeridos para O/M.

Los caficultores, al no tener experiencias ni tecnologías respecto a la O/M de las plantas de tratamiento de las aguas residuales del café, la CRQ se encargará de ofrecerles la asistencia técnica acumulada durante el curso de la operación y el mantenimiento de las plantas modelo.

Además, se necesitará de una debida organización para solicitar consejos técnicos a las diferentes instituciones concernientes.

El organigrama para la O/M es como se ilustra a continuación:



7.3.2 Equipos para la Operación y el Mantenimiento

Los equipos necesarios para la operación y el mantenimiento de las obras se muestran en la tabla siguiente.

Equipo	Capacidad	No.	Uso
Motoniveladora	Ancho de 2.2 m	1	Reparación de Caminos
Retroexcavadora	0.6 m ³	1	Idem
Camión	10 ton	1	Idem
Trailer	20 ton	1	Transporte de maquinarias pesadas
Jeep	2,300 cc	2	Comunicación y transporte

7.3.3 Costo de Operación y Mantenimiento

El costo necesario para la operación y el mantenimiento del Proyecto será de Col\$88 millones por año. Los equipos y vehículos se renovarán después del término de su vida útil. Los costos para dicha operación y mantenimiento correrá por cuenta de los beneficiarios.

CAPITULO 8: EVALUACION DEL PROYECTO

CAPITULO 8: EVALUACION DEL PROYECTO

8.1 METODOLOGIA DE EVALUACION

El Proyecto de Desarrollo Agrícola Integrado de la Cuenca del Quindío consta de dos componentes: el desarrollo agropecuario y el mejoramiento de la calidad del agua. El desarrollo agropecuario se justifica por la evaluación económica hecha en base de los costos y beneficios económicos. Por otra parte, la evaluación del mejoramiento de la calidad del agua no se realizó por el análisis de costos y beneficios, porque la cuantificación de los beneficios esperados por la ejecución del proyecto es sumamente difícil; por consiguiente se justificará la viabilidad del proyecto por su impacto social y eficiencia técnica.

La evaluación económica para el desarrollo agropecuario se fundamenta en la comparación de los costos y beneficios entre la situación "sin" y "con" proyecto, y calcular en base al flujo de caja económica anual, la tasa interna de retorno (TIR), el valor presente neto (VPN), la relación beneficio-costos (B/C). Por otra parte, el análisis de sensibilidad se realiza sobre los cambios de los factores críticos del proyecto para, saber cómo se afectan los valores de TIR, VPN y B/C conforme a los cambios citados. Además, se discutirán sobre los efectos secundarios y sociales y el impacto al ecosistema por la ejecución del proyecto.

La evaluación económica se llevó a cabo mediante la metodología empleadas por HIMAT, DNP etc. En especial, para el cálculo de precios sombra se hizo referencia al documento, "Estimación de precios de cuenta para Colombia, Feb., 1990" preparado por DNP y BID.

Los supuestos básicos utilizados en la evaluación económica son como se presentan a continuación:

1. El período de la evaluación económica se toma 50 años desde el inicio de la construcción de las obras de ingeniería. Algunos obras y equipos de corta vida útil requieren el reemplazo cada

