

**PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA POR RIEGO EN AREAS DE LADERA  
EN  
LA REPUBLICA DE COLOMBIA**

**IMFORME DE DISEÑO DETALLADO  
DE  
LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS MODELOS**

DICIEMBRE, 1993

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

(JICA)

PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA POR RIEGO EN AREAS DE LADERA EN LA REPUBLICA DE COLOMBIA  
IMFORME DE DISEÑO DETALLADO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS MODELOS

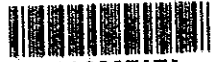
DICIEMBRE, 1993

705  
833  
ADT  
LIBRARY

ADT  
93-61



JICA LIBRARY



1113007(7)

26284

国際協力事業団

26284

**PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA POR RIEGO EN LADERA**

**EN**

**LA REPUBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME DEL DISEÑO DETALLADO**

**DE**

**LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS MODELOS**

**DICIEMBRE, 1993**

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

## PREFACIO

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), en base al Acta de Discusiones con los organismos ejecutivos de la República de Colombia y otros documentos, ha venido realizando el Proyecto de Desarrollo Agrícola por Riego en Ladera, por el período de cinco años a partir del primero de octubre de 1991, y en esta ocasión como parte del Programa de Cooperación Técnica, ha decidido realizar el Proyecto de Mejoramiento de la Infraestructura que tiene como objeto el equipamiento de una Granja Modelo para las actividades experimentales y demostrativas.

Por esta razón la institución JICA envió una Misión de Estudio del diseño detallado encabezada por el Sr. Ryuzo Nishimaki, Jefe de la Sección de Proyectos, Departamento de Cooperación para el Desarrollo agrícola, JICA, cuya estadía en Colombia fue desde el 12 de septiembre al 21 de octubre de 1993, pudiendo realizar satisfactoriamente las investigaciones necesarias.

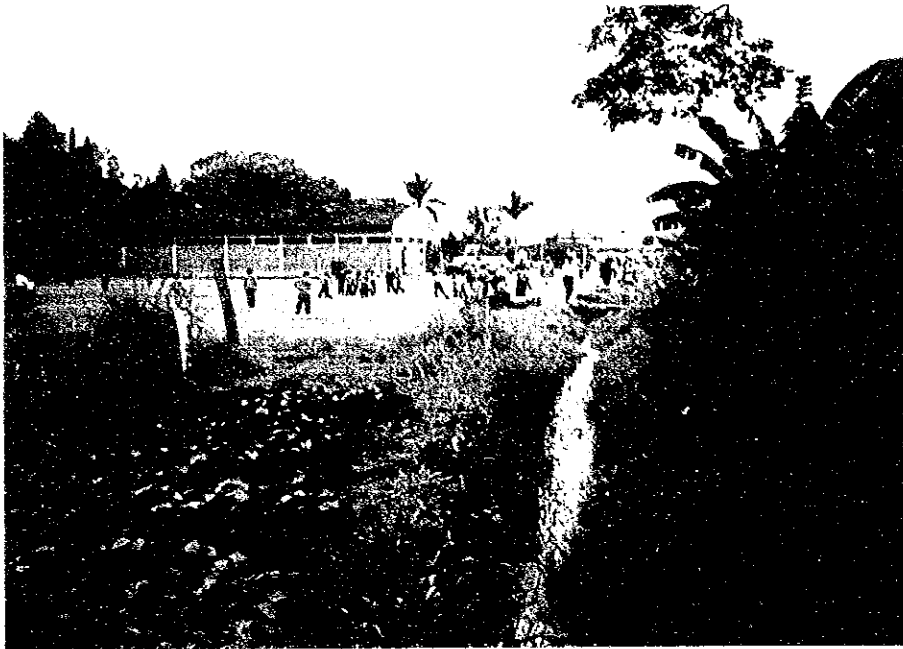
Este informe que aquí se presenta es el resultado de las discusiones sostenidas con las autoridades competentes y personal de la contraparte colombiana, de los reconocimientos de campo y de los trabajos relacionados efectuados en Japón por los miembros de la Misión y esperamos que el contenido de este documento les pueda servir de guía para la ejecución del Proyecto.

Finalmente tengo el placer de expresar mis sinceros agradecimientos a los funcionarios colombianos y personas relacionadas que han prestado su amable colaboración.

Tokyo, diciembre 1993

Michiyo Arikawa  
Jefe del Dpto. de Cooperación  
para el Desarrollo Agrícola,  
JICA

FOTOS



LA ESCUELA VALSALICE Y CANAL ACTUAL

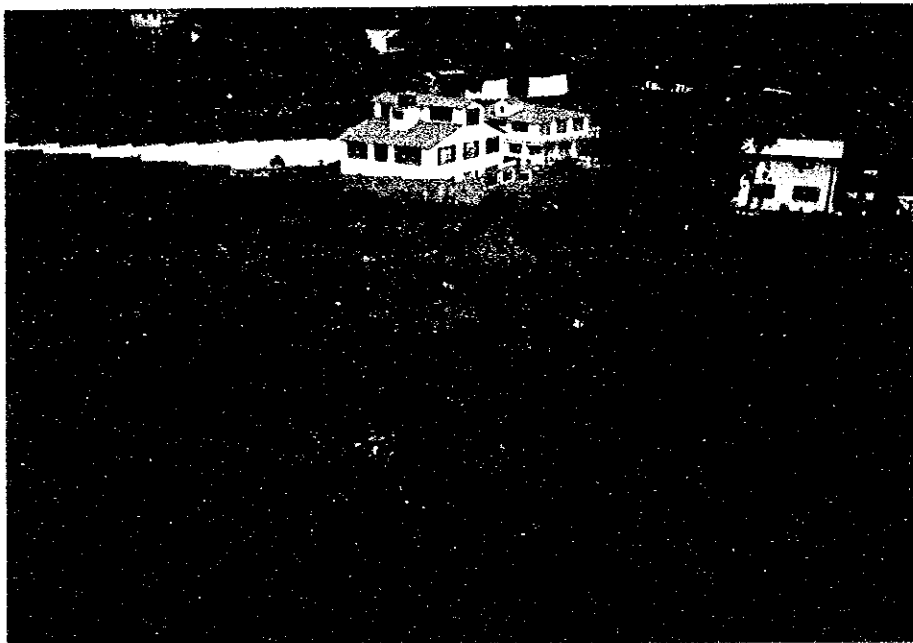


SITUACION ACTUAL DEL CAMINO PRINCIPAL

FOTOS



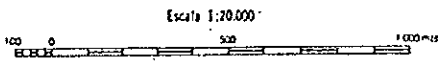
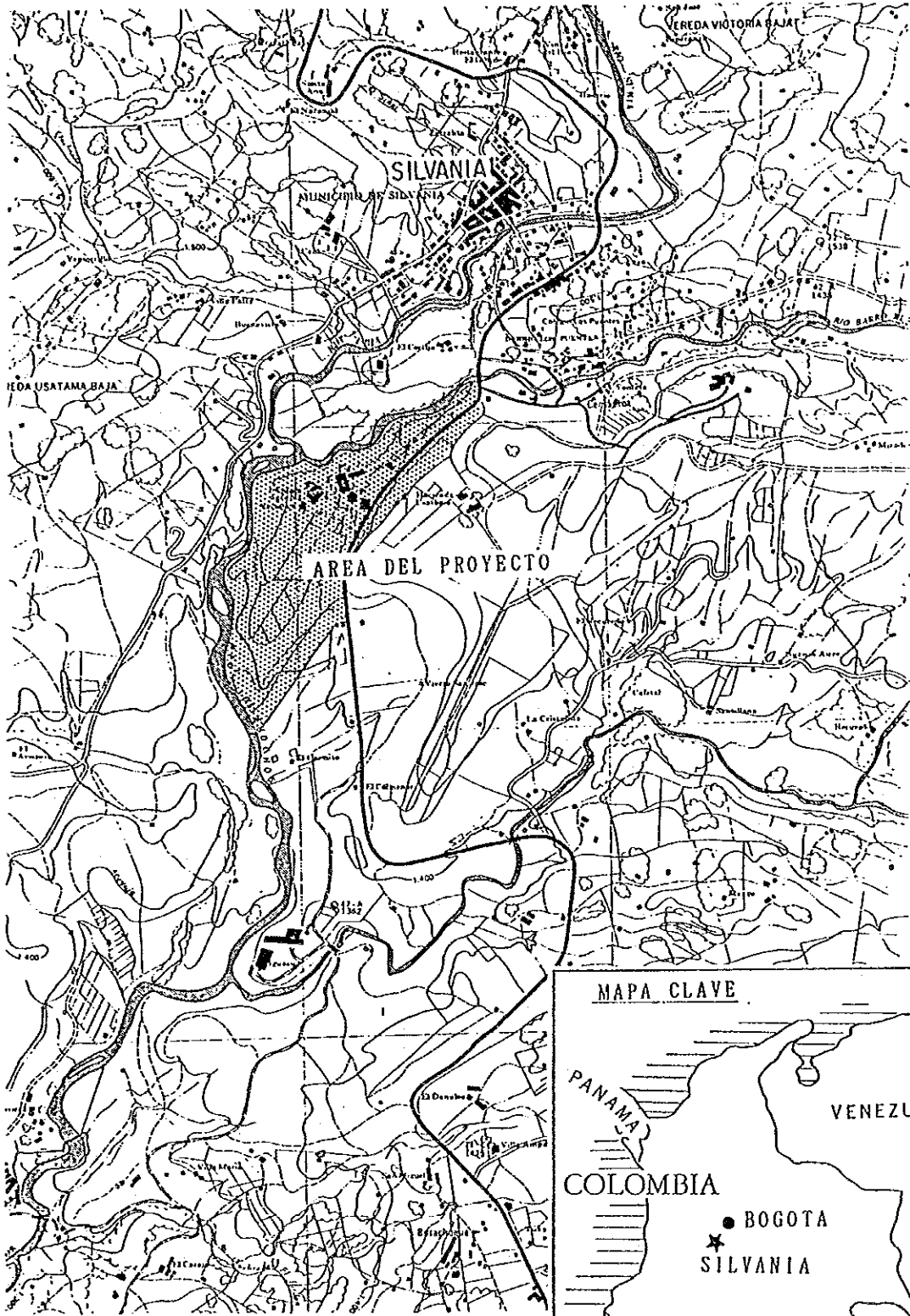
LA GRANJA DE BLOQUE No. 5 Y ESTUDIO DE SUELO



SITUACION ACTUAL DE TIERRAS EN LADERA



MAPA DE LOCALIZACION





## INDICE

PREFACIO

FOTOS

MAPA DE LOCALIZACION

CAPITULO 1 ENVIO DE LOS MIEMBROS DE LA MISIÓN DE ESTUDIO DE EJECUCION .....	1
1-1 Antecedentes del Envío de la Misión de Estudio y Objetivo del Estudio de Campo .....	1
1-2 Miembros de la Misión Japonesa .....	4
1-3 Itinerario de los Miembros de la Misión de Estudio y Lista de los Principales Integrantes de la Celebración de Entrevistas .....	8
CAPITULO 2 SITUACION ACTUAL DE COLOMBIA .....	9
2-1 Condiciones Naturales .....	9
2-2 Política y Economía .....	10
2-3 Agricultura .....	11
CAPITULO 3 SITUACION ACTUAL DEL AREA DEL PROYECTO.....	15
3-1 Ubicación .....	15
3-2 Topografía y Geología .....	15
3-3 Meteorología e Hidrología .....	15
3-4 Suelo .....	16
3-5 Utilización de Agua y Drenaje .....	17
3-6 Instalaciones Principales de Utilización .....	18
3-7 Utilización de Tierras .....	20
CAPITULO 4 PROYECTO BASICO Y DISEÑO DE EJECUCION .....	24
4-1 Concepto Básico del Proyecto .....	24
4-2 Selección del sitio de la Granja Modelo .....	25

4-3	Proyecto de la Granja .....	25
4-4	Plan de Vías Internas .....	26
4-5	Plan de Riego .....	27
4-6	Plan de Drenaje .....	51
4-7	Plan de la Estación de Bombeo .....	55
4-8	Plan de Estanque Desarenador .....	55
4-9	Recomendación sobre la Ampliación de la Granja Modelo en el Futuro .....	56
CAPITULO 5 PLANOS DEL DISEÑO .....		58
CAPITULO 6 COSTO DEL PROYECTO .....		78
6-1	Concepto de Estimación del Costo .....	78
6-2	Costo Total del Proyecto .....	79
CAPITULO 7 PLAN DE EJECUCION DE LAS OBRAS .....		85
7-1	Resumen de las Obras .....	85
7-2	Plan Básico .....	85
7-3	Plan de Obras .....	87
7-4	Proceso de las Obras .....	92
7-5	Método de Contratación y Selección de Contratista .....	98
CAPITULO 8 DOCUMENTOS DE LICITACION (borrador) .....		101
ANEXO .....		148
ANEXO 1 PRINCIPIO DE ESTUDIO DE EJECUCION DEL PROYECTO .....		149
ANEXO 2 LISTA DE LOS DOCUMENTOS RECOLECTADOS .....		157
ANEXO 3 CALCULO HIDRAULICO DETALLADO DE RIEGO .....		158

## CAPITULO 1 ENVIO DE LOS MIEMBROS DE LA MISION DE ESTUDIO DE EJECUCION DEL PROYECTO

### 1-1 Antecedentes del Envío de la Misión de Estudio y Objetivo del Estudio de Campo

#### 1) Solicitud de la Cooperación Técnica

El Gobierno de la República de Colombia desde el año 1983 en base al Proyecto de Desarrollo Nacional ha establecido como meta de primera importancia la independencia económica regional y el destierro de la pobreza, adoptando preferentemente medidas para el fomento agrícola en las áreas de ladera.

En el Programa de Desarrollo Económico y Social (1987/90) promulgado en 1987 se ha reconocido ésta política por lo que los organismos relacionados están trabajando en los planes ya trazados. En el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), como parte de la política citada anteriormente se ha elaborado el plan de mejoramiento de las instalaciones de riego en las áreas o zonas de ladera para la utilización eficaz de éstas tierras e incrementar la producción de alimentos.

Para propulsar el proyecto de desarrollo por riego, el Gobierno Colombiano ha observado los proyectos de riego de pequeña escala en las áreas de ladera de Japón los cuales presentan características topográficas similares a las áreas de pradera en Colombia por lo cual originó hacer la solicitud de cooperación técnica al Gobierno Japonés.

En correspondencia a esta solicitud, en 1986 el Gobierno Japonés realizó un estudio de factibilidad sobre el Proyecto de riego especialmente en cuatro zonas en los alrededores de la Ciudad de Bogotá. Actualmente el Instituto HIMAT está elaborando el proyecto de mejoramiento del riego en áreas de ladera que abarcan cien zonas con una extensión de 60,000 ha.

En Colombia el 70% de la población total vive en las regiones montañosas

de ladera (altitud 1,000 a 3,000 m) donde se produce el 65% de los alimentos principales, por lo que se considera que la producción agrícola de estas regiones tiene una gran influencia sobre el desarrollo económico y social del país.

Las características agrícolas en las áreas de ladera respecto a las condiciones de los suelos, topográficas, altitudes, meteorológicas, fuentes de agua, utilización de tierras y cultivos, etc. son diferentes, razón por la cual en estas zonas donde las condiciones son diferentes para incrementar los efectos del proyecto de fomento agrícola es indispensable controlar adecuadamente el agua de riego, establecer un sistema integrado y eficaz de explotación agrícola, inclusive la administración y mantenimiento de las instalaciones después de haber terminado la construcción de las obras, también es necesario contar con un personal técnico para el asesoramiento y apoyo del proyecto, así como la transferencia técnica a los agricultores.

En base a lo anteriormente indicado, el Instituto HIMAT ha planeado establecer el Centro de Conservación Integral de Ladera (CECIL) que se considera como núcleo de propulsión del proyecto, solicitando a la vez la cooperación técnica del Gobierno Japonés. Bajo esta solicitud, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) inició sus actividades de cooperación técnica a partir del primero de octubre de 1991 por un período de cinco años, denominándose Proyecto de Desarrollo Agrícola por Riego en Areas de Ladera, Colombia.

Durante las reuniones sostenidas entre ambas partes Japón y Colombia se reconoció que para la cooperación técnica es necesario construir una granja modelo para realizar experimentos, pruebas de verificación y demostraciones por lo que en el Acta de Discusiones se estipuló que los gastos locales de la granja modelo serán por cuenta del Gobierno Japonés.

## 2) Objetivo y Contenido del Estudio

### ① Objetivo del Estudio

Esta cooperación técnica es del tipo "Proyecto" que se concede al Centro de Conservación Integral de Ladera (CECIL) establecido por el Instituto HIMAT

del Ministerio de Agricultura de Colombia, con el fin de impulsar el proyecto de mejoramiento del riego en pequeña escala en las áreas de ladera.

El objetivo del estudio como parte del proyecto de CECIL es de realizar las obras de una infraestructura modelo, cuyos gastos locales serán por cuenta del Gobierno Japonés. Los ítemes que se comprenden en este estudio son los siguientes:

- a- Con la construcción y equipamiento de la granja modelo experimental y demostrativa se dará a conocer las Técnicas Japonesas de elaboración de proyectos, diseños, ejecución y administración de las obras e instalaciones.
- b- Utilizando las instalaciones de riego para las tierras de cultivo en secano de la granja modelo, se realizarán pruebas de verificación y mejoramiento de las normas provisionales elaboradas por los diversos sectores de colaboración.
- c- En la granja modelo del proyecto de riego en pequeña escala de las áreas de ladera se piensa demostrar y extender los métodos de riego para las tierras de cultivo en secano, el arreglo y conservación de tierras agrícolas, así como las técnicas de cultivo con riego.

## ② Contenido del Estudio

El estudio se divide más o menos en trabajos de campo en Colombia y trabajos en Japón, cuyos detalles son los siguientes:

### a- Estudio de Campo

Además de la colección de datos e informaciones sobre las condiciones meteorológicas, topográficas y suelo en los alrededores de las áreas del proyecto, se realizarán investigaciones en sitio de la calidad y características del suelo, también se llevarán a cabo levantamientos topográficos en investigaciones de las condiciones de utilización y drenaje de aguas.

b- Elaboración del Proyecto

Planificación de la granja modelo, vías internas, instalaciones de riego y drenaje y de inestructuras anexas.

c- Diseño de Ejecución

En base al Proyecto se elaborará el diseño de Ejecución de las Obras utilizando un mapa topográfico (escala 1/1000), se calculará el costo de las obras y se prepararán los documentos de licitación.

d- Plan de Ejecución

Se elaborará el plan del ejecución considerando el proceso de las obras, la adquisición de materiales, equipos y maquinaria necesaria, también los organismos de ejecución así como los métodos de construcción de las diversas obras.

1-2 Miembros de la Misión Japonesa

Los miembros de la Misión de Estudio de ejecución del Proyecto y el período de estadía en Colombia se indican a continuación.

- |   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| 1. Jefe de la Misión<br>(Asuntos generales) | Sr. Ryuzo<br>Nishimaki  | Jefe de Sección de Proyectos,<br>Dpto. de Cooperación para el<br>Desarrollo Agrícola, JICA<br>(sept. 12-25, 1993, estadía 14<br>días)            |
| 2. Coordinación de<br>Trabajos              | Sr. Michihiko<br>Sakaki | Sección de Cooperación Técnica<br>Agrícola, Dpto. de<br>Cooperación para el Desarrollo<br>Agrícola, JICA (sept. 12-25,<br>1993, estadía 14 días) |



- |   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| 3. Diseño de granjas<br>(Jefe de operaciones) | Sr. Masanobu<br>Sakurai | Subjefe Dpto. Técnico Div.<br>Exteriores, Naigai Engineering<br>Corporation, (sept. 12--oct. 21,<br>1993, estadía 40 días) |
| 4. Riego y drenaje                            | Sr. Kazuyoshi<br>Nagata | Jefe Dpto. Técnico, Oficina de<br>Kyoto, Naigai Engineering<br>Corporation, (sept. 12--oct. 21,<br>1993, estadía 40 días)  |

1-3 Itinerario de los Miembros de la Misión de Estudio y Lista de los Principales Integrantes de la Celebración de Entrevistas

El itinerario de los miembros de la Misión de Estudio y la lista de los Principales Integrantes de la celebración de entrevistas, se indican en las tablas 1-1 y 1-2 adjuntas.

Tabla 1-1 Itinerario de los Miembros de la Misión de Estudio (1/2)

Días	Fecha	Día	Tiempo	Ubicación	Viaje	Resumen de Trabajos
1	12/9	domingo	despejado	New York	Narita-New York	Sres. de la Misión Japonesa parten del Japón
2	13	lunes	nublado	Bogotá	New York-Bogotá	Arribo a Bogotá, arreglo del itinerario con personal de JICA
3	14	martes	despejado	"	Ciudad de Bogotá	Visita a Embajada del Japón y oficinas de JICA, DNP, HIMAT
4	15	miércoles	"	"	Ciudad de Bogotá	Intercambio de opiniones sobre el Proyecto con expertos y personal del HIMAT
5	16	jueves	nublado	"	Bogotá-Silvania	Exploración de campo
6	17	viernes	"	"	Ciudad de Bogotá	Discusión acerca la exploración de campo, redacción carta borrador al Jefe de Misión
7	18	sábado	despejado	"	"	Preparación de equipos y materiales de estudio
8	19	domingo	"	"	"	Reunión de la Misión y ordenación de datos
9	20	lunes	"	"	"	Junta final sobre el resumen del Proyecto y definición de la carta del jefe de Misión
10	21	martes	"	"	"	Presentación al HIMAT de la carta e informe del jefe de la Misión
11	22	miércoles	nublado	"	Bogotá-Silvania	Regreso al Japón de Sres. Nishimaki, y Sakaki, Sres. Sakurai y Nagata continúan estudios de campo
12	23	jueves	despejado	"	"	Levantamiento topográfico, estudio del suelo in situ
13	24	viernes	"	"	"	Levantamiento topográfico y estudio sobre la utilización de aguas
14	25	sábado	"	"	"	Ordenación de datos y resultados de levantamientos topográficos
15	26	domingo	"	"	Ciudad de Bogotá	Levantamiento topográfico en situ
16	27	lunes	nublado	"	Bogotá-Silvania	Junta con el director de escuela de Valsalice sobre la utilización de aguas
17	28	martes	despejado	"	"	Levantamiento topográfico, estudio sobre riego y drenaje
18	29	miércoles	"	"	"	Levantamiento topográfico, estudio relacionado con la granja
19	30	jueves	"	"	"	Alrededores de la Ciudad de Bogotá
20	1/10	viernes	nublado	"	"	Inspección de las zonas con laderas similares
21	2	sábado	despejado	"	Alrededores Ciudad Bogotá	Ordenación de datos de levantamientos topográficos, elaboración del plano del Proyecto
22	3	domingo	"	"	Ciudad de Bogotá	Junta con expertos sobre valores numéricos del diseño
23	4	lunes	"	"	Ciudad de Bogotá	Elaboración del proyecto de distribución de instalaciones de riego y colección de datos de estimación del costo
24	5	martes	"	"	Ciudad de Bogotá	Cálculos hidráulicos y diseño de vías internas

Tabla 1-1 Itinerario de los Miembros de la Misión de Estudio (2/1)

Días	Fecha	Día	Tiempo	Ubicación	Viaje	Resumen de Trabajos
25	6/10	miércoles	despejado	Bogotá	Ciudad de Bogotá	Cálculos hidráulicos y diseño de vías internas
26	7	jueves	"	"	"	Cálculos hidráulicos y proyecto de equipamiento de la granja
27	8	viernes	"	"	Bogotá-Silvania	Junta del Sr. Nagata con Director de escuela, Sr. Sakurai se dedica a diseñar las estructuras anexas
28	9	sábado	nublado	"	Alrededores de Ciudad Bogotá	Inspección de las instalaciones de riego
29	10	domingo	Lluvia	"	Ciudad de Bogotá	Comprobación de cálculos y cálculos de cantidades
30	11	lunes	nublado	"	"	Estudio sobre la magnitud de las instalaciones de riego y colección de datos relacionados con los contratos
31	12	martes	despejado	"	"	Colección de datos de estimación del costo de las obras
32	13	miércoles	"	"	"	Diseño de ejecución, colección de datos de estimación del costo de las obras
33	14	jueves	"	"	"	Recapitulación de diseños e investigación de precios de materiales
34	15	viernes	"	"	"	Discusión sobre los diseños y visita de despedida a la Embajada del Japón y oficinas de JICA
35	16	sábado	"	"	Bogotá-Silvania	El Sr. Nagata realiza investigaciones suplementarias de campo y el Sr. Sakurai se dedica a coleccionar datos e informaciones adicionales
36	17	domingo	"	"	Ciudad de Bogotá	Ordenación de datos
37	18	lunes	"	"	"	"
38	19	martes	"	"	Bogotá-Los Angeles	Día de traslado
39	20	miércoles	"	"	Los Angeles	"
40	21	jueves	"	"	- Narita	Regreso a Japón de los Sres. Sakurai y Nagata

Tabla 1-2 Lista de los principales integrantes de la celebración de las Entrevistas

<b>Colombianos</b>	
1) Departamento Nacional de Planeación: D.N.P.	
Guillermo Augusto Correa C.	División de Cooperación Técnica Internacional
2) Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras: HIMAT	
Jorge Ramírez Vallejo	Director General
María Victoria Cifuentes R.	Sub-director de Planeación
Alvaro Bocanumenth P.	Director Suplente del Proyecto
Alvaro Lancheros C.	Contraparte (Riego)
Luis Eduardo Ortes P.	idem (Conservación de tierras)
Luis Daniel Lasso E.	idem (Manejo de aguas)
Luis Jairo Díaz Q.	idem (Cultivos)
Carlos Benhur Díaz D.	idem (Administrativo)
José Vicente Bello T.	idem (Topografía)
3) Sociedad Salesiana Valsalice Instituto Técnico Agrícola	
Ignacio María Pardo	Director del Colegio
Pedro Alberto Leon G.	Administrador
<b>Japoneses</b>	
1) Embajada del Japón	
Katsuya Ota	Primer Secretario
2) Oficina de JICA en Colombia	
Minoru Tomita	Residente Representativo
Makoto Tatebe	Asistente del Representante
Masatoshi Hayakawa	Misceláneo
3) Expertos del Proyecto CECIL	
Tatsuhiko Yamamoto	Jefe de Expertos
Akashi Kitano	Coordinador
Hitoshi Yano	Riego
Kenju Ota	Manejo de aguas
Akihiko Kurabe	Conservación de tierras
Masayoshi Isshiki	Cultivo
4) Otros	
Tutomu Muramatsu	Intérprete

## CAPITULO 2 SITUACION ACTUAL DE COLOMBIA

### 2-1 Condiciones Naturales

Colombia es un Estado de América del Sur que se sitúa en el extremo norte de dicho continente y su territorio se comprende entre 12° latitud norte a 4° latitud sur y entre 66° a 79° de longitud oeste. Limita al oeste con el Océano Pacífico, al norte con Panamá, sus costas con el Mar Caribe, al este con Venezuela y Brasil y al sur con Ecuador y Perú. La superficie total es de aproximadamente 1.14 millón de km<sup>2</sup> (aprox. tres veces mayor que Japón) y en base a las condiciones topográficas y climáticas se puede dividir en cuatro regiones: litoral del Caribe, altiplanos orientales de los Andes, tierras bajas del Amazonas y región de la costa del Pacífico.

La cordillera de los Andes que se extiende de norte a sur constituye en Colombia tres cordilleras paralelas: la Occidental y la Oriental que encierran una zona de altiplanicies y valles de 1,500 a 3,000 sobre el nivel del mar, también seis picos de más de 5,000 m cuyas cumbres están cubiertas de nieve constante. Las tierras bajas y de las costas son de clima cálido, de más de 28°C interanual, mientras que en las regiones de 1,000 a 2,000 m de elevación la temperatura media anual es alrededor de 20°C agradable y de 2,500 a 3,000 m el clima es frío con una temperatura alrededor de 14°C.

En Colombia no están marcadas las cuatro estaciones y simplemente se divide en épocas o temporadas de lluvias y de sequía. Dentro de las épocas de lluvias existen dos períodos; de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, y el resto de estos meses corresponden a la época de sequía. Aunque las precipitaciones pluviosas difieren en las diversas regiones, el promedio anual a nivel nacional es de 1,400 a 2,000 mm. La humedad relativa se altera de acuerdo con la temporada y se puede decir que en las tierras bajas es mucho más elevada que en las regiones montañosas y esto es una de las razones de que tanto la capital Bogotá como la mayoría de las ciudades principales están concentradas en las regiones de altiplanicie con una elevación de 1,500 a 3,000 m.

## 2-2 Política y Economía

Para 1991, la población total se registra en 32.8 millones de habitantes, clasificándose como mestizos un 58%, blancos un 20% y otros un 22%.

El actual presidente son César Gaviria fue electo y asumió el poder el 27 de mayo de 1990 y al igual que el gobierno del expresidente Parco, en el Programa de Desarrollo Nacional mantiene la política de primera importancia a los asuntos de construcción de viviendas y de mejoramiento de caminos, etc., o sea de la infraestructura social así como del desarrollo agrícola.

La tasa de crecimiento económico del país durante los últimos diez años ha sido más o menos estable registrando un promedio de 3.2%, mientras que la tasa de alza de precios a nivel del consumidor ha sido de aproximadamente un 25% anual.

Las industrias principales son la agrícola (cultivo del café, cacao, algodón, banano, tabaco, productos ganaderos, etc.) y minera (carbón de piedra) y como recursos naturales se encuentran el carbón de piedra, níquel, esmeralda, petróleo, etc.

De la estructura económica se puede decir que la industria es un ejemplar del monocultivo del café cuya cotización internacional tiene gran influencia en la economía nacional. Por este motivo, los gobiernos sucesivos han venido impulsando la política de diversificación de las industrias teniendo como base el programa de desarrollo social y aunque están surtiendo efectos favorables, en el producto interno bruto (PIB) dentro de las diversas industrias, la agricultura ocupa un 25%, seguidamente la industria manufacturera y el comercio exterior, mientras que el resto es menor que el 10%.

1) Resumen

En Colombia, la superficie de tierras para uso agrícola es de aproximadamente 20 millones de ha., equivalente a un 17% de la superficie del territorio total. Sin embargo, en consecuencia de las condiciones climáticas, la mayoría de la población está concentrada en las regiones montañosas y valles. Aunque existe una tendencia a la reducción del porcentaje que ocupa el sector agrícola dentro del Producto Interno Bruto (PIB), todavía asciende a una cuarta parte del total y aproximadamente a dos terceras partes del valor total de las exportaciones (el café alrededor del 50%).

Además en la población económicamente activa ocupa  $\frac{1}{3}$  por lo que se podrá decir que la agricultura es la industria más importante del país. Debido a las condiciones topográficas, el país disfruta de una gran variedad climática, dentro de la gama de tierras cálidas y templadas hasta frías, permitiéndose toda clase de cultivos. Los productos principales son el café, algodón, caña de azúcar, banano, tabaco, arroz, papas, maíz, productos de la ganadería, etc. Sin embargo los cereales tanto el trigo como el maíz, etc., así como la carne vacuna no se producen en cantidad suficiente para abastecer la demanda interna, especialmente el trigo, se tiene que importar en grandes cantidades todos los años.

En las regiones montañosas de los Andes vive aproximadamente el 70% de la población total y la producción de los alimentos principales asciende al 64%. La característica de explotación agrícola en éstas regiones es que la mayoría son agricultores de pequeña escala y que se está aumentando la diferencia de ingresos entre ellos.

El problema es cómo salvar a estos agricultores de la pobreza y cómo corregir la diferencia de ingresos entre los agricultores y trabajadores urbanos. O sea que la producción agrícola de estas regiones tiene gran influencia en el aspecto socio económico del país y por lo cual el gobierno le está dando preferencia a la política de fomento agrícola adoptando las

medidas necesarias a través de los organismos relacionados.

Los objetivos de la política de fomento agrícola son los siguientes:

- Incremento de la producción agropecuaria y fortalecimiento de la tasa de autoabastecimiento
- Mejoramiento de las oportunidades de empleo y de ingresos
- Incremento de la exportación con la diversificación de los productos
- Distribución justa de ingresos y de la producción, etc.

Además en el acuerdo de la Dirección General de Planificación publicado en mayo de 1990 sobre la política básica de fomento agrícola, se menciona el trigo, maíz, naranja y carne vacuna, etc., como productos que se debe incrementar la producción para el autoabastecimiento. Por otra parte se ha dado a conocer que el arroz, papas y banano, etc., la producción no ha llegado a abastecer la demanda interna. También se expresa una política firme para fomentar la producción de productos de exportación que puedan reemplazar al café.

## 2) Problemas de la Agricultura en Areas de Ladera

Tal como se explicó anteriormente en las regiones montañosas de los Andes reside casi el 70% de la población total, el 80% de los agricultores se encuentran en estas regiones y la producción de los alimentos principales asciende al 64% del total nacional. La superficie de tierras agrícolas es de aproximadamente 3.8 millones de habitantes, equivalente al 13% de la superficie total de tierras andinas. La mayoría de la producción del café, maíz, trigo, frijoles, yuca, papas y hortalizas, etc., se concentra en las regiones de los Andes. Sin embargo se deberá mencionar que de existen los siguientes problemas:

### a- Condiciones topográficas complicadas y mucho terreno inclinado

Dentro las regiones andinas, la superficie de tierras adecuadas para la



agricultura constan aproximadamente de un 10% y el resto el 90% posee condiciones restringidas en la topografía y del clima, por lo que se considera que estas tierras no son adecuadas para la explotación agrícola.

b- Pérdida del suelo a causa de la erosión

En la cordillera oriental de los Andes, el grado de erosión del suelo es sumamente elevado, por lo que la pérdida del suelo es uno de los factores de restricción de la producción agrícola.

c- Restricción de la producción agrícola durante la época de sequía

En la mayoría de las regiones montañosas están bien marcadas las épocas de lluvias y de sequía. Además en la región de Bocayá de la cordillera oriental la precipitación anual es menor que 1,000 mm.

d- Poca corriente de los cauces y restricción de toma de agua durante la época de sequía

En vista de que estas regiones se ubican en aguas arriba de los cauces, las corrientes son rápidas y de pequeño caudal. Además como hay deterioro de tierras forestales, en la época de sequía existe escasez del fluido de agua.

e- Condiciones climáticas severas

En las regiones elevadas el clima es frío y las horas de insolación son relativamente cortas.

f- Diferencia del microclima por la variedad de condiciones topográficas y de altitud

Debido a que la topografía es complicada, las zonas tienen diferentes microclimas.

g- Dificultades de transporte a los mercados de consumo

Por las condiciones topográficas complicadas, para el transporte de los productos agrícolas a los mercados de consumo de Bogotá, etc., en la mayoría de los casos se tiene que utilizar caminos de la montaña a larga distancia que se encuentran en malas condiciones.

h- Explotación agrícola de pequeña escala sin capacidad de hacer inversiones de producción

En las regiones citadas arriba existen muchos minifundios y agricultores de pequeña escala cuyo nivel de ingresos es sumamente bajo. Por ejemplo en comparación con el promedio nacional de 26 ha, la explotación media es de 3.9 ha por familia de agricultor y por lo cual la utilización de tierras y de recursos de agua es insuficiente, teniendo que adaptarse a métodos antiguos y tradicionales de cultivo.

i- Explotación agrícola concentrada en el cultivo del café

El café es uno de los principales productos de exportación del país y el porcentaje de la producción de pequeños agricultores en terrenos de ladera es relativamente elevado.

La fluctuación del precio del café en el mercado internacional es grande y la baja repentina de la cotización causa grandes pérdidas a los productores. Por esta razón se puede decir que los agricultores que se dedican al monocultivo del café se encuentran en una condición inestable.

Bajo esta situación a causa de los aspectos problemáticos en las regiones de los Andes, la explotación agrícola ha seguido el mismo paso de métodos tradicionales de cultivo en pequeña escala, consecuentemente inestable y de ingresos reducidos, dando lugar a que los recursos laborales se fuguen a las zonas urbanas.

## CAPITULO 3 SITUACION ACTUAL DEL AREA DEL PROYECTO

### 3-1 Ubicación

El lugar de construcción del proyecto CECIL se ubica dentro del terreno del Instituto Técnico Agrícola, Sociedad Salesiana Valsalice al noroeste de la ciudad Fusagasuga, Dpto. de Cundinamarca.

La ubicación de esta escuela es 04°21' latitud norte y 74°26' longitud oeste con una elevación de 1,440 m sobre el nivel del mar. Desde la capital Bogotá la distancia es de aproximadamente 60 km hacia el sudoeste pasando por la carretera Girardot (véase Fig 3-1).

### 3-2 Topografía y Geología

El área se ubica en la parte media de la ladera en la Cordillera Oriental, sobre la meseta de zona aluvial ligeramente inclinada que ha sido formada por el Río Subia y Río Blanco, ambos cauces tributarios del Río Magdalena que es el más importante del país. La estructura geológica es del período terciario que contiene gran cantidad de grava y conglomerado, del período cuaternario de capa sedimentaria a causa de derrumbe de sedimentos y capa de arcilla volcánica.

### 3-3 Meteorología e Hidrología

El clima de ésta área es templado, de temperatura constante. La precipitación anual es de aproximadamente 1,100 mm y las épocas de lluvia son dos; de marzo a mayo y de octubre a diciembre. La temperatura media anual es de 19.2°C, la temperatura máxima media anual de 21°C y la mínima media anual de 16.9°C, sin experimentar mayores alteraciones en término interanual. La humedad relativa es comparativamente elevada, de

63% a 93%, y el promedio anual de 78%. La evaporación media anual es de 578 mm, el promedio anual de insolación es de aproximadamente 1,700 horas y el promedio diario es de 4.66 horas.

Los datos relacionados con la precipitación pluvial y temperatura se indican en la tabla 3 a 1. El sistema hídrico de los alrededores del área constituye las cuencas de los ríos Subia y Blanco y a los campos de cultivo del Instituto Técnico Agrícola de Valsalice se conduce el agua de riego procedente de las dos instalaciones de toma del Río Blanco. El caudal del Río Subia es de 9 a 12 litros/segundo/km<sup>2</sup> durante la época de sequía y de 20 a 48 litros/segundo/km<sup>2</sup> de descarga específica en la época de lluvias.

### 3-4 Suelo

Topográficamente el área se divide en la meseta de zona aluvial de tierras altas y en la zona de valle de tierras bajas de la ribera del lado izquierdo del Río Chocho. La roca madre del suelo es de capa sedimentaria de derrumbe de sedimentos que contiene piedras o rocas angulares que se encuentran frecuentemente a flote de la superficie. Además de la carretera nacional hacia la parte elevada, existen laderas que corresponden a la meseta de Fusagasuga y se ubican en la parte superior de la zona aluvial.

En toda esta serie de suelos se incluye la ceniza volcánica que es uno de los elementos característicos. La mayor parte de la granja modelo es de suelo de meseta de zona aluvial que se compone principalmente de arcilla y la hondura aprovechable es de poca o mediana profundidad, dependiendo de la cantidad de piedras y graba que se encuentren. La pendiente es de 0 a 7% que se considera suave y pareja. El valle del Río Chocho se ubica en la ribera izquierda y la altitud corresponde a la parte baja del área.

En comparación con el suelo de la meseta, se reduce un poco la cantidad de arcilla y la profundidad efectiva o aprovechable es mayor, pero igualmente tanto en la superficie como dentro del suelo se encuentra gran cantidad de piedras.

El potencial hidrógeno (pH) de ambos suelos es de 4.5 a 5.0, o sea un poco ácido.

### 3-5 Utilización de Agua y Drenaje

Tal como se explicó anteriormente, el área del proyecto se ubica dentro del terreno del Instituto Técnico Agrícola donde existen los edificios e instalaciones de la escuela, el campo de ejercicios, jardines, campos de cultivo, establos y corrales, lagunas para la cría de peces y pastizal, etc. El agua que aquí se utiliza, excepto el agua potable, es del Río Blanco, que se conduce de las dos instalaciones de toma.

El agua proveniente de la fuente en aguas arriba se conduce a través del canal de Usatama por el método de gravedad y se utiliza para abastecer las necesidades de una parte de las instalaciones de la escuela, para regar los jardines y campos de cultivo y para los tanques de experimentación de cría de peces, etc. Como fuente en aguas abajo, se toma el agua de la presa del Río Blanco y se conduce por canal abierto dentro del terreno de la escuela para abastecer las necesidades de los establos y corrales de los animales domésticos, así como para el riego en surcos y para la laguna de cría de peces.

Las instalaciones de utilización de aguas son del sistema de tubería con depósito y estanque desarenador en la parte superior, pero debido a que el diámetro de la tubería es pequeño y está deteriorada, no se obtiene la función deseada.

Por otra parte, el sistema de canal abierto en aguas abajo con excepción de ciertos trechos de sifón, es de canal con talud y como está construido sobre tierra arcillosa, la pérdida de agua por filtración es pequeña y la conducción del agua es eficiente hasta los extremos de las parcelas de cultivo. Sin embargo, en ciertos sitios del sistema de sifón, donde se utilizan tubos de cerámica viejos, notándose fugas de agua.

En vista de que dentro del área del Proyecto no existen instalaciones de

drenaje del agua del riego y de las lluvias, dentro de los campos de cultivo donde la pendiente es suave, existen zonas donde hay estancamientos del agua superficial. Por esto, en la época de lluvias, los canales pequeños provistos de talud a lo largo de las vías internas funcionan insuficientemente como canales de riego y de drenaje.

Además, dentro del área se cuentan 18 lagunas entre grandes y pequeñas para la piscicultura y en el centro existe nada más que un canal de drenaje hacia el río Chocho para controlar el agua de las lagunas.

### 3-6 Instalaciones Principales de Utilización de Aguas

#### 1) Historia de construcción

El canal de Usatama, las instalaciones de toma y de conducción del agua del Río Blanco, se construyeron 35 años atrás, o sea en 1958 por el Padre Ignacio María Parto y los estudiantes del Instituto Técnico Agrícola sin que posteriormente se hayan realizado reparaciones o mejoramientos mayores, sino que solamente la introducción de tubería parcial.

#### 2) Instalaciones del canal de Usatama

En las instalaciones de toma (estructura de ladrillos) se obtiene el agua del canal de Usatama y se conduce mediante la tubería de cloruro de vinilo rígido de  $\phi 75$  (cambiado 2 años atrás) al tanque de descarga (estructura de hormigón sencillo). La capacidad de toma de agua es de 10 litros/seg. (Véase Anexo).

Del tanque de descarga al estanque desarenador (estructura de hormigón armado) el agua se conduce mediante el tubo de cemento con asbesto de  $\phi 75$  que se viene utilizando desde el principio de la construcción hasta la actualidad sin hacer ningún cambio o reparo.

Desde el tanque desarenador se utiliza el tubo de cloruro de vinilo rígido de  $\phi 50$  (después de atravesar la carretera nacional, manguera de  $\phi 25$ )

bifurcando la distribución del agua a las instalaciones de riego por aspersión de las parcelas de cultivo de la escuela y al tanque de almacenamiento que se ubica al lado del tanque desarenador.

Desde el tanque de almacenamiento al agua se distribuye a las diversas instalaciones de la escuela y al laboratorio de experimentación de piscicultura. La tubería de conducción al laboratorio se ha instalado y puesto en servicio recientemente.

Al lado del tanque de almacenamiento citado arriba existe un tanque filtro de hormigón armado pero actualmente no se utiliza.

### 3) Instalaciones de la presa del Rfo Blanco

Aunque en este río existe una presa de medio cierre del cauce de estructura de hormigón, no se nota los efectos de elevación del nivel de remanso. En el sitio de la presa, del lado de la ribera izquierda, el agua que se obtiene de las instalaciones de toma y de conducción de estructura de hormigón, se conduce mediante la instalación de sifón de aproximadamente 190 m después a través del canal abierto hasta el campo de cultivos.

El espesor del extremo superior de las instalaciones de toma y conducción del agua es de 40 cm (estructura de hormigón) y como es de construcción robusta y fuerte, todavía sirve suficientemente en la actualidad.

La instalación de sifón es del tipo que tiene nueve depósitos de agua de estructura de hormigón y de la parte de aguas arriba hasta el octavo depósito, el agua se conduce mediante un tubo de cloruro de vinilo de  $\phi 150$  y dos tubos de acero  $\phi 125$ . El tubo de cloruro de vinilo se ha reemplazado y los tubos de acero se han dejado tal como están, pues la instalación funciona todavía suficientemente sin que exista alguna fuga de agua.

Como resultado de las mediciones de los niveles de agua entre los cuatro depósitos en los sitios de aguas arriba, y del cálculo de la capacidad es de 26 litros/seg. (véase anexo). En cuanto a la conducción del agua por tubería de cerámica desde el octavo depósito hasta el canal abierto por una distancia de aproximadamente 80 m, la tubería de este trecho se encuentra

vieja y deteriorado, presentándose fugas de agua en dos sitios.

El canal con talud, después de la instalación de sifón, atraviesa el campo de ejercicios de la escuela, posteriormente pasando por debajo del edificio de aulas y de la piscina por conducto subterráneo pero no se confirma que existe fuga de agua en este tramo pues la conducción es suficiente. Esto se debe a que el suelo por donde pasa el canal abierto es arcilloso y el conducto subterráneo está pavimentado.

### 3-7 Utilización de Tierras

Toda el área del Proyecto se ubica dentro del terreno del Instituto Técnico Agrícola de Valsalice dividiéndose en aproximadamente 7 ha destinadas para la utilización de las instalaciones de esta escuela y aproximadamente 30 ha al proyecto CECIL.

El detalle de utilización de tierras es como se explica a continuación.

Terrenos Objeto del Proyecto CECIL	Superficie (ha)
1. Instalaciones para animales domésticos	2.6
2. Campos de cultivo práctico (en secano)	5.3
3. Lagunas de piscicultura	2.2
4. Pastizales	8.5
5. Bosques naturales y otros varios	11.4
Total	30.0



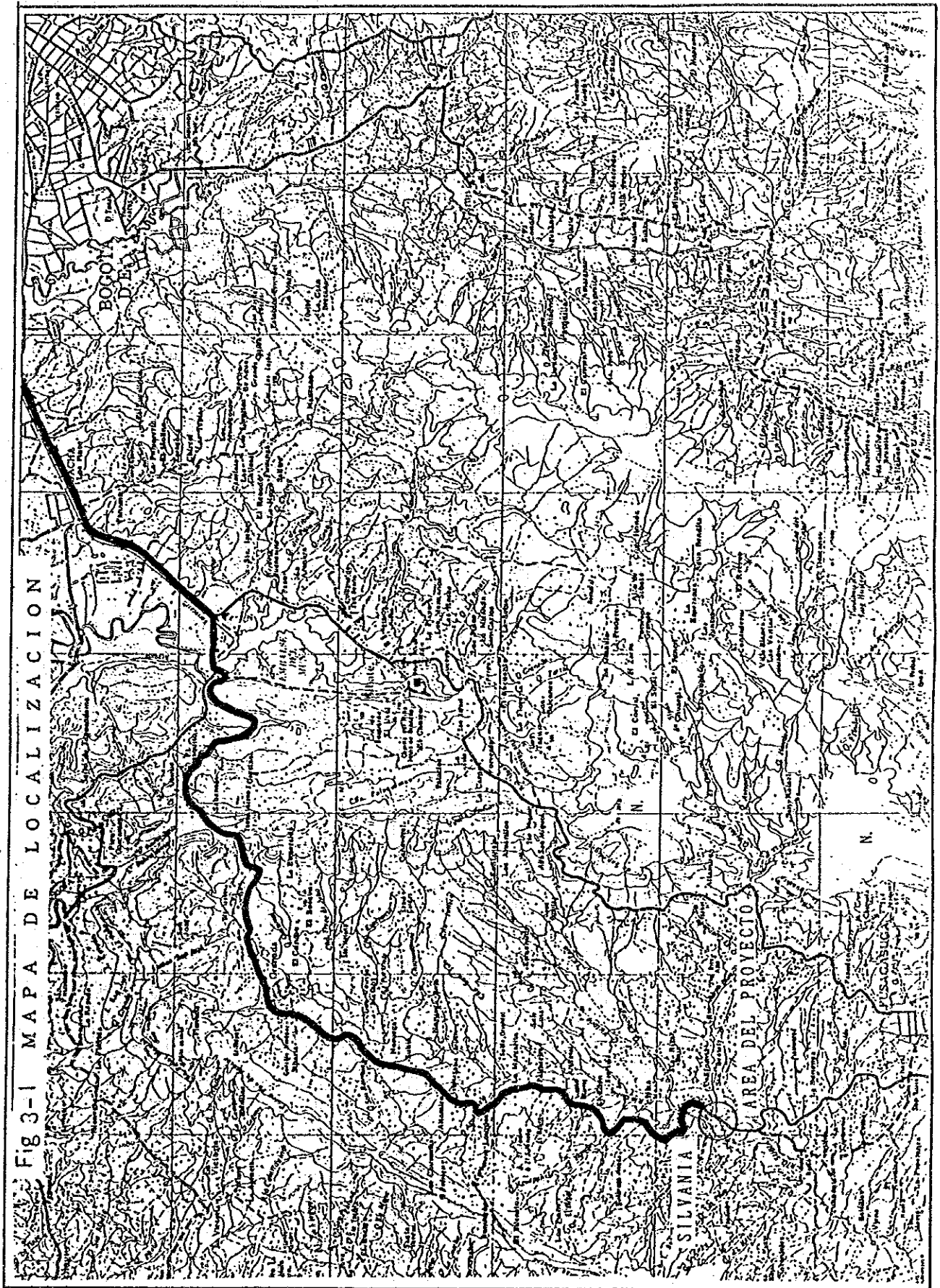


Fig 3-1 MAPA DE LOCALIZACION

Tab. 3-1 Los datos de Meteorología

1. Temperature (unit: °C)

Station	Elevation(m)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Tibacuy	Mean	19.3	19.5	19.5	19.3	19.2	18.9	19.1	19.4	19.6	19.4	18.8	19.0
	Max	20.6	21.0	20.7	20.3	19.9	20.1	20.2	20.2	21.0	20.1	19.7	20.0
	Min	17.6	18.1	18.5	18.5	18.6	17.8	18.0	18.4	18.7	18.2	18.0	17.6

2. Relative Humidity (unit: %)

Station	Elevation(m)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Tibacuy	Mean	77	77	78	81	81	79	74	72	71	78	82	80
	Max	85	90	90	87	86	85	81	82	89	87	89	89
	Min	63	68	67	74	76	71	68	66	60	60	71	78

3. Evaporation (unit: mm)

Station	Elevation(m)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Villa de Leyva	Mean	116.1	106.6	114.5	99.3	108.0	127.7	120.8	124.9	112.8	99.6	90.1	91.7
	Max	177.9	145.6	160.8	144.4	130.3	332.3	140.1	149.2	152.2	135.3	102.6	127.0
	Min	83.6	72.5	64.1	66.3	70.2	74.3	102.7	109.0	91.7	70.6	76.4	37.8

4. Sunshine Hours (unit: Hours)

Station	Elevation(m)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Tibacuy	Mean	190.8	158.6	140.1	114.1	127.9	130.7	152.1	143.6	140.1	140.0	141.7	177.5
	Max	218.2	195.9	154.7	228.4	173.8	178.1	180.1	186.0	184.8	204.0	234.1	268.9
	Min	85.7	97.2	75.4	80.9	90.6	103.2	90.9	97.0	100.7	93.3	86.5	75.4

5. Monthly Precipitation (unit: mm)

Station	Elevation(m)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Alberto Williamson	Mean	61.2	74.0	109.1	125.4	101.0	59.4	41.7	39.0	53.3	162.5	174.0	93.3
	Max	191.0	192.6	287.8	281.7	245.8	136.3	175.3	96.7	117.0	310.4	331.8	315.0
	Min	5.8	10.4	18.7	65.8	30.5	7.3	4.0	12.5	18.4	80.2	68.5	12.2

Evapotranspiration (蒸発散量) : by Modified Penman method

Tibacuy Latitude : 4° 20' North  
 Elevation: 1,500 m

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
T mean( °C)	19.3	19.5	19.5	19.3	19.2	18.9	19.1	19.4	19.6	19.1	18.8	19.0
Tv	17.2	17.5	17.7	18.1	18.0	17.2	16.4	16.2	16.2	17.2	17.8	17.6
Bs (Hr)	6.2	5.7	4.5	3.8	4.1	4.4	4.9	4.6	4.7	4.5	4.7	5.7
U2 (m/s)	2.7	2.5	3.1	2.5	2.6	2.9	3.3	3.0	2.8	2.5	2.1	2.3
ETP(mm/day)	3.25	3.42	3.61	3.36	3.33	3.39	3.73	3.80	3.80	3.33	2.90	2.92
ETP(mm/month)	100.63	95.71	111.83	100.93	103.38	101.67	115.56	117.66	114.04	103.16	87.06	90.55

## CAPITULO 4 PROYECTO BASICO Y DISEÑO DE EJECUCION

### 4-1 Concepto del Proyecto Básico

Este Proyecto constituye una parte del Proyecto CECIL y el objeto es de realizar el mejoramiento de la infraestructura de la granja modelo (experimental y demostrativa) que servirá de base para incrementar la producción agrícola.

El área objeto de la granja es de aproximadamente 6.2 ha y el equipamiento será el siguiente:

- Granja experimental y demostrativa de cultivo con riego y control del agua: 4.5 ha
- Granja experimental y demostrativa de conservación de tierras agrícolas en áreas de ladera: 1.7 ha

El concepto básico de los diseños se indica seguidamente:

- Debido a que la granja modelo se ubica dentro del terreno del Instituto Técnico Agrícola de Valsalice, para el diseño de las diversas instalaciones se discutirá suficientemente con el personal de la escuela.
- Aunque como regla general se utilizará el mapa topográfico elaborado por el Instituto HIMAT (escala: 1/1000), se realizará levantamientos topográficos suplementarios in situ, de acuerdo con las necesidades.
- El equipamiento de la granja se realizará en todo lo posible adaptándose a las condiciones topográficas actuales, sin trabajos mayores de movimiento de tierras.
- Como métodos de riego para el entrenamiento se introducirá el de aspersión y de goteo de varios tipos.

- Los ítemes de calculo del riego se basarán en el Informe de Factibilidad del Proyecto de Riego en Pequeña Escala en Ladera elaborado por JICA en 1986.
- La maquinaria y equipos de construcción de las obras de riego así como los materiales de las instalaciones serán seleccionados considerando los precios, la durabilidad, facilidad de ejecución, etc.
- La maquinaria, equipos y materiales necesarios para las construcciones en todo lo posible se adquirirán en Colombia.

#### 4-2 Selección del Sitio de la Granja Modelo

Considerando de una manera global la opinión del personal del instituto, así como las condiciones topográficas, riego y drenaje, utilización de tierras y red de vías o caminos internos etc., se ha decidido el sitio de aguas abajo de las instalaciones del instituto con una superficie de aproximadamente 7 ha.

En lo que se relaciona con la utilización de esta área, se ha celebrado un convenio entre el Instituto HIMAT y el Instituto Técnico Agrícola de Valsalice.

#### 4-3 Proyecto de la Granja

Este proyecto se ha elaborado con el fin de que después de terminadas las obras, la granja pueda desarrollar satisfactoriamente sus funciones experimentales y demostrativas, teniendo en mente las condiciones de utilización de tierras, las pendientes topográficas y las vías internas, etc., o sea que con la distribución de la red de vías internas de acuerdo con la parcelación de las zonas de riego por goteo y de conservación de tierras agrícolas, se establecen las superficies de las diversas zonas, como se indica en la siguiente tabla.

Clase de Zona	Nº de Zona	Superficie (ha)	Método de Riego
1) Cultivo por riego y control del agua Parcela experimental y demostrativa	1	0.43	Goteo
	2	0.30	Tubo perforado
	3	0.40	Microaspersor
	4	0.97	Aspersor móvil
	5-1	0.58	Aspersor superficial fijo
	5-2	0.64	Idem
	5-3	0.22	Idem
	6	0.98	Aspersor fijo subterráneo
Subtotal		4.52	
2) Conservación de tierras en ladera	7-1	0.55	Aspersión automática (lanza lluvia)
	7-2	0.57	Idem
	7-3	0.58	Idem
Subtotal		1.70	
Total		6.22	

#### 4-4 Plan de Vías Internas

Con el fin de facilitar las faenas de cultivo, la administración y mantenimiento de la granja así como el tránsito de la maquinaria y equipos de trabajos agrícolas, se planea la construcción y equipamiento de vías principales y secundarias dentro de la granja, cuyos detalles se indican a continuación.

Clase de Vía	Ancho Efectivo	Estructura	
Principal	4.0/5.0	Pavimento de grava	10 cm
Secundario, tipo 1	3.0/4.0	Idem	5 cm
Idem, tipo 2	2.5/3.0	Idem	5 cm

#### 4-5 Plan de Riego

##### 1) Caudal de Fuentes de Agua

El agua del canal de Usatama se obtiene en la parte del aguas arriba del Río Blanco y después de regar sucesivamente los terrenos de los miembros de la Asociación de Usuarios de agua en los alrededores del canal de Usatama, llega a la instalación de toma de la escuela y para luego regar también los terrenos de cultivo que se encuentran en aguas abajo.

En la época de lluvias la corriente del canal de Usatama llega a su nivel máximo, pero en la época de sequía, debido a que sube el volumen de consumo de agua de riego de los miembros de la Asociación, disminuye el caudal del canal.

El personal de la escuela explica que a no ser que se suspenda la toma de agua del Río Blanco, desde el punto de vista de administración del canal de riego, no ha ocurrido que no llegue el agua a las instalaciones de la escuela y que siempre se ha podido obtener el volumen de acuerdo con la capacidad de toma de agua de las instalaciones. Además, la escuela insiste que es miembro de la Asociación de Usuarios de Agua de Usatama por lo cual posee derecho a recibir sus beneficios.

Por esta razón, el volumen de agua disponible del canal de Usatama (volumen de fuente de agua) se calcula de 10 litros/seg. (capacidad actual de la instalación) como se indica en el párrafo 3.6 anterior.

Por otra parte, aunque en el sistema de la presa de Río Blanco se reduce el caudal de este río durante la época de sequía, como la cuenca es grande,

es posible que siempre se pueda obtener el agua en las instalaciones de la toma. De acuerdo con la situación actual de la corriente del río y la relación de ubicación de las instalaciones de toma de agua, se juzga que no existe preocupación y que lo equivalente a la capacidad actual del sistema de sifón se puede obtener continuamente.

Razón por la cual, como volumen disponible de la presa del Río Blanco (volumen de fuente de agua) se calcula de 26 litros/seg., como se indica en el párrafo 3.6 al igual que en el caso del canal de Usatama.

## 2) Items del Plan

Los ítems del plan de riego, tales como el volumen de consumo de agua, etc., se estipulan en el Informe de Factibilidad del Proyecto de riego en Pequeña escala en Ladera elaborado en 1986, utilizando los valores obtenidos en Tibacuy, como se indica seguidamente:

- Volumen máximo de consumo diario	3.8 mm/día
- T.R.A.M	19.76 mm (23.25×0.85)
- Intervalo de riego	5 días (19.76/3.8)
- Rendimiento de la aportación de agua	90%
- Eficiencia de conducción de agua	95%
- Eficiencia de riego	85%

Cabe mencionar que en el caso de riego por goteo, los valores son diferentes y en base a los ítems anteriores, se establecen los siguientes:

- Volumen máximo de consumo diario	3.8 mm/día
- T.R.A.M	12.9 mm
- Intervalo de riego	3 días (12.9/3.8)
- Rendimiento de la aportación de agua	95%
- Eficiencia de conducción de agua	95%
- Eficiencia de riego	90%



### 3) Diseño del Sistema de Riego y Plan de Rotación

#### a- Diseño del Sistema de Riego

El riego se realizará dividiéndolo en dos sistemas; del canal del Usatama y de la presa del Río Blanco.

El agua proveniente del sistema del canal de Usatama se utilizará en la parcela experimental y demostrativa de cultivo por riego y control de agua (zonas N° 1-6) con una superficie de 4.52 ha, mientras que el agua del sistema de la presa del Río Blanco se utilizará en la parcela experimental demostrativa de conservación de tierras agrícolas en la ladera (Zona N° 7) con una superficie de 1.70 ha.

Se deberá mencionar que para las zonas N° 4 y 6 con superficie de 1.95 ha, habrán casos en que el riego se realice por bombeo del agua procedente de la presa del Río Blanco para efectos de experimentación y demostración.

Consecuentemente las instalaciones del sistema de la presa del Río Blanco deberán tener la capacidad de riego de 3.65 ha.

#### b- Plan del Rotación

Debido a que en las parcelas experimentales y demostrativas se introducirán equipos para diferentes métodos de riego con una variedad de presiones hidráulicas en su utilización, dividiendo también los sistemas de suministro de agua (2 sistemas indicados arriba), el área del Proyecto se clasificará en cuatro bloques de rotación.

Las superficies y métodos de riego de los bloques se indican a continuación.

Sistema de Riego	Bloque de Rotación	Superficie (ha)	Nº de Zona	Método de Riego
Usatama	A	0.43	1	Goteo
	B	0.70	2,3	Tubo perforador
	C	3.39 (1.44)	4,5,6	Aspersor móvil Aspersor fijo superficial
subtotal		4.52 (2.57)		
Presa del Rfo Blanco	D	1.70 (3.65)	7	Aspersión automática (lanza lluvia)
	subtotal		1.70 (3.65)	
Total		6.22		

Nota: El contenido entre paréntesis indica la Superficie de riego cuando las zonas Nº 4 y 6 se incluyen en el sistema de la presa del Rfo Blanco

#### 4) Utilización del Agua de Riego del Diseño

##### a- Utilización del Agua de la Escuela

Para la decisión del volumen de agua de diseño dentro de la granja experimental demostrativa, aparte del volumen de consumo y de las horas de riego diarias, se considera que la capacidad de las instalaciones de toma de agua y el volumen del agua que seguirá utilizando la escuela en el futuro son factores de restricción. Analizando la capacidad de toma de agua de las instalaciones y el volumen de agua que seguirá utilizando la escuela, el resultado es el siguiente, pudiéndose utilizar dentro de la granja experimental y demostrativa 7 litros/seg. del sistema del canal de Usatama y 16 litros/seg. del sistema de la presa del Rfo Blanco.

Clasificación	Sistema del canal de Usatama (litros/seg.)	Sistema de la presa del Río Blanco (litros/seg.)
Volumen de posibilidad de toma (volumen de fuente de agua	10	26
Volumen de utilización de la escuela		
- Jardines, servicios sanitarios	2	
- Laboratorio de piscicultura	1	
- Establos, corrales		10
Volumen disponible para el riego	7	16

Aunque actualmente el agua de las lagunas de piscicultura es la aportada como excedente del agua de riego del canal de Usatama procedente del agua de riego del canal de Usatama procedente de los terrenos de cultivo de la meseta oriental de la carretera nacional, anteriormente también se conducía a estas lagunas el agua procedente de la presa del Río Blanco.

Por esta razón la escuela ha manifestado sus deseos de que las instalaciones se arreglen de manera que también se pueda conducir a las lagunas el agua excedente del riego del sistema de la presa del Río Blanco.

b- Volumen de Agua del Diseño (capacidad del sistema)

En vista de que los terrenos objeto del riego pertenecen a la granja experimental y demostrativa, que las personas encargadas de la

administración trabajan solamente durante el día y que el volumen de la fuente de agua está limitado, se calcula 8 horas/día de riego para decidir el volumen del agua del diseño.

Como resultado, en las zonas que se riega mediante el sistema del canal de Usatama se requiere 7 litros/seg. de agua de riego y en esas del sistema de la presa del Río Blanco 3 litros/seg.

Sin embargo, en la zona N° 7 del sistema de la presa del Río Blanco donde se instalan los aspersores automáticos lanza lluvia, se decide el volumen de agua del diseño en base a la capacidad de descarga de este tipo de aspersores para realizar el riego de rotación.

En la zona N° 7 siempre funciona una unidad de aspersión tipo lanza lluvia y el volumen de agua del diseño computado en base a la descarga de esta unidad es de 5.9 litros/seg.

Esta cifra sobrepasa el volumen de agua del diseño de 5.7 litros/seg. para las 3.65 ha de superficie cuando las zonas N° 4 y 6 se incluyen en el futuro al sistema de riego de la presa del Río Blanco, por lo que se podrá entender que aún después de alterar los sistemas de riego, se podrá satisfacer suficientemente las necesidades.

El volumen del agua de riego del diseño clasificado por bloques de rotación es indicado seguidamente. (Véase Anexo)

Bloque de Rotación	Sistema de Usatama		Sistema del Río Blanco	
	Superficie (ha)	Volumen de agua (l/seg)	Superficie (ha)	Volumen de agua (l/seg)
A	0.43	0.6		
B	0.70	1.1		
C	3.39	5.3		
	(1.44)		1.70	5.9
D (capacidad del aspersor automático)			(3.65)	(5.7)
<b>Total</b>	<b>4.52</b>	<b>7.0</b>	<b>1.70</b>	<b>5.9</b>
	(2.57)		(3.65)	(5.7)

Notas: 1. En caso del riego por goteo, debido a que el riego es en surco y el rendimiento de la aportación de agua es diferente, la unidad del volumen de agua no es igual a la de los otros métodos.

2. El contenido entre paréntesis indica la superficie de riego y el volumen de agua cuando las zonas 4 y 6 se incluyen en el sistema de la presa del Río Blanco.

#### 5) Plan de Riego en los Extremos

##### a- Volumen de Agua para un Riego

En base de los ítems estipulados en el inciso 2) anterior, el volumen de agua para un riego (riego de campo), en caso del método de goteo será de 12.0 mm y para los otros métodos de 21.1 mm (véase Anexo).

##### b- Plan de Distribución de los Equipos y Aparatos de Riego, y Tiempo para un Riego

En el plan de distribución de los equipos y aparatos de riego, se deberá prestar atención en la intensidad de riego admisible (mm/h).

Normalmente se mide la infiltración cilíndrica del agua en el campo de riego, considerando al mismo tiempo las condiciones topográficas y de explotación para decidir la intensidad de riego admisible.

En caso del área del proyecto, juzgando por la calidad del suelo (arcilloso) y de la topografía (ladera suave), se piensa que la intensidad de riego admisible es de aproximadamente 10 a 15 mm/h.

Considerando ésta intensidad de riego admisible así como el tamaño de la granja y también las horas de riego, se hace la selección de las capacidades de los equipos y aparatos de riego y la distribución de éstos.

Cabe mencionar que aunque en la zona N° 4 se introduce el aspersor tipo móvil, no se insiste en el valor de la intensidad de riego admisible por las razones siguientes:

- La superficie objeto del riego es pequeña (0.98 ha).
- Dentro del área se ha seleccionado la zona cuya pendiente topográfica es la más suave.
- Si se insiste en el valor de la intensidad de riego admisible, será necesario introducir unidades múltiples de aspersores de pequeña capacidad y la introducción del aspersor tipo móvil tendrá menor importancia.
- La intensidad de riego admisible se puede ajustar hasta cierto punto si se toma en cuenta el aspecto de la explotación agrícola.

Las capacidades y distribuciones de los equipos y aparatos de riego que se van a introducir se indican seguidamente. (véase anexo)

Riego por Goteo y por Manguera

Items		Goteo	Manguera
Zona Objeto		Nº 1	Nº 2
Largo de la manguera	(m)	40	43
Distancia entre mangueras	(m)	0.5	5.0
Volumen de descarga	(l/h)	1.6	(l./min./m) 0.46
Presión requerida	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.8	0.8
Distancia entre emisores	(m)	0.55	-
Intensidad de riego	(mm/h)	6.0	5.5
Volumen de un riego	(mm)	12.0	21.1
Tiempo de un riego	(horas)	2.0	3.8
Cantidad de traslado en un día	(veces)	4	2
Riego real al día	(horas)	8.0	7.6
Alcance de un riego		surcos 9	mangueras 3

Tipos de aspersores

Items	Tipo Micro	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Lanza lluvia
Zona Objeto	Nº 3	Nº 5-1	Nº 5-2	Nº 5-3, 6	Nº 7
Método fijo	Superfi cial	Superfi cial	Superfi cial	Superficial, Subterráneo	-
Diám. de descarga (mm)	2.0	2.8	2.8	4.4x2.4	17.8
Angulo de rociado (°)	-	7	18	22	23
Volumen de descarga (l/min.)	3.25	7.2	8.3	26.6	336.9
Presión requerida (Kg/cm <sup>2</sup> )	2.0	2.1	2.8	2.8	2.8
Diám. de pulverización (m)	11.5	14.3	18.0	28.0	63.7
Distancias entre aspersores (m)	6.0	9.0	9.0	13.5	32.0
Distancia entre tubos de sostén (m)	6.0	9.0	10.5	15.0	60.0
Intensidad de riego (mm/h)	5.4	5.3	5.3	7.9	10.5
Volumen de un riego (mm)	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1
Tiempo de un riego (horas)	3.9	4.0	4.0	2.7	2.0
Cantidad de traslado en un día (veces)	2	2	2	3	4
Riego real al día (horas)	7.8	8.0	8.0	8.1	8
Alcance de un riego	7 unid. 3 filas	8 unid. 4 filas	8 unid. 4 filas	5 unid. 2 filas (fijo superficial)	1 unid.

Nota: Debido a que en la zona Nº 6 el uso es múltiple y en la zona Nº 7 existen factores topográficos, en ciertas partes se introducirá el tipo de círculo parcial. Como tipo de círculo parcial se seleccionará aquel cuyo volumen de descarga así como el diámetro de pulverización sea de una capacidad aproximadamente de la mitad del tipo normal.

### Aspersor Tipo Móvil

Item		Valores
Zona objeto		Nº 4
Volumen de descarga	m <sup>3</sup> /h	18.0
Presión requerida	kg/cm <sup>2</sup>	3.5
Ancho de pulverización	m	35.0
Distancia entre carreras	m	35.0
Velocidad de carrera	m/h	22.0
Intensidad de riego	mm/h	23.4
Distancia total del recorrido	m	250.0
Horas en total del recorrido	horas	11.3

#### c- Plan de Control Automático en los Extremos

En la zona Nº 5, para el aspersor tipo fijo, superficial, se planea la introducción del riego de rotación controlado automáticamente. El control se hace mediante la válvula electromagnética (ø50), sumando 5 en total, instaladas en la entrada de las parcelas de riego. La especificación de esta clase de válvulas fabricadas en Colombia es de 25 v, 0.3 A y se utilizarán las de producto nacional.

El control por válvula electromagnética se hace mediante el tablero de control con función suficiente para más de cinco parcelas y este tablero se instalará dentro de la oficina de administración que actualmente se está construyendo el tablero de control y la válvula electromagnética se conectan mediante un cable de energía eléctrica, y los cables o líneas de comunicación que se derivan del tablero son cinco. Debido a que entre el tablero de control y las válvulas electromagnéticas la distancia es relativamente corta, la especificación tanto del cable de energía como la del cable de comunicación es de 2 mm<sup>2</sup> y se instalan dentro de tubería subterránea de ø40 para su distribución a los sitios requeridos. La tubería es de cloruro de vinilo rígido.



#### d- Instalaciones de Uso Múltiple

En la zona N° 6, los aspersores de tipo fijo y subterráneo, se utilizarán de manera múltiple. Por razón de que los cultivos principales serán de hortalizas, se excluye el control sanitario de enfermedades y plagas por aspersor, planeándose la utilización de fertilizante líquido. En caso de la pulverización de fertilizante líquido, se dice que es posible dentro del límite del volumen de agua de riego y que la disposición del líquido remanente en el tubo es de menor preocupación en comparación con el control sanitario. Consecuentemente, el fertilizante líquido remanente en el tubo se lavará con la descarga del agua de riego y en la entrada de cada parcela se instalará el aparato mezclador de fertilizante líquido.

El aparato mezclador de fertilizante líquido facilita el ajuste del volumen del fertilizante líquido y en este plan se piensa utilizar el Modelo 50 sumicharge (caudal apropiado 100 a 600 litros/min., volumen de aspiración de fertilizante líquido 0 a 5 litros/min.) que puede adaptarse a una extensa gama de concentración que se mezcla. El aparato se instalará en aguas de la boca de riego

#### 6) Plan de Tubería

##### ① Plan Hidráulico

##### a) Plan Hidráulico de Canales de Riego; Principal y Secundarios

##### - Sistema del Canal de Usatama

El volumen del canal del agua de 10 litros/seg. (volumen necesario de la escuela más el volumen de riego en las zonas) que se obtiene del canal de Usatama, primero se descarga al tanque de la parte inferior y después de ajustar la presión se envía al estanque desarenador.

Desde el estanque desarenador se conduce nada mas que el volumen de agua de la granja experimental y dentro del área se hace la bifurcación de acuerdo con el plan de rotación y en la zona N° 6, el agua se envía

hasta la parcela del extremo inferior.

Debido a que el tanque de descarga y el estanque desarenador son de una estructura y funciones suficientes para su utilización en el futuro (excepto la función de eliminación del limo que es insuficiente), estas instalaciones se utilizarán como se encuentren en el presente estado.

En ambas instalaciones se ha investigado la altura del nivel de agua para planear de la manera que se indica abajo la instalación de tubería, con el fin de obtener la presión que requieren los aspersores, etc. de los extremos y se hace el cálculo hidráulico (método W. Hazen-C=140, en adelante, para el cálculo hidráulico se utiliza el mismo método y coeficiente).

- Debido a que la diferencia de altitud entre el tanque de descarga y el estanque desarenador es pequeña (10.6 m), el diámetro de la tubería existente ( $\phi 75$ ) es de sección insuficiente, por lo que es necesario aumentar el diámetro de la tubería. (Canal de riego principal N° 1)
- Entre el estanque desarenador y la granja experimental, la diferencia de altitud es suficiente para obtener la presión requerida para los aspersores, etc. (en el sitio mas elevado de la granja la diferencia es de 38.5 m), por lo que considerando el volumen de conducción del agua y la presión para los aspersores, etc., se decidirá el diámetro de la tubería (canal de riego principal N° 2)
- Si se desea obtener la presión requerida para los aspersores móviles y de instalación fija subterránea que se ubican en la parte inferior de la granja (sitio de aguas abajo del canal de riego principal N° 2), esta presión es demasiada alta para los riegos de métodos por goteo por manguera y microaspersores.

Razón por la cual estas zonas de riego bifurcan canales secundarios de los canales principales, instalando válvulas reductoras en los puntos de derivación para obtener la presión que se requiere.

Notas: Zonas de riego por goteo: canales secundarios N° 2-1, 2-2  
 Zona de riego por manguera: canal secundario N° 2-3  
 Zona de microaspersores: canal secundario N° 2-4

El resultado del cálculo hidráulico de los puntos importantes de los canales principales y secundarios, se indica seguidamente. (véase anexo)

Clasificación de canales	Punto de medición	Volumen de conducción (l/s)	Diámetro (φ)	Velocidad de flujo (m/s)	Altitud del diseño (m)	Nivel dinámico (m)	Presión hidrodinámica (m)	Presión hidrostática (m)
Canal principal N° 1	NOO	10.0	100	1.27	1489.10	1490.70	1.60	1.60
	EP				1479.20	1487.40	8.20	11.50
Canal principal N° 2	NOO	7.0	100	0.89	1477.20	1478.00	0.80	2.90
	NO3+46				1438.90	1476.31	37.41	41.20
	(aguas 2-1)	6.4	75	1.45	1436.50	1468.79	32.29	43.60
	NO5+30							
	(aguas 2-3)	6.4	75	1.45	1432.35	1466.54	34.19	47.75
	NO7+5							
(aguas 2-4)	5.3	75	1.20	1420.40	1462.40	42.00	59.70	
NO11								
EP	5.3	50	2.70	1410.00	1442.56	32.56	70.10	
Canal secundario N° 2-1	NOO	0.6	25	1.22	1438.90	1471.31	32.41	41.20
	EP				1437.40	1467.74	30.34	42.70
Canal secundario N° 2-2	NOO	0.6	25	1.22	1438.90	1471.31	32.41	41.20
	EP				1439.90	1468.93	29.03	40.20
Canal secundario N° 2-3	NOO	1.1	40	0.88	1436.50	1468.79	32.29	43.60
	EP				1433.40	1467.16	33.79	46.70
Canal secundario N° 2-4	NOO	1.1	40	0.88	1432.35	1466.54	34.19	47.75
	EP				1428.40	1464.57	36.17	51.70

#### - Sistema de la Presa del Río Blanco

El agua de riego procedente de la presa del Río Blanco se envía mediante canales abiertos y en la zona N°7, para que se pueda regar por el aspersor tipo lanza lluvia es necesaria la presión por bombeo.

La estación de bombeo se instalará en el extremo del noroeste de la zona N° 4. y desde aquí hasta los extremos de la zona N° 7 se bombeará el agua de riego. En la elaboración del plan de entubado para el bombeo, se realizará el cálculo hidráulico y en base a esto, se decide el diámetro de la tubería y la presión de bombeo, tomando en cuenta lo siguiente.

- El volumen de agua que se envía desde la estación de bombeo se decide considerando un 5% de pérdida de conducción para la descarga de una unidad de aspersor lanza lluvia. El agua se bombea hasta la zona N° 7 (canal de riego principal N° 3).
- En el futuro, aún cuando se incluyan las zonas N° 4 y 6 del sistema del canal de Usatama, también se bombeará el agua a estas dos zonas por lo que en el plan se deberá asegurar la presión que se requiere. (Los canales de riego principales N° 2 y 3 se conectan mediante la instalación de unión que tiene válvula compuesta).
- En la zona N° 7 es necesario instalar tubería de conexión con el aspersor lanza lluvias y de acuerdo con el plan de distribución de este aspersor, la tubería será de 70 a 80 m de largo, por lo que la instalación será subterránea. (Canales de riego secundarios N° 3-1 a 3-3).

El resultado del cálculo hidráulico de los puntos importantes de los canales principales y secundarios, se indica seguidamente. (véase anexo)

Clasificación de canales	Punto de medición	Volumen de conducción (l/s)	Diámetro (φ)	Velocidad de flujo (m/s)	Altitud del diseño (m)	Nivel dinámico m	Presión hidrodinámica (m)	Presión hidrostática (m)
Canal principal N° 3	NOO	5.9	75	1.34	1420.80	1466.00	45.20	45.20
	NO1+35				1422.60	1463.81	41.21	43.40
	Confluencia con N° 2 NO7+45	5.9	75	1.34	1403.70	1455.81	52.11	62.30
	Derivación 3-1 EP (Derivaciones 3-2, 3)	5.9	75	1.34	1394.00	1451.16	57.16	72.00
Canal secundario N° 3-1	NOO	5.9	50	3.00	1403.70	1455.81	52.11	62.30
	EP				1411.40	1442.78	31.18	54.60
Canal secundario N° 3-2	NOO	5.9	50	3.00	1394.00	1451.16	57.16	72.00
	EP				1403.40	1437.20	33.80	62.60
Canal secundario N° 3-3	NOO	5.9	50	3.00	1394.00	1451.16	57.16	72.00
	EP				1391.40	1435.34	43.94	74.60

b) Plan Hidráulico de Tuberías de Extremo

- Plan de Distribución de Tuberías de Extremo

Las tuberías (o mangueras) que se derivan de los canales principales o secundarios se conectan con los aspersores. Dentro de la granja, considerando la facilidad de los trabajos de riego y el efecto de las demostraciones, se clasifican de la manera siguiente las tuberías de instalación subterránea y las superficiales.

- \* En los surcos de las zonas de riego por goteo, las mangueras se distribuyen con una separación de 0.5 m, por lo que las tuberías de unión o enlace desde las llaves de suministro de agua se instalan en la superficie del suelo.
- \* En las zonas de riego por manguera, desde las llaves de suministro de agua las tuberías de unión son subterráneas y las tuberías laterales de conexión con los aspersores se instalan de acuerdo con la separación o distancia que se requiere.
- \* En las zonas de riego por aspersores fijos subterráneos, desde las llaves de suministro de agua todas las tuberías de conexión con los aspersores son subterráneas.
- \* En las zonas de riego por aspersores móviles y aspersores tipo lanza lluvia, desde las llaves de suministro de agua la conexión con estos equipos se hace mediante mangueras (en caso de aspersores móviles, el largo de la manguera es de aproximadamente 120 m, y para aspersores lanza lluvias es de 5 a 10 m).

- Plan Hidráulico de Tuberías de Extremo de las Zonas de Riego por Equipos Fijos Superficiales

En los sitios de extremo, el factor importante para decidir el diámetro de las tuberías de unión y ramales, es de reducir la diferencia de presión entre los diversos aspersores y de disminuir la diferencia de los volúmenes de descarga de estos.

Normalmente la diferencia de presión admisible se fija dentro del 20% de la presión requerida para los aspersores (en caso del volumen de descarga, la diferencia de dentro del 10%).

Por esta razón, en caso de los aspersores de ubicación favorable que se encuentran cerca de la fuente de agua (llave de suministro) y los de ubicación desfavorable que se encuentran lejos, se deberá calcular que la diferencia de presión sea dentro del 20% de la presión requerida para decidir el diámetro de las tuberías mencionadas. Se deberá indicar que en este proyecto, debido a que topográficamente la pendiente se extiende en dirección de sur a norte, no siempre la presión del aspersor que se ubica más lejos de la fuente de agua es la más baja de todos.

- \* Debido a que las tuberías ramales se instalan a lo largo de la pendiente topográfica, los aspersores que se encuentran sobre las misma línea no tienen diferencia de cota.
- \* En vista de que las tuberías de unión se distribuyen en dirección ortogonal con la pendiente topográfica, se deberá calcular que la pendiente media sea de 15 % para decidir la altitud de las tuberías ramales.

De acuerdo con el cálculo hidráulico, el diámetro de las tuberías de unión y ramales así como la diferencia máxima de presión, se indican seguidamente (véase anexo).

Método de Riego	Presión requerida para aspersores, etc. (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro de tubería de unión (ø)	Diámetro de tubería ramal(ø)	Dif. máxima de presión entre aspersores (m)
Riego por manguera	0.8	25	-	0.51
Microaspersores	2.0	25	25	0.92
Aspersor Tipo I	2.1	40	40	1.51
Tipo II	2.8	40	40	2.66
Tipo III	2.8	40	40	2.32

c) Plan Hidráulico de Tuberías de Extremo de la Zona de Riego por Equipos Fijos Subterráneos

En la zona donde se instalan equipos fijos subterráneos, en base del caudal para la cantidad de aspersores principales, se considera la altitud de los sitios de instalación de estos aspersores para decidir el diámetro de las tuberías tomando en cuenta al mismo tiempo, que esta zona se ubica en la parte más distante de aguas abajo del canal de riego principal N° 2 y que la pendiente topográfica es abrupta.

Por esta razón, solamente con el ajuste de la presión mediante el diámetro de la tubería no se puede controlar la presión de descarga de los aspersores porque es demasiado grande, también la diferencia de la presión entre los aspersores del mismo lugar de riego puede ser grande. Además, en esta zona se piensa introducir el sistema de pulverización de fertilizante líquido (Utilización múltiple de los equipos).

Por lo cual, para los aspersores cuya presión de descarga es demasiado grande como resultado del cálculo hidráulico, se planea la instalación de la válvula de presión constante en la tubería vertical para estabilizara la presión secundaria.

Aunque no existe ninguna norma de instalación de la válvula de presión constante, debido a que la utilización de los aspersores será múltiple, se requiere que la diferencia de presión de descarga sobrepasa el 110 % (diferencia de presión equivalente a  $\frac{1}{2}$  del caso de riego sólo) de la presión requerida (presión hidrodinámica  $30.8 \text{ m} \approx 28.0 \text{ kg/cm}^2 \times 1.1$ ), se planea la instalación de válvulas de presión constante.

En base del cálculo hidráulico, las presiones de las zonas de riego y cantidad necesaria de válvulas de presión constante se indican a continuación (véase anexo).

Bloque de Riego de rotación	Diám. de tubería (ø)	Presión máxima (m)	Presión mínima (m)	Cantidad de válvulas de presión conste. (unidades)
C-3-2	50-20	39.71	31.65	15
C-3-3	50-20	36.21	27.98	8
C-4-1	50-20	33.42	28.02	9
C-4-2	50-20	29.82	27.14	0

## ② Plan de Estructura de las Tuberías

### a) Profundidad de Entierro y Cimiento

Los sitios de ubicación de los canales de riego principales son dentro de los montes y debajo de las carreteras principales y caminos secundarios del área del Proyecto. En ciertos tramos cortos, se debe cruzar la carretera nacional. Donde se cruza la carretera nacional se instalará conducto subterráneo de 600 y la tubería existente también se acomodará dentro de este conducto. Los canales de riego secundarios así como las tuberías de extremo, con excepción del caso de cruce de los caminos principales y secundarios, se instalarán debajo del suelo.

En cuanto al tránsito de vehículos sobre las vías de tubería subterránea, se piensa lo siguiente:

- En los caminos principales y secundarios, el tránsito será en su mayoría de maquinaria agrícola y vehículos de transporte de tamaño mediano y pequeño (para insumos, materiales y productos agrícolas), excluyéndose vehículos pesados.
- Dentro de la granja, transitará maquinaria y equipos de trabajos agrícolas.
- Durante el período de construcción de las obras, aunque se trabajará con maquinaria, del volumen de los trabajos, se piensa que será maquinaria mediana y pequeña en su mayoría.
- Dentro de los montes, debido a las condiciones topográficas, los trabajos serán manuales sin utilizar maquinaria de construcción, tampoco habrá tránsito de vehículos.

De lo anterior, la profundidad de entierro (cobertura de tierra) se planea de la manera siguiente:

- Tubería a instalarse debajo de los caminos principales y secundarios: 0.8 m



- Tubería a instalarse dentro de los montes y debajo del suelo de la granja 0.6 m
- Tramos de cruce de la carretera nacional conducto subterráneo

En cuanto al cimiento de las tuberías, juzgando de la situación actual de los sitios (gran cantidad de grava y piedras sueltas), se planea la base de arena de un espesor de 10 cm y 180 grados de enrollado.

#### b) Clase y Tipos de Tubería a Utilizar

Dentro de la gama de diámetros de tubería que se piensa utilizar, también en Colombia se fabrican tubos de cloruro de vinilo rígido (PVC). Además, la presión hidrostática que se aplica a las diversas tuberías del diseño, en el tramo de tuberías de  $\phi 100$  asciende al máximo de 41 m, en el tramo de  $\phi 75$  es de 72 m, y en los tramos menores que  $\phi 50$  es de 75 m. Por esta razón y considerando el aspecto económico, la presión hidrostática y la utilización de muchas piezas de junta en los extremos, se utilizará la tubería de PVC.

Además, tomando en cuenta que de la configuración de la presión hidrostática y de la utilización del agua, puede ocurrir de una manera imprevista la presión de golpe de ariete (aparte de que la apertura y cierre de la válvula es muy frecuente, el sistema del canal de Usatama es del tipo de canal cerrado y de conducción por método de gravedad con instalación de filtro en media ruta del canal principal y el sistema de la presa del Río Blanco es del tipo de bomba, de esta forma se utilizará tubería de PVC de alta resistencia y seguridad a la presión (norma de resistencia a la presión 14.06 kg/cm<sup>2</sup>).

Además, en la parte de cruce de la carretera, debido a que la instalación de la tubería dentro del conducto transversal existente es al descubierto, se utilizará tubo de acero.

Como resultado, en el canal de riego principal dentro de la extensión total de 1,459 m, la tubería de acero ( $\phi 100$ ) será de 28 m, mientras que la tubería de cloruro de vinilo rígido ( $\phi 100-75$ ) será de 1,431 m de

largo. En los canales de riego secundarios y tuberías de extremo, todo será de tubos de cloruro de vinilo rígido ( $\phi 50-20$ ), con una extensión total de 1,385 m.

Los diámetros, clases y longitud de las tuberías a utilizar clasificadas por canales de riego se indican a continuación.

Canales de riego	Tubería de acero		Tubería PVC					Total m
	$\phi 100$ (m)	$\phi 100$ m	$\phi 75$ m	$\phi 50$ m	$\phi 40$ m	$\phi 25$ m	$\phi 20$ m	
Canal principal N° 1		197						197
Canal principal N° 2	28	174	354	130				686
Canal principal N° 3			576					576
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>371</b>	<b>930</b>	<b>130</b>				<b>1,459</b>
Canales secundarios				230	145	75		450
Tuberías de extremos				70	385	316	164	935
<b>Subtotal</b>				<b>300</b>	<b>530</b>	<b>391</b>	<b>164</b>	<b>1,385</b>
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>371</b>	<b>930</b>	<b>430</b>	<b>530</b>	<b>391</b>	<b>164</b>	<b>2,844</b>

- Notas; 1) Debido a que en los canales de riego principales existen pendientes en ciertas partes, la extensión se ha calculado con la distancia de inclinación  
2) PVC - cloruro de vinilo rígido

### ③ Plan de Instalaciones Anexas

#### a. Válvula Compuerta

Aparte del propósito de trasladar el riego, en los canales de riego principales se instalan válvulas compuerta con el fin de facilitar la administración y mantenimiento, también para la regulación del caudal o gasto. Los sitios de instalación de éstas válvulas son las siguientes:

- En la tubería existente, directamente al lado de la toma de agua de Usatama  $\phi 75$
- En el extremo de aguas abajo del canal principal N° 1 (parte de entrada al desarenador)  $\phi 100$

- En el extremo de aguas arriba del canal principal N° 2 (parte de salida del desarenador) ø100
- En el sitio de la zona N° 4 del canal principal N° 2 (considerando el cambio de riego en el futuro) ø75
- Sitio de cruce de los canales principales N° 2 y 3 (igual que razón anterior) ø75
- Sitios de instalación de válvulas reductoras de presión y electromagnéticas ø50 a 25

b. Obras de Eliminación de Lodo

En las partes cóncavas o de depresión de los canales principales y en sus extremos, se construyen obras de eliminación del lodo utilizando las válvulas compuerta, con el fin de eliminar la arena que se acumula en la tubería y también para extraer el agua de la tubería por razones de administración y mantenimiento. El agua que se extrae se descarga a los canales cercanos y al monte. Los sitios de instalación de las obras de eliminación del lodo son:

- Partes de depresión dentro de la ruta del canal principal N° 1 ø100
- Extremos de aguas abajo del canal principal N° 2 ø 50

c. Obras de Filtro

El agua que se obtiene del canal de Usatama contiene limo. Por esto se utilizará el desarenador existente. Sin embargo, debido a que actualmente esta instalación no tiene techo ni tapa, carece de la capacidad suficiente para eliminar el limo. Por otra parte, en las zonas de riego donde se utiliza el agua procedente del canal de Usatama, se ha planeado adoptar los métodos de riego por goteo, de manguera

perforada y de control automático por válvula electromagnética. Consecuentemente, para que no ocurra la obturación de estas instalaciones y equipos, se requiere utilizar filtro.

Las obras de filtro que se instalarán en la ruta de la tubería serán del tipo de arena (capacidad 0.42 m<sup>3</sup>/min.) y considerando el aspecto de administración y mantenimiento, la ubicación será en el sitio directamente a la derivación para la zona de riego por goteo.

También el agua procedente de la presa del Río Blanco contiene limo y aunque se conduce al canal abierto, debido a que se utiliza equipos de riego provistos de boquilla o pico de diámetro grande (por el momento se utilizará del tipo lanza lluvia pero en el futuro se incluirá aspersores de mediana presión y del tipo móvil), se piensa que no hay necesidad de construir obras de filtro porque con el tamiz que se instala en la entrada de la estación de bombeo y con la válvula de aspiración de la tubería de la bomba, se puede obtener resultados satisfactorios.

## 7) Obras Anexas de Desarenador

### a. Obras de Afluencia

El agua que se conduce de la parte de aguas arriba, entra a la parte inferior del estanque de descarga que se instala en el rincón del lado izquierdo de la casita del desarenador.

Aunque la tubería de conducción desde aguas arriba se va a rehabilitar como parte del canal de riego principal N° 1 (tubería de cloruro de vinilo rígido - $\phi$ 100), la rehabilitación de la tubería que se encuentra debajo del estanque de descarga es casi imposible.

Por esta razón se planea que el agua de riego principal N° 1 se descargue del lado de la casita al estanque de descarga, mientras que la tubería actual que se encuentra debajo del estanque de descarga se tapará con concreto para obtener mayor impermeabilidad del estanque de descarga.

b. Obras de Vertedero

Aunque el desarenador es una estructura grande, no existe instalación de vertedero. Por esto, cuando se está conduciendo e agua de la parte de aguas arriba, si se suspende la utilización de agua o se reduce el volumen de utilización en los extremos existe la posibilidad de que se rebose el agua excedente. Por esto, en el desarenador se instalará la tubería de vertedero (cloruro de vinilo rígido -  $\phi 200$ ) para que el excedente no cause daños al cuerpo de la estructura. El agua excedente se descargara al monte mediante la nueva tubería que se va a instalar.

c. Obras de Eliminación del Lodo

Aunque existe una instalación de eliminación del lodo, actualmente no funciona. Por este motivo y con el fin de extraer el agua remanente y eliminar el lodo dentro del estanque desarenador al tiempo de hacer la limpieza, se construirá obras de eliminación del lodo. Debido a que la mayoría del agua del estanque se puede descargar mediante el canal de riego principal N° 2, el diámetro de la instalación de eliminación del lodo será de  $\phi 50$ . Al igual que el vertedero, el agua de lodo se descargará al monte.

d. Obras de Orificio

El agua que se descarga del tanque de descarga, circula tres veces por el canal que tiene un ancho de 60 cm, profundidad de 40 cm y largo de 12 cm, antes de entrar al estanque de almacenamiento de agua. Se piensa que este estanque de almacenamiento de agua fue construido con el objeto de mejorar la sedimentación de arena y está dividido mediante un muro intermedio que es 35 cm más bajo que el muro exterior midiéndose desde la parte superior. El agua que se rebosa del muro intermedio se cae al estanque de extremo izquierdo donde se tiene instalado el tubo de toma y de aquí se conduce a través de la tubería.

Como el agua procedente de aguas arriba contiene limo, se piensa que el efecto de sedimentación no es suficiente, pero considerando la estructura de esta instalación, se podrá decir que es difícil obtener

mayor resultado. Consecuentemente, para la eliminación del limo se construirá una instalación de filtro en media ruta del canal de riego principal Nº 2 y el estanque de almacenamiento de agua de esta instalación será de una función suficiente para el sistema de distribución de agua. Por esto, en la parte inferior del muro intermedio se construirá un orificio de  $\phi 100$  y el centro se ubicará a una altura de 30 cm desde el nivel del fondo. Con el efecto de este orificio, el sistema de distribución de agua tendrá un margen de reserva de  $41 \text{ m}^3 \{(8.90 + 2.45) \times (2.90 - 0.35 - 100) \times 7.35\}$ .

#### 8) Rehabilitación de las Obras de Sifón del Sistema de la Presa del Río Blanco

Entre las obras de sifón, contándose desde el sitio de aguas arriba, de la octava en adelante que se encuentra dañadas y con agua (fabricación de tubo de cerámica de  $\phi 200$ ) serán rehabilitadas. Como resultado de la medición de la altura del nivel de agua y del cálculo hidráulico en sitio, se concluye que utilizando la tubería del mismo diámetro ( $\phi 200$ ), se puede conducir el volumen de 26 litros/seg., equivalente al caudal de toma de la presa del Río Blanco.

Esta tubería será de cloruro de vinilo rígido y la extensión de rehabilitación de 78.55 m (véase Anexo).

#### 9) Plan de Canal Abierto

El canal de riego que se hace la toma de agua en el sitio de aguas abajo del Río Blanco, se desplaza dentro del terreno del Instituto Técnico Agrícola y pasando por debajo de la piscina de esta escuela se descarga a la zonas de riego.

El caudal de conducción es  $Q = 26$  litros/seg. Una parte de este caudal equivalente a  $Q = 10$  litros/seg., se utiliza en los establos y corrales de animales domésticos, mientras que el resto, después de correr a lo largo de las vías internas se utiliza en la estación de bombeo y en las lagunas de piscicultura como el agua de administración.

Por esta razón, para los canales citados se planea que la construcción sea

de revestimiento de mampostería, con el fin de reducir los gastos de administración y mantenimiento y también para evitar la fuga de agua.

La sección, considerando la facilidad en la ejecución de los trabajos, será de 30 cm de ancho en el fondo, de 30 cm de profundidad y de 1:0.5 de pendiente del talud, con sección trapezoidal.

La pendiente longitudinal será igual que la pendiente topográfica, o sea, de aproximadamente 1/17 a 1/100. como estructuras anexas se cuentan las obras de derivación y de cruce de caminos (transversales).

#### 4-6 Plan de Drenaje

La precipitación anual del área del proyecto es de aproximadamente 1,100 mm y la precipitación máxima por día durante el período de 26 años es dentro del límite de 50 mm a 100 mm/día.

Consecuentemente, en base a estos datos se planea la construcción de los canales de drenaje principales a lo largo de los caminos principales.

Además, para recoger el agua de drenaje de las zonas de cultivo de la granja, se construirán canales de drenaje secundarios que se conectarán con los principales.

Todos estos canales serán empastados (talud) y desde el punto de vista hidráulico, en los sitios necesarios se construirán obras de caída.

#### 1) Cálculo del Volumen del Drenaje de Diseño

##### a. Precipitación Normal del Diseño

Utilizando los datos de precipitación máxima anual del observatorio meteorológico de Tibacuy (1962 - 1986) y el método Iwai de cálculo de probabilidad, se adopta el valor de  $I_{24} = 69.33$  mm/día como precipitación de probabilidad de 10 años.

b. Cálculo de Intensidad de la Precipitación

En base a la precipitación diaria, la fórmula para estimar la precipitación de corto tiempo es:

$$I_t = \left( \frac{I_{24}}{24} \right) \times \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

siendo:  $I_t$ : precipitación media máxima y continua por el tiempo  $t$  (mm/h)

$I_{24}$ : precipitación máxima al día  
 $t$ : Tiempo de precipitación continua

Como resultado:

$$I_t = \left( \frac{69.33}{24} \right) \times \left( \frac{24}{1} \right)^{2/3} = 24.04 \text{ mm/h}$$

c. Cálculo del Volumen de Drenaje Unitario del Diseño

El volumen de drenaje el tiempo máximo se obtiene con la fórmula racional  $q = 0.2778 \times f \times I_t \times A$ , de la manera siguiente:

$$q = 0.2778 \times 0.55 \times 24.04 \times 0.01$$

$$= 0.0367 \text{ m}^3/\text{seg/ha.}$$



Tabla 4-1 Precipitación Máxima al Día (1962 - 1986)

Año	Fecha de precipit.	Precipit. Máxima diaria	Año	Fecha de precipit.	Precipit. Máxima diaria
1962	12.20	mm/diarios 36.0	1975	4.30	mm/diarios
1963	11.8	51.7	1976	10.26	53.6
1964	10.21	45.8	1977	11.3	43.0
1965	12.12	46.4	1978	3.30	46.0
1966	-	-	1979	11.14	53.2
1967	4.19	45.4	1980	1.18	58.5
1968	-	-	1981	4.18	49.9
1969	10.23	47.6	1982	1.26	49.4
1970	11.8	45.5	1983	3.8	42.8
1971	12.22	50.4	1984	10.28	71.0
1972	4.10	52.4	1985	10.29	82.4
1973	12.8	95.2	1986	1.18	46.8
1974	3.25	53.4			51.9

Precipitación Normal del Diseño (Resultado del Cálculo de Probabilidad, con el Método Iwa)

Años de probabilidad		$1.2206+0.3723 \times \xi$	Valor de Probabilidad
20	1.1630	1.6536	78.23
10	0.9062	1.5580	69.33
5	0.5951	1.4422	60.87
2	0.0000	1.2206	49.81

## 2) Estudio de la Sección del Diseño

Para el cálculo hidráulico de los canales se utiliza la fórmula siguiente de Manning.

$$Q = V \times A, \quad V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

siendo;

Q: Caudal ( $\text{m}^3/\text{seg.}$ )

A: Sección de conducción ( $\text{m}^2$ )

V: Velocidad media del flujo ( $\text{m}/\text{seg.}$ )

n: Coeficiente de rugosidad

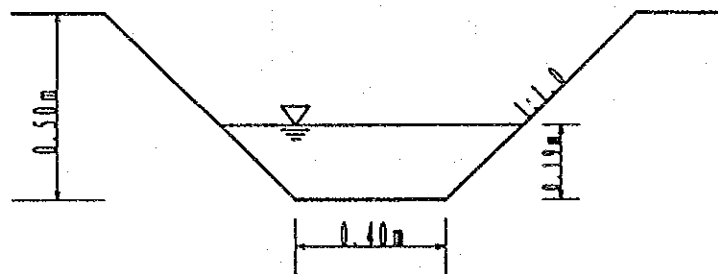
R: Radio hidráulico

I: Gradiente hidráulica

además, considerando que en el futuro se construirá el canal empastado, se adopta el coeficiente de rugosidad de  $n = 0.050$ .

#### Resultado del Cálculo Hidráulico

- Caudal del Diseño  $0.132 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Pendiente del canal  $1/17$
- Pendiente lateral  $1:1.0$   
del muro
- Ancho del fondo  $0.40 \text{ m}$
- Profundidad del agua  $0.19 \text{ m}$
- Sección de conducción  $0.112 \text{ m}^2$
- Velocidad del flujo  $1.18 \text{ m}/\text{seg.}$
- Número de Froude  $0.992$



#### 4-7 Plan de la Estación de Bombeo

En la zona N<sup>o</sup> 7, se requiere de la presión necesaria para que funcione el aspersor tipo lanza lluvia. La estación de bombeo se construirá en el terreno vacante fuera de la granja que se ubica en el extremo noroeste de la zona N<sup>o</sup> 4.

Debido a que el volumen del agua de bombeo del diseño es pequeño, se instalará solamente una unidad de bomba de agua.

La carga total de bombeo del diseño es de 50 m, el volumen de descarga 0.354 m<sup>3</sup>/min., tipo centrífugo y la capacidad del motor será de 7.5 KW (220 V). Véase Anexo)

En los casos de alteración del volumen de utilización de agua en las parcelas de riego de los extremos y también cuando no se utiliza el agua, se cambia el punto de operación y la bomba pasa al estado de sobrecarga. Lo peor es que se encuentre en estado de operación cerrada (cuando se para la utilización de agua) lo que será causa de averías y desperdicio de la electricidad, razón por la cual, con el fin de que se pueda operar de acuerdo con la situación de utilización del agua, se adoptará la bomba del tipo que tiene tanque de presión adicional en el lado de descarga.

#### 4.8 Plan de Estanque Desarenador

Debido a que las zonas donde se encuentran principalmente las praderas serán habitadas para la construcción de la granja modelo, en la época de lluvias existe la posibilidad de que ocurra la pérdida del suelo. Por este motivo y con el fin de conocer el volumen del suelo que se pierde, se planea la construcción de un estanque desarenador en el extremo de los canales de drenaje.

Aunque el volumen de sedimento arrastrado al año inmediatamente después de terminar las obras se calcula normalmente de 200 a 400 m<sup>3</sup>/ha (ley

forestal) para las tierras en barbecho o de 70 a 249 m<sup>3</sup>/ha (Corporación de Viviendas), la diferencia es grande entre estos valores. La razón es porque los valores se alteran de acuerdo con la intensidad de las lluvias, las pendientes topográficas, tipos de suelos, métodos de cultivo y período del estado en barbecho de las tierras, etc.

En Japón, según las mediciones efectuadas en tierras habilitadas, la mayoría de los ejemplos indican el valor de 50 a 100 m<sup>3</sup>/ha/año.

En caso del área del proyecto, en vista de que la pendiente es relativamente suave, el suelo es arcilloso y denso, la intensidad de precipitación es pequeña y el período de estado en barbecho es corto, etc., se adopta el valor de 100 m<sup>3</sup>/ha. O sea que, tomando como base el período de seis meses para la construcción y estado en barbecho, también la superficie de aportación de 3.6 ha., la capacidad del estanque desarenador se calcula como sigue:

$$V = 100 \text{ m}^3/\text{ha/año} \times \frac{1}{2} \text{ año} \times 3.6 \text{ ha} = 180 \text{ m}^3$$

Consecuentemente, la forma será de tamaño suficiente de 10 m × 10 m × 2 m (200 m<sup>3</sup>) y la ubicación será en el extremo del canal de drenaje principal.

#### 4-9 Recomendación Sobre la Ampliación de la Granja Modelo en el Futuro

Dentro del terreno del Instituto Técnico Agrícola, aparte de las zonas destinadas para la granja modelo, existe un bosque natural de pendiente abrupta, pudiendo dividirse en dos zonas; la parte de aguas arriba de la carretera nacional rodeada por el canal de Usatama y la parte de la ladera de terraza a lo largo de la ribera izquierda del Río Chocho.

Si en el futuro se piensa preparar o habilitar el terreno de las dos zonas citadas para el desarrollo agrícola por riego en ladera, existen los problemas siguientes por razón de las condiciones topográficas.

- En la zona de aguas arriba de la carretera nacional existen árboles mixtos de gran altura por lo que los gastos de preparación del terreno serán considerables. Además, se tendrá dificultades en la construcción de los caminos de acceso.
- La carretera tiene curvas, la visibilidad es mala, hay mucho tránsito y consecuentemente es peligroso. Por otra parte, en el canal del Usatama que es la fuente de agua de riego, el excedente es poco, siendo difícil asegurarse del volumen de agua necesaria.
- En la zona de ladera de terraza de la ribera izquierda del Chocho, los árboles mixtos son de poca altura por lo cual se podrá hacer la preparación del terreno por trabajos manuales. Especialmente, cerca del estanque desarenador que se construirá en base a este proyecto, se encuentra terreno de ladera (aproximadamente 1.0 ha) donde se acumula el agua de drenaje y el agua remanente de la granja modelo, pudiéndose utilizar como fuente de agua de riego.
- Además, en esta zona de ladera existe una vía interna construida anteriormente que se podrá utilizar si se mejora.

Por las razones expuestas anteriormente, en el futuro, cuando se quiera ampliar la granja modelo, se recomienda aprovechar la zona de ladera de terraza cerca del estanque desarenador porque el terreno se puede habilitar a bajo costo y la fuente de agua se obtiene con mayor facilidad.

## CAPITULO 5 PLANOS DEL DISEÑO

Nº	Título del Plano	Hojas
1	Plano General del Proyecto	1
2	Plano de la Granja Modelo	1
3	Plano de Camino Principal y Canal de Drenaje	1
4	Secciones de camino Principal	1
5	Plano de Instalaciones del Canal de Drenaje	1
6	Plano de Instalaciones de Riego	1
7	Plano Vertical del Canal Principal	3
8	Mejoramiento de Tanque y Estanque desarenador	1
9	Plano Típico de Tubería y Válvula	1
10	Plano de Disposición de Tuberías de los Canales Principales y Secundarios	1
11	Plano de Disposición de Tuberías Terminales	1
12	Plano Típico de las Lluvias de Suministro de Agua	1
13	Plano Típico de Válvulas	1
14	Plano Típico de Canal Abierto	1
15	Rehabilitación de Tubería Sifón en Canal Blanco	1
16	Plano de Estación de Bomba	1
17	Depósito de Arena Decantada	1
	Total	19







GENERAL DEL PROYECTO



CONVENCIONES

- △ Data: Poligonal
- Cerca alambre de puros
- Cerca en piedra
- Cerca en malla metálica
- ○ ○ ○ ○ Arboles
- Hidrante

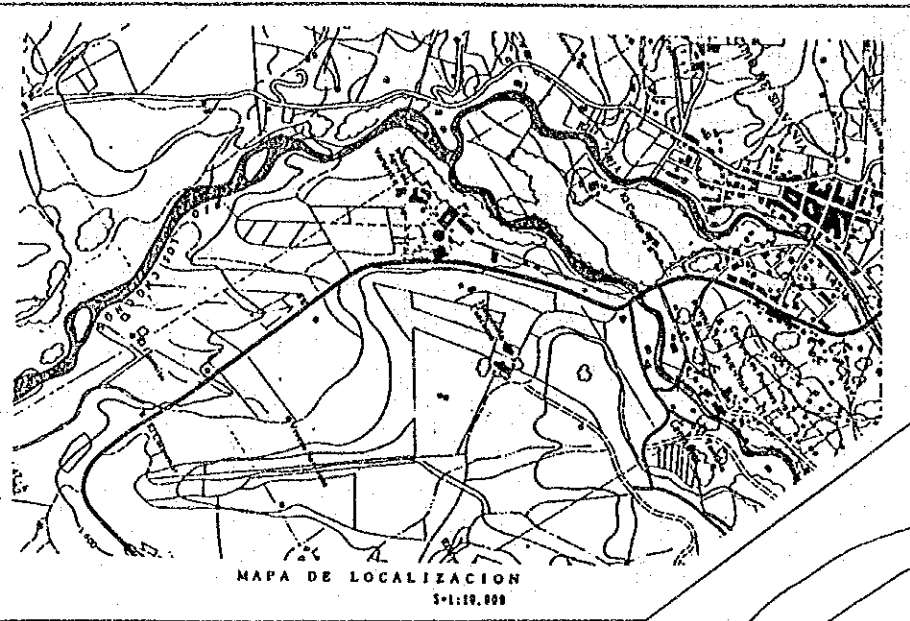
REPUBLICA DEL COLOMBIA  
 INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA  
 Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT

EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA  
 CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL

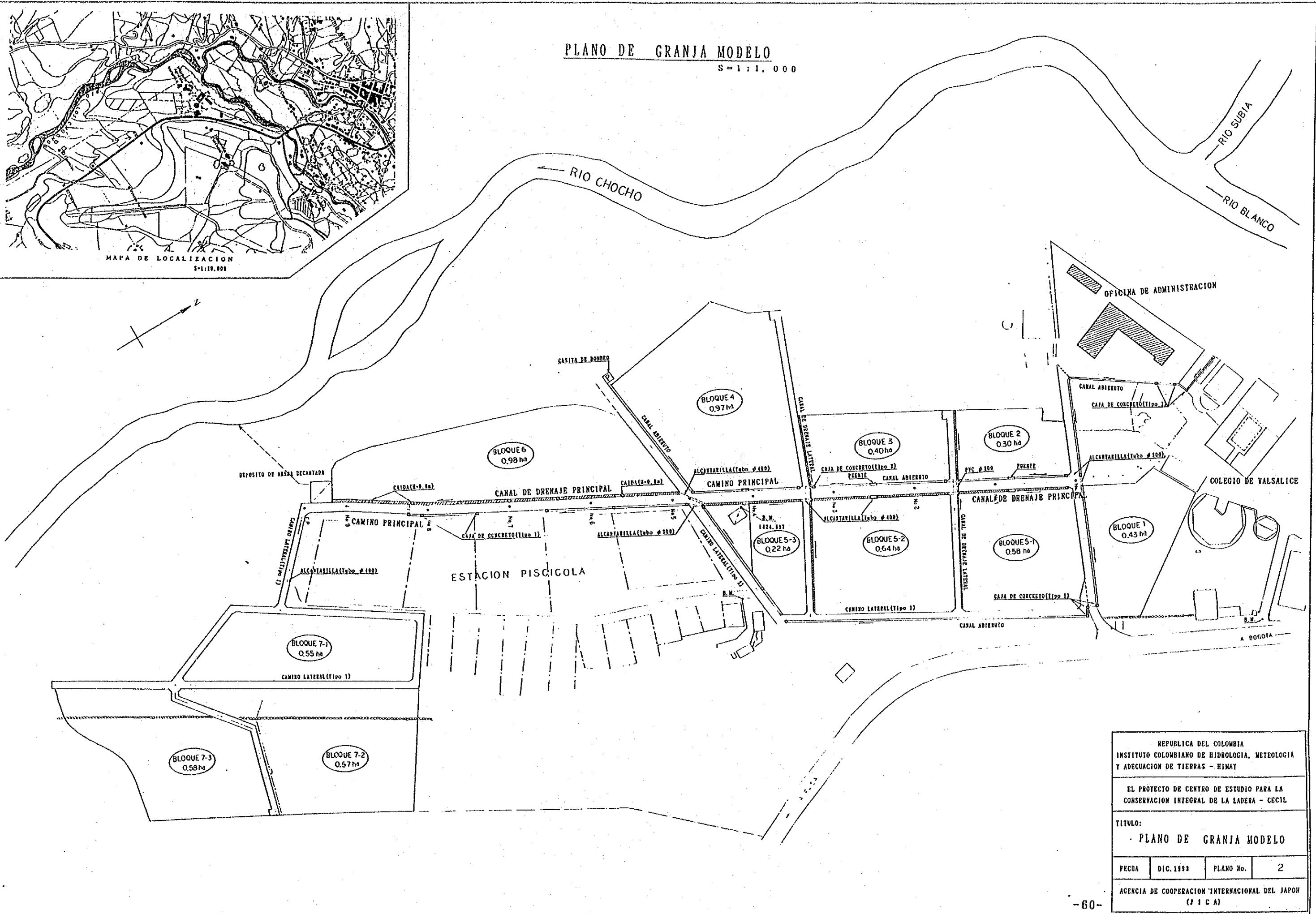
TITULO:  
 PLANO GENERAL DEL PROYECTO

FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	1
-------	-----------	-----------	---

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON  
 (JICA)



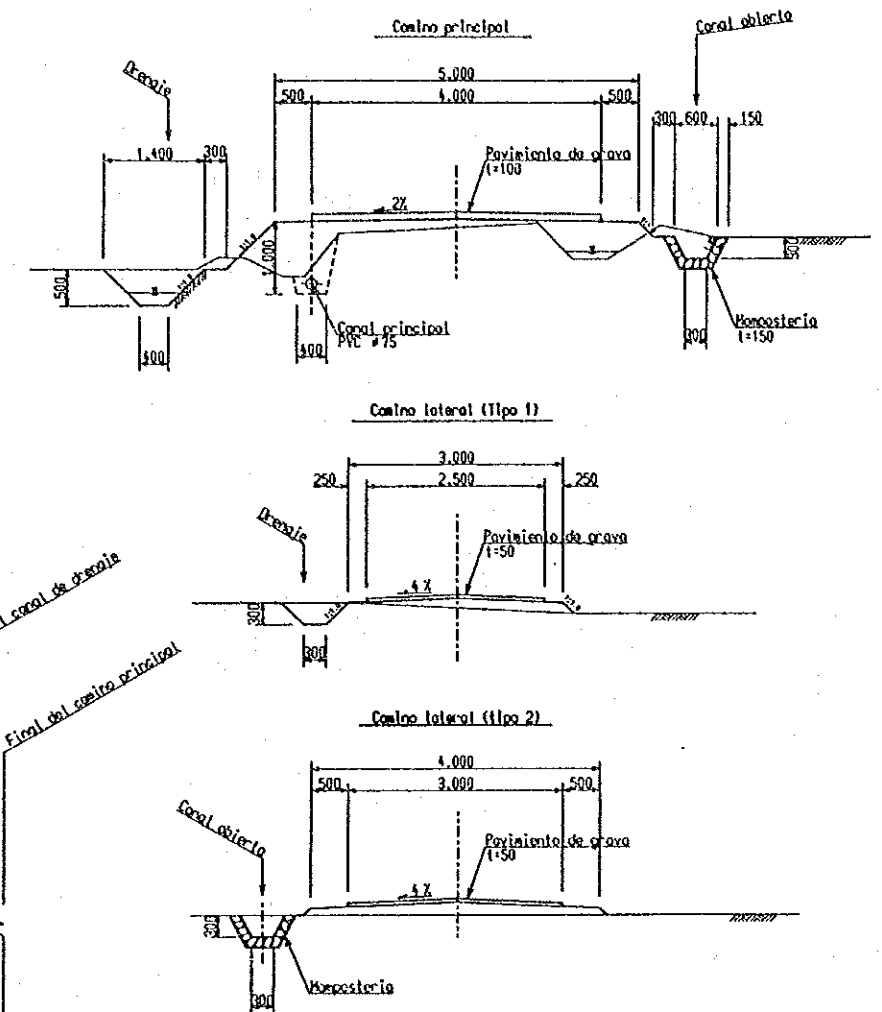
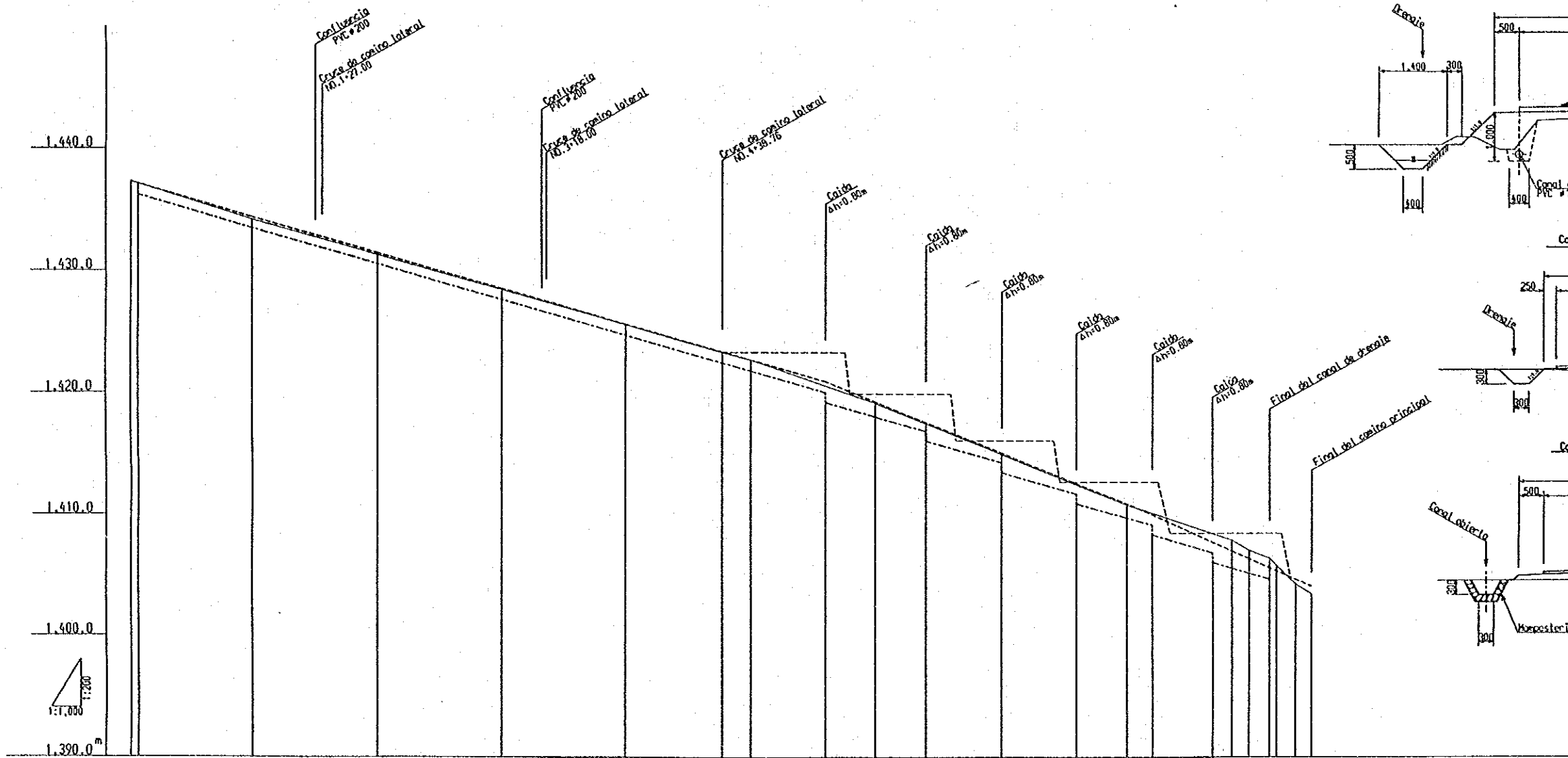
PLANO DE GRANJA MODELO  
S = 1 : 1, 000



REPUBLICA DEL COLOMBIA INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT			
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL			
TITULO: PLANO DE GRANJA MODELO			
FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	2
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)			

## PLANO DE CAMINO PRINCIPAL Y CANAL DE DRENAJE

## SECCION TIPICA DE CAMINO Y CANAL S=1:50



Pendiente (Carretera)	1:8.850		1:8.850		1:8.850		1:8.850		1:8.850		1:8.850		1:8.850		1:8.850	
Altitud de diseño (Carretera)	1437.21	1434.36	1431.48	1428.57	1425.64	1422.68	1419.75	1416.80	1413.81	1410.80	1407.76	1404.68	1401.57	1398.42	1395.24	1392.04
Pendiente (Canal de drenaje)	1:2.850															
Altitud de diseño (Canal de drenaje)	1438.206	1434.145	1430.065	1425.967	1421.851	1417.717	1413.566	1409.398	1405.213	1401.011	1396.792	1392.557	1388.305	1384.037	1379.754	1375.456
Cota de tierra	1437.21	1434.145	1431.07	1427.98	1424.87	1421.74	1418.58	1415.39	1412.17	1408.93	1405.67	1402.39	1399.08	1395.75	1392.40	1389.04
Distancia de adición	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Distancia de tramo	0.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00	67.00
Punto de medición	10.00	77.00	144.00	211.00	278.00	345.00	412.00	479.00	546.00	613.00	680.00	747.00	814.00	881.00	948.00	1015.00

REPUBLICA DEL COLOMBIA  
INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOLOGIA  
Y ADECUACION DE TIERRAS - HINAT

---

EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA  
CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL

---

TITULO:  
PLANO DE CAMINO PRINCIPAL Y CANAL DE DRENAJE

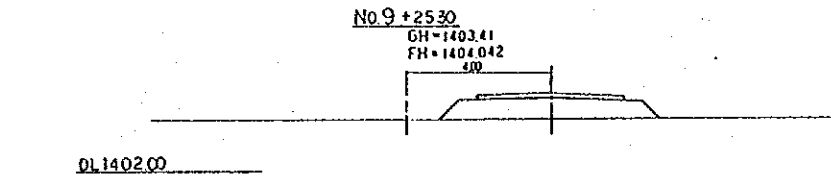
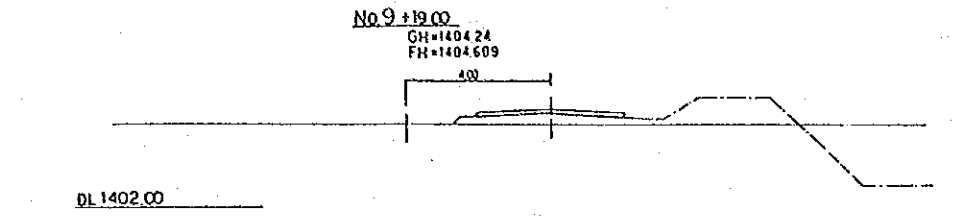
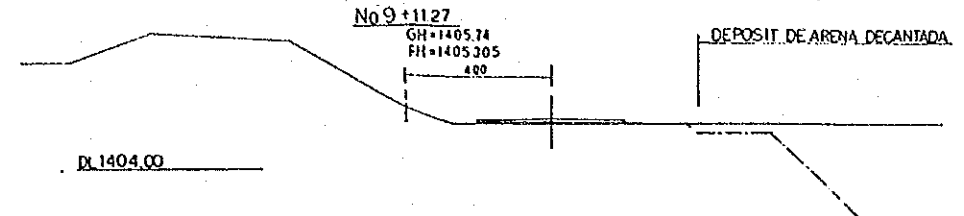
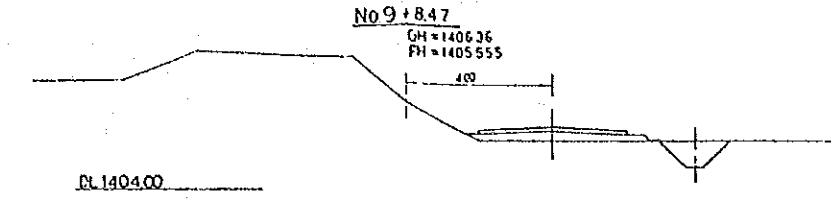
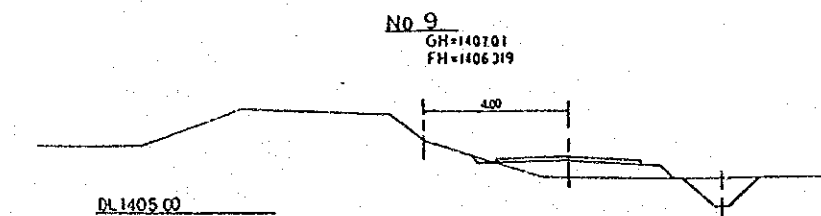
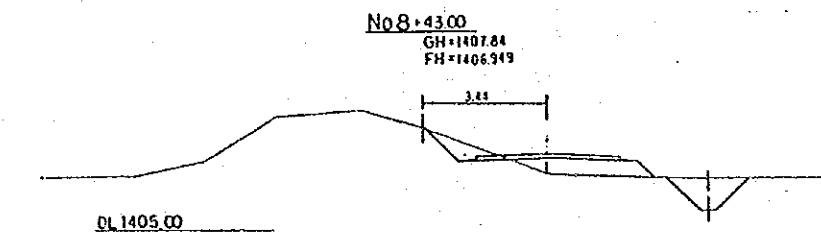
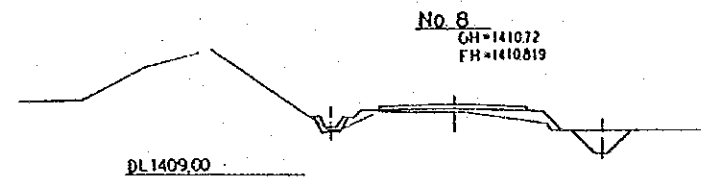
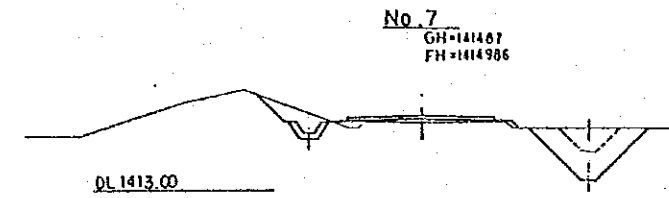
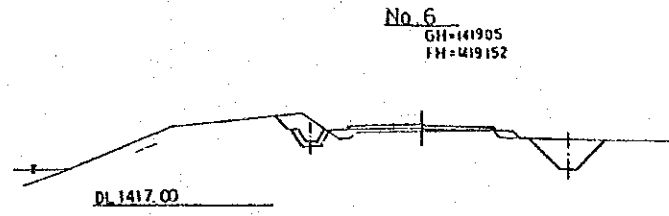
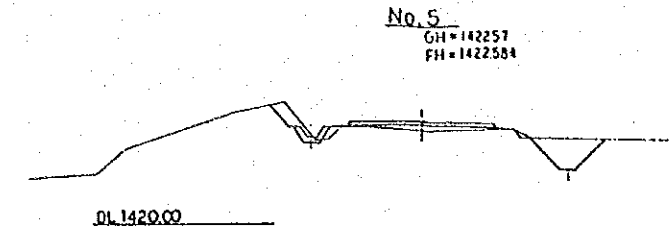
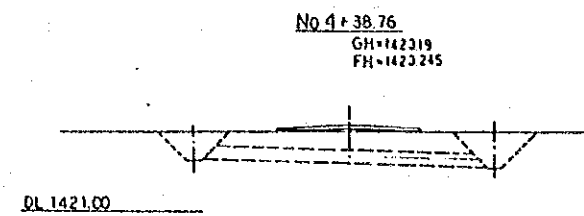
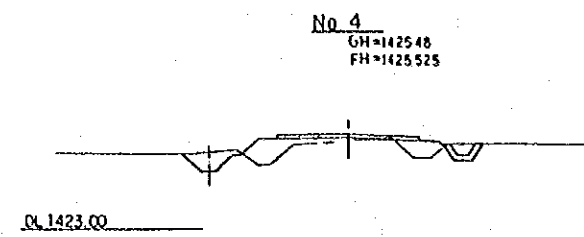
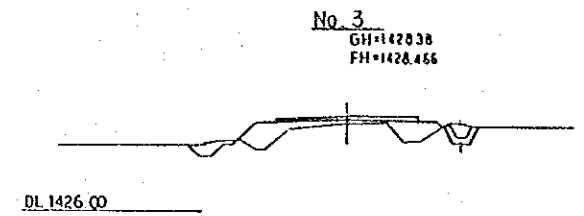
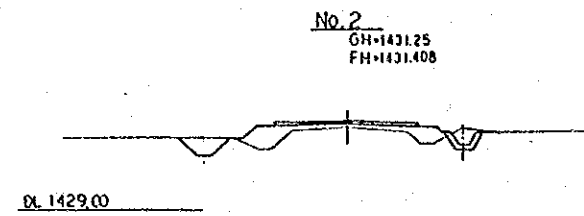
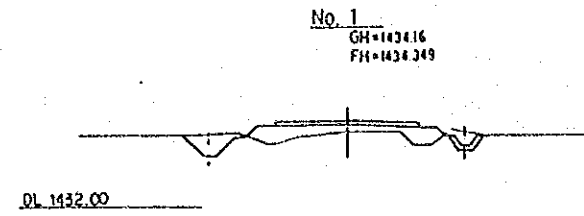
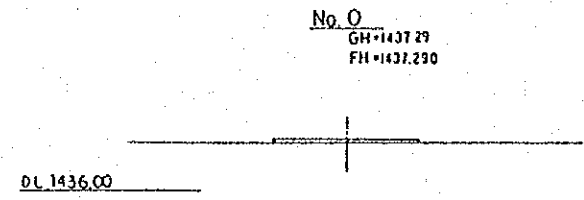
---

FECHA	DIC.1993	PLANO No.	3
-------	----------	-----------	---

---

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON  
(JICA)

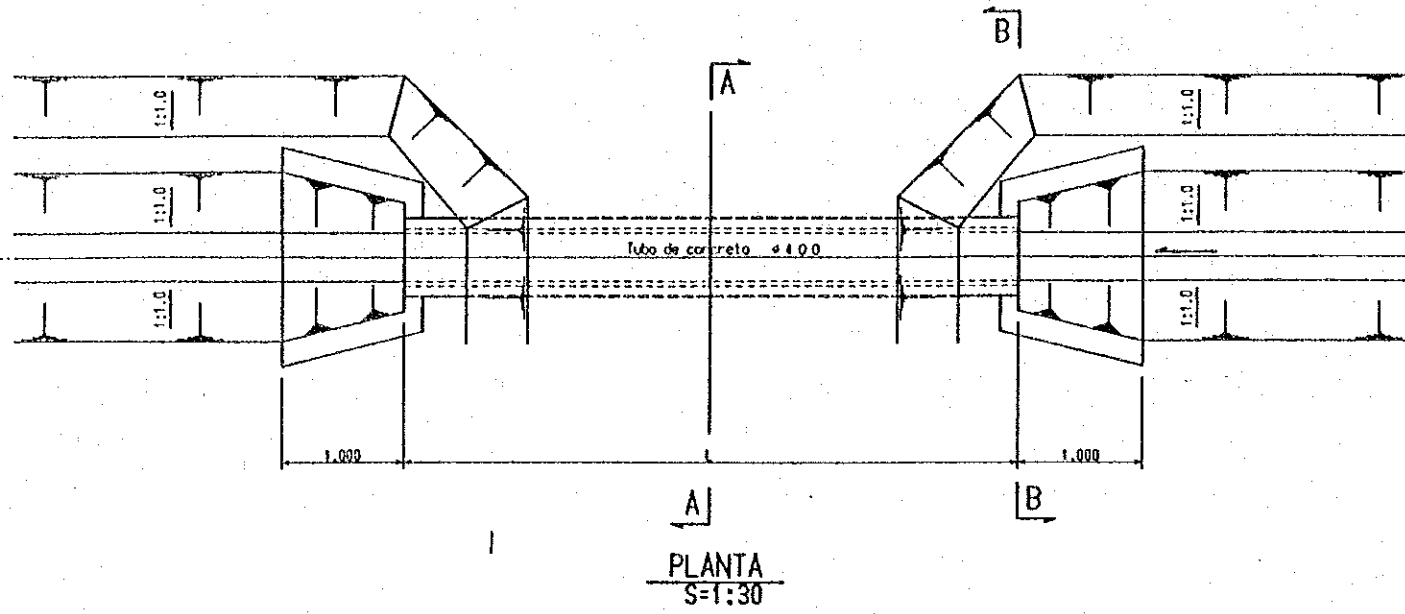
SECCIONES DE CAMINO PRINCIPAL  
S=1:100



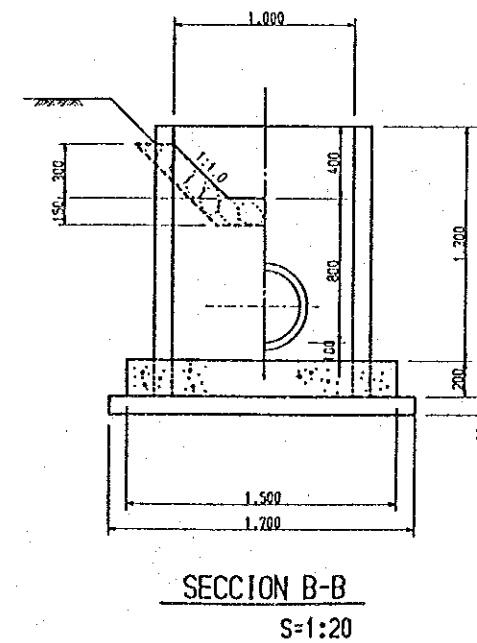
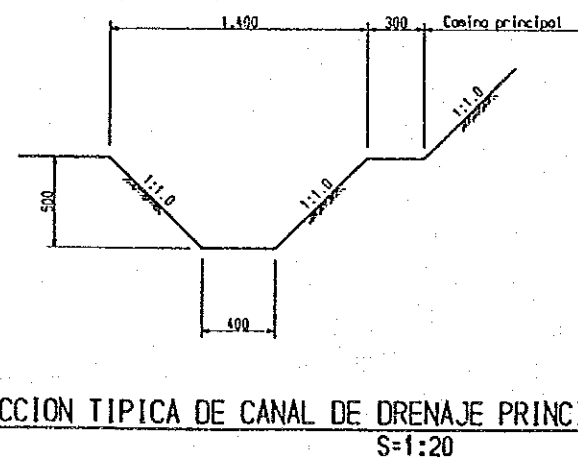
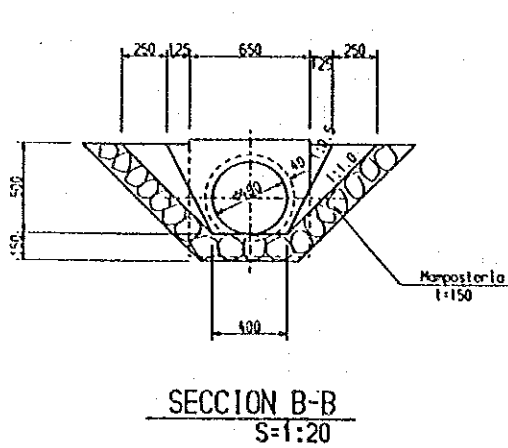
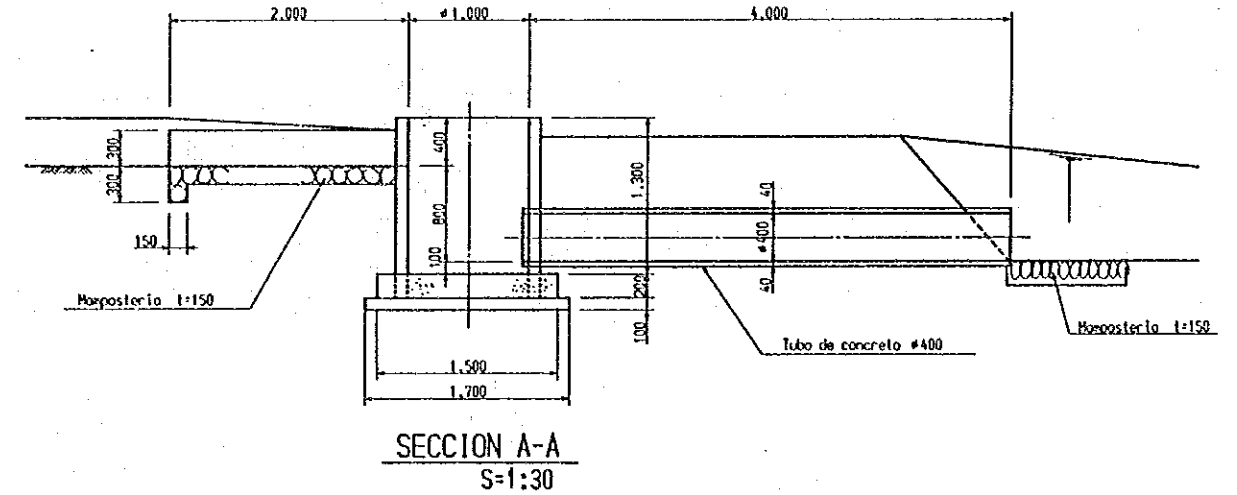
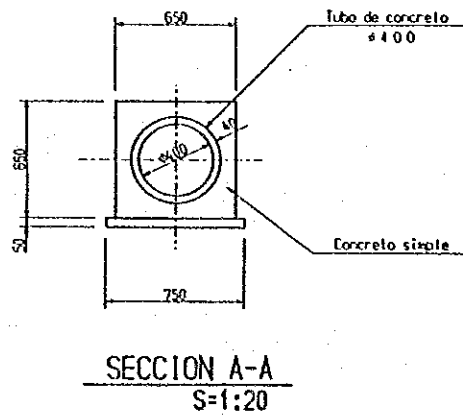
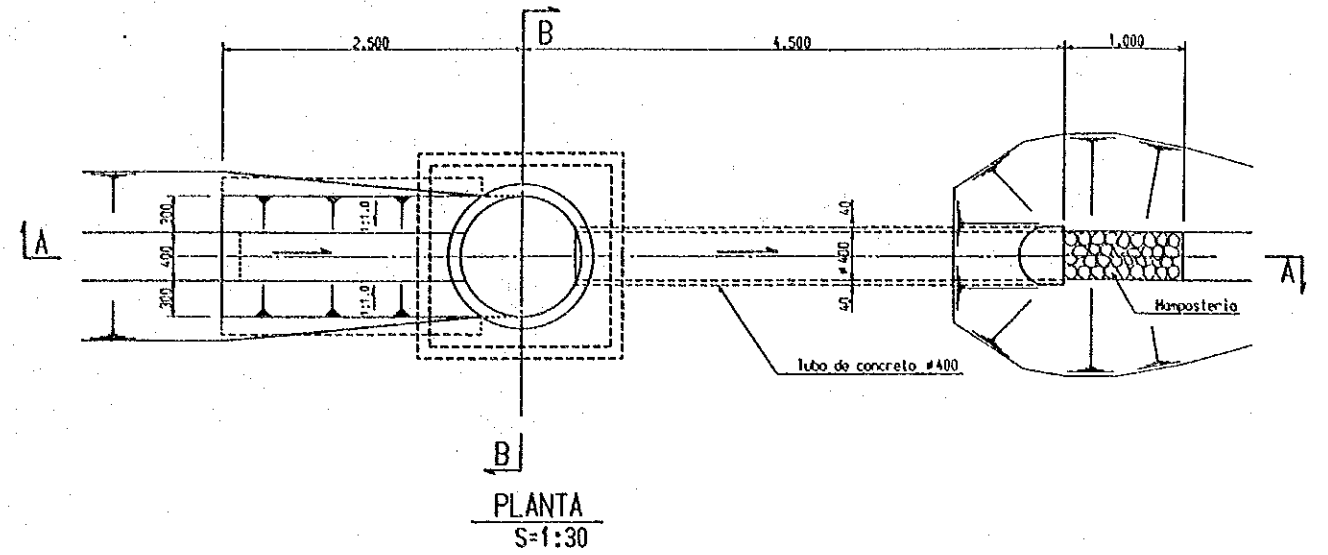
REPUBLICA DEL COLOMBIA			
INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - INIAT			
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL			
TITULO: SECCIONES DE CAMINO PRICIPAL			
FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	4
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)			

PLANO DE INSTALACIONES DEL CANAL DE DRENAJE

ALCANTARILLA



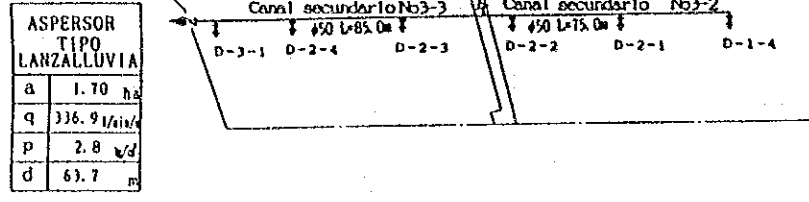
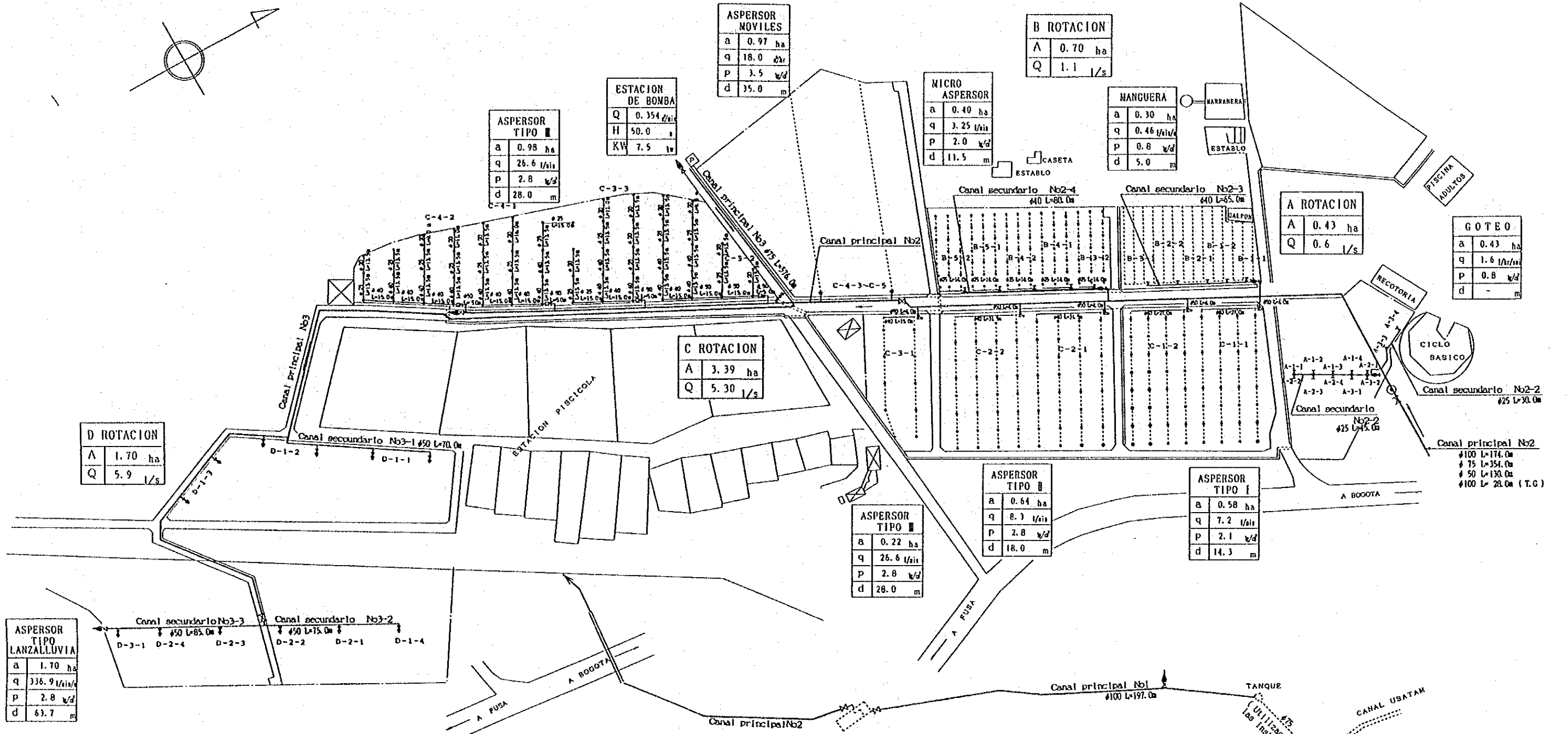
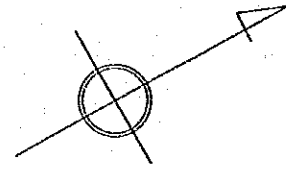
CAIDA



REPUBLICA DEL COLOMBIA INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT			
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL			
TITULO: PLANO DE INSTALACIONES DEL CANAL DE DRENAJE			
FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	5
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)			

# PLANO DE INSTALACIONES DE RIEGO

S=1:1000



## NOTA

### <OBRAS A EJECUTARSE>

- Canal principal (PVC)
- Canal principal (Tubo galvanizado)
- Canal secundario (PVC)
- Tuberias fijas subterranas (PVC)
- ⊕ Válvula
- ⊖ Eliminación del lado
- ⊙ Filtro
- ⊖ Reductora de presión
- ⊠ Mezclador de fertilizante líquido
- ⊕ Válvula E.M.
- ⊕ Válvula de suministro
- ⊕ Estacion de bomba

### <OBRAS SIN EJECUTARSE>

- Aspersor
- Aspersor circulo parcel
- ..... Manguera

A-1-2 A : Nombre de rotacion 1 : A los N dias 2 : A los n veces

- A Area de rotacion
- Q Cantidad de agua planeada
- a Area objeto de las herramientas de riego
- q Cantidad de emision
- p Presion requerida
- d Diametro de aspersor

ESTANQUE DESARENADOR  
(Utilización de las instalaciones existentes)

REPUBLICA DEL COLOMBIA  
INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA  
Y ADSCRUCION DE TIERRAS - INVIAT

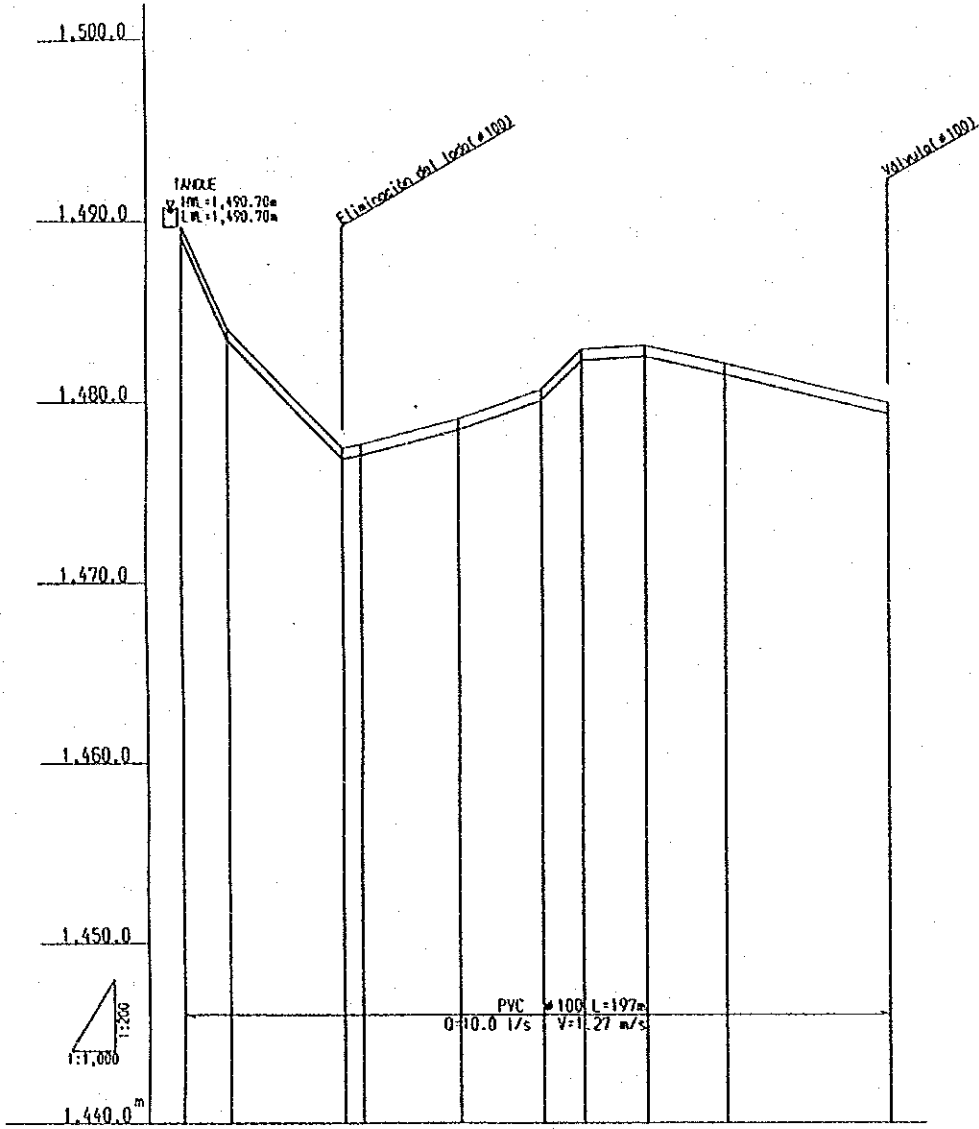
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA  
CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL

TITULO:  
PLANO DE INSTALACIONES DE RIEGO

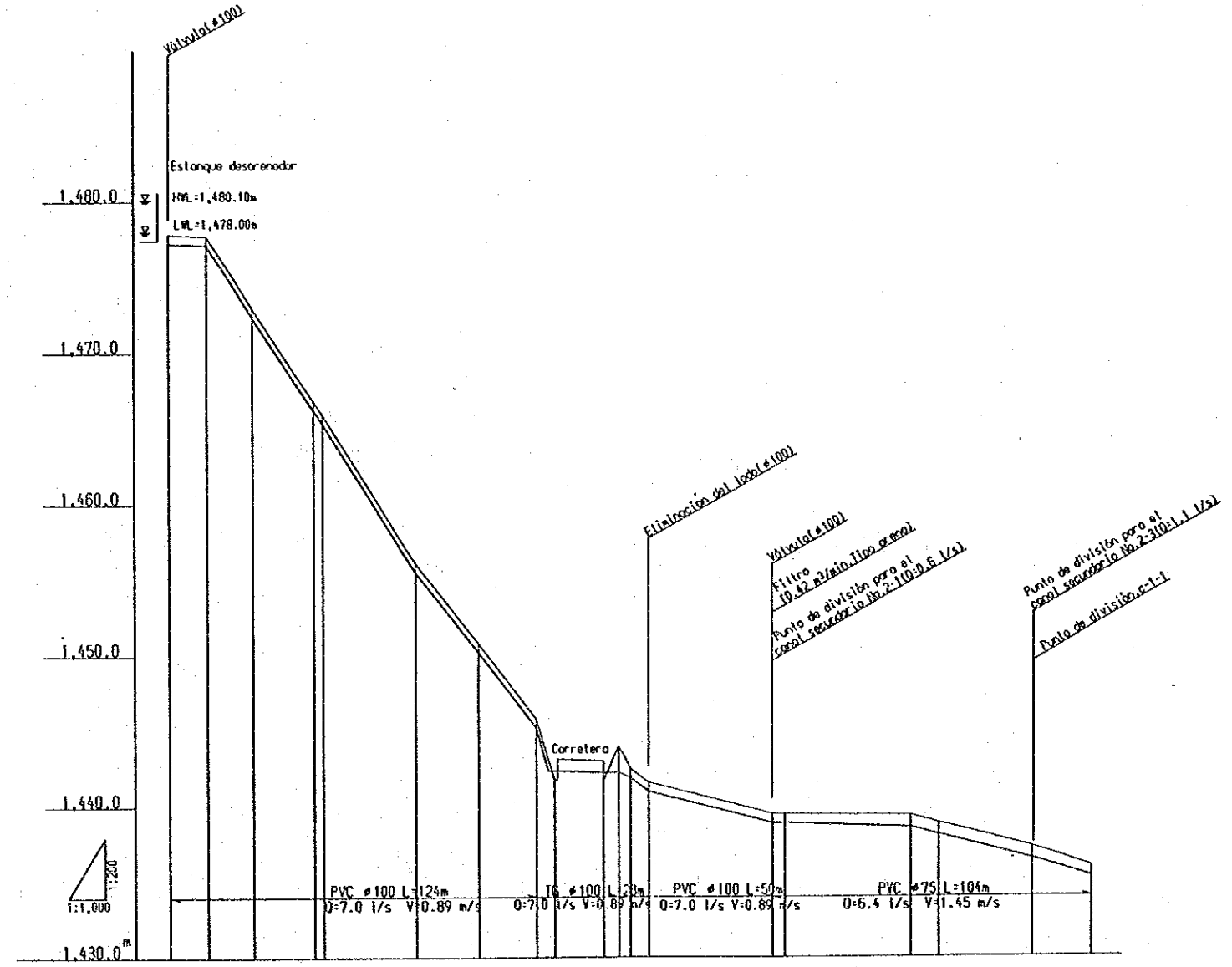
FECHA DIC. 1993 PLANO No. 6

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON  
( J I C A )

PLANO VERTICAL DEL CANAL PRINCIPAL NO.1



PLANO VERTICAL DEL CANAL PRINCIPAL NO.2 (1/2)



Nivel dinámico	1490.70	1489.10	1487.94	1487.06	1486.40	1485.01	1483.82	1482.43	1481.45	1480.20
Presión hidrodinámica	1.50	7.00	13.14	12.86	11.00	9.01	6.62	6.13	6.76	6.20
Altitud de diseño	1490.70	1489.10	1487.94	1487.06	1486.40	1485.01	1483.82	1482.43	1481.45	1480.20
Cota de tierra	1490.70	1488.00	1487.00	1486.00	1485.00	1484.00	1483.00	1482.00	1481.00	1480.00
Distancia de adición	0	13.0	45.0	50.0	71.0	100.0	111.0	128.0	150.0	195.0
Distancia de tramo	0	13.0	32.0	5.0	27.0	23.0	11.0	17.0	22.0	45.0
Punto de medición	M0	-13.0	IP 1	M0.1	27.0	M0.2	IP 2	IP 3	M0.3	EP
Curva		1A-10° 20'			1A-9° 40'			1A-18° 10'		

Nivel dinámico	1478.00	1477.20	1477.10	1477.77	1477.57	1477.11	1477.31	1477.11	1476.92	1476.28	1475.97	1475.92	1475.71	1475.63	1475.31	1473.31	1471.19
Presión hidrodinámica	0.80	0.20	5.47	11.50	25.34	31.77	34.57	26.34	24.53	34.40	34.81	25.66	27.41	22.41	31.26	32.27	32.89
Altitud de diseño	1478.00	1477.20	1477.10	1477.77	1477.57	1477.11	1477.31	1477.11	1476.92	1476.28	1475.97	1475.92	1475.71	1475.63	1475.31	1473.31	1471.19
Cota de tierra	1477.80	1477.00	1476.50	1475.50	1474.50	1473.50	1472.50	1471.50	1470.50	1469.50	1468.50	1467.50	1466.50	1465.50	1464.50	1463.50	1462.50
Distancia de adición	0	12.0	27.0	47.0	50.0	80.0	100.0	119.0	125.0	141.0	145.0	156.0	196.0	200.0	241.0	250.0	280.0
Distancia de tramo	0	12.0	15.0	20.0	30.0	20.0	19.0	6.0	16.0	5.0	4.0	6.0	40.0	4.0	41.0	9.0	30.0
Punto de medición	M0	IP 1	IP 2	IP 3	M0.1	IP 4	M0.2	IP 5	M0.3	IP 6	M0.4	M0.5	M0.6	M0.7	IP 7	M0.8	M0.9
Curva		1A-3° 30'	1A-30° 40'	1A-6° 20'		1A-18° 50'		1A-14° 50'		1A-7° 00'			1A-64° 20'				

REPUBLICA DEL COLOMBIA  
 INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA  
 Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT

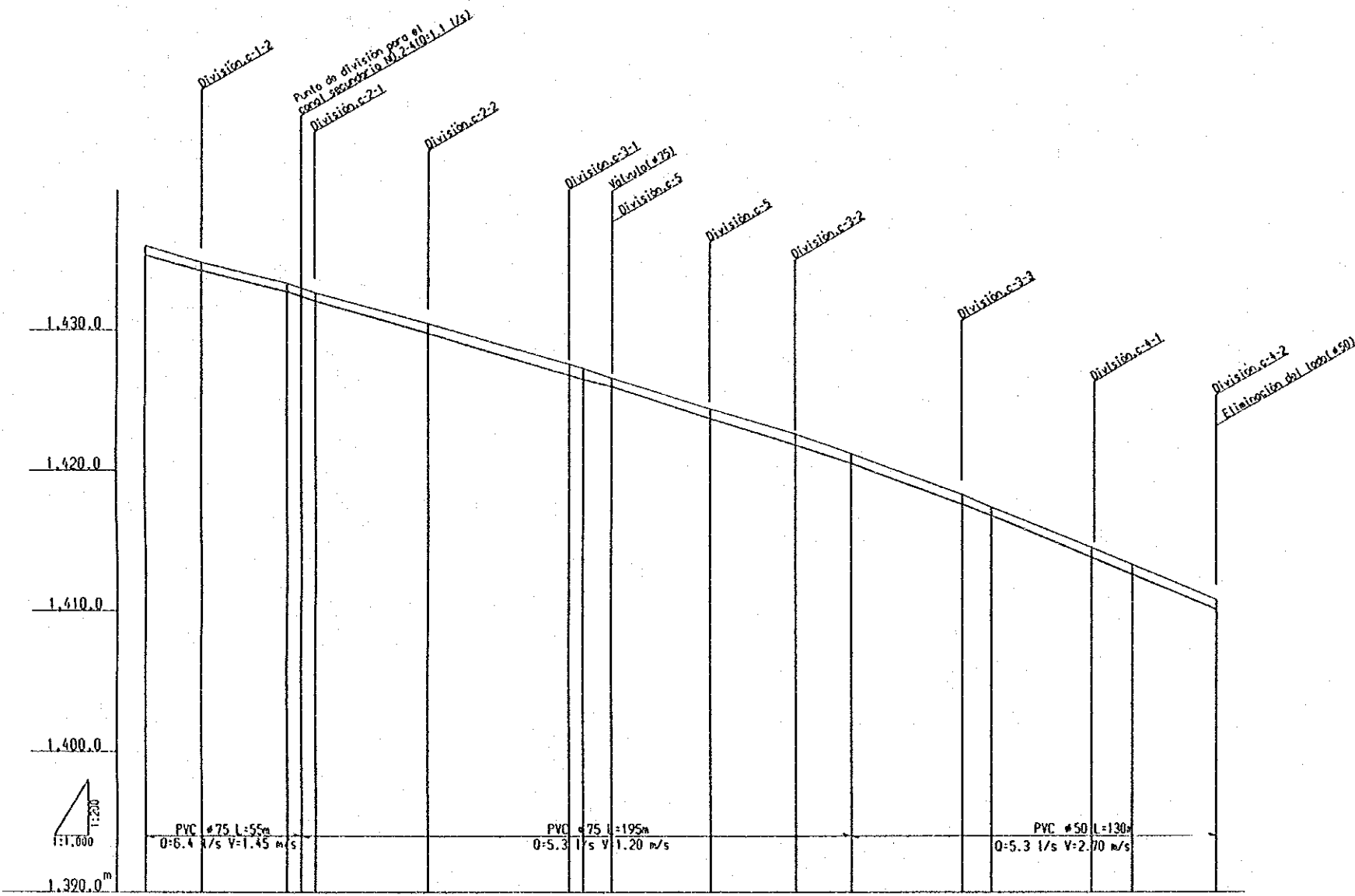
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA  
 CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL

TITULO:  
 PLANO VERTICAL DEL CANAL PRINCIPAL (1/3)

FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	7-1
-------	-----------	-----------	-----

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON  
 (JICA)

PLANO VERTICAL DEL CANAL PRINCIPAL NO.2 (2/2)



Nivel dinámico	1408.19	1407.59	1406.99	1406.39	1405.79	1405.19	1404.59	1403.99	1403.39	1402.79	1402.19	1401.59	1400.99	1400.39	1399.79	1399.19	1398.59	1397.99	1397.39	
Presión hidrodinámica	32.87	32.79	32.71	32.63	32.55	32.47	32.39	32.31	32.23	32.15	32.07	31.99	31.91	31.83	31.75	31.67	31.59	31.51	31.43	
Altitud de diseño	1425.34	1424.74	1424.14	1423.54	1422.94	1422.34	1421.74	1421.14	1420.54	1419.94	1419.34	1418.74	1418.14	1417.54	1416.94	1416.34	1415.74	1415.14	1414.54	
Cota de tierra	1436.00	1435.40	1434.80	1434.20	1433.60	1433.00	1432.40	1431.80	1431.20	1430.60	1430.00	1429.40	1428.80	1428.20	1427.60	1427.00	1426.40	1425.80	1425.20	
Distancia de adición	300.0	320.0	340.0	360.0	380.0	400.0	420.0	440.0	460.0	480.0	500.0	520.0	540.0	560.0	580.0	600.0	620.0	640.0	660.0	
Distancia de trazo	0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	190.0	
Punto de medición	M 0.6	M 2.0	M 3.4	M 4.8	M 6.2	M 7.6	M 9.0	M 10.4	M 11.8	M 13.2	M 14.6	M 16.0	M 17.4	M 18.8	M 20.2	M 21.6	M 23.0	M 24.4	M 25.8	
Curva																				

REPUBLICA DEL COLOMBIA  
 INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA  
 Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT

EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA  
 CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL

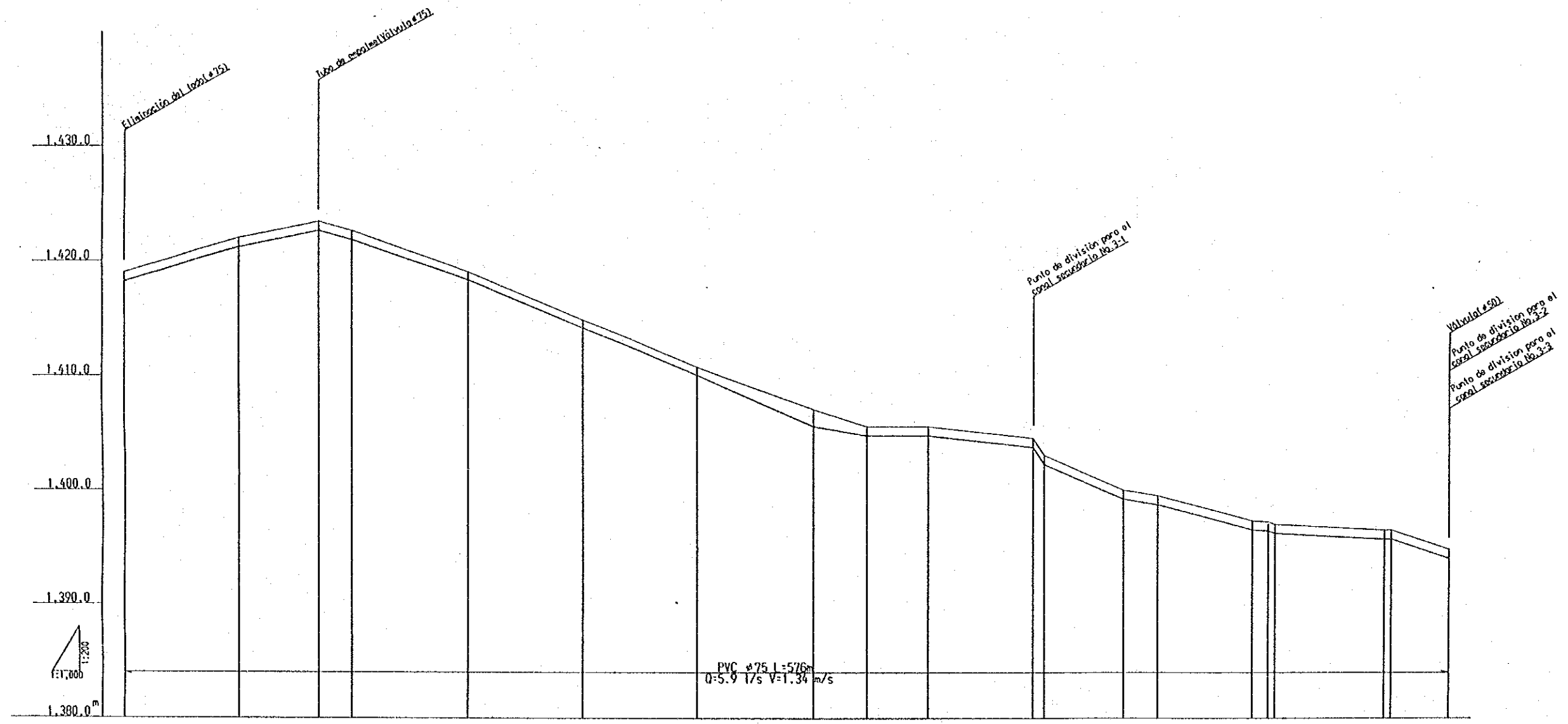
TITULO:  
 PLANO VERTICAL DEL CANAL PRINCIPAL (2/3)

FECHA	DIC.1993	PLANO No.	7-2
-------	----------	-----------	-----

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON  
 (JICA)



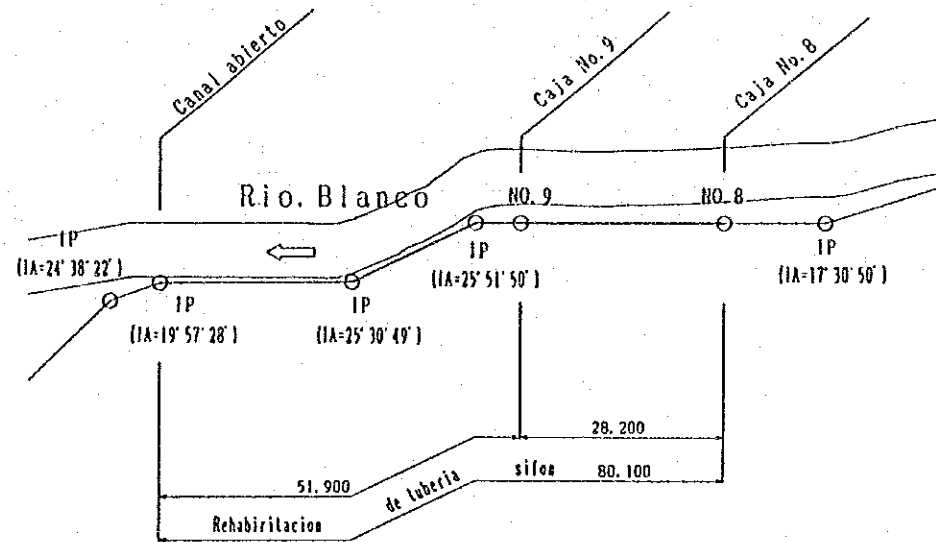
PLANO VERTICAL DEL CANAL PRINCIPAL NO.3



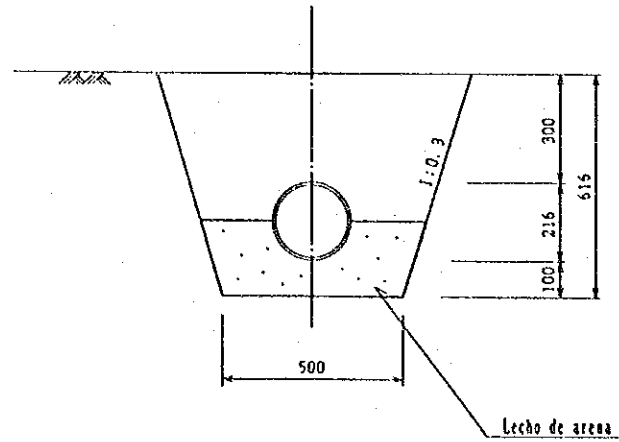
Nivel dinámico	1435.05	1428.71	1423.81	1419.13	1414.84	1409.55	1404.26	1398.97	1393.68	1388.39	1383.10	1377.81	1372.52	1367.23	1361.94	1356.65	
Presión hidrodinámica	45.20	43.51	41.21	41.62	46.71	49.55	52.75	52.97	52.27	55.58	56.86	56.78	55.19	55.19	57.15	57.15	
Altitud de diseño	1418.20	1421.20	1422.50	1421.30	1414.10	1410.00	1405.50	1404.70	1404.70	1399.20	1396.50	1395.50	1393.00	1392.70	1394.00	1394.00	
Cota de tierra	1419.00	1422.00	1423.40	1422.50	1414.80	1410.70	1405.50	1404.70	1404.70	1399.20	1396.50	1395.50	1393.00	1392.70	1394.00	1394.00	
Distancia de adición	0	50.0	85.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	323.0	350.0	376.0	400.0	435.0	450.0	490.0	575.0	
Distancia de trazo	0	50.0	35.0	15.0	50.0	50.0	50.0	23.0	27.0	25.0	15.0	40.0	30.0	45.0	85.0	25.0	
Punto de medición	M0.0	M0.1	IP 1	M0.2	M0.3	M0.4	M0.5	M0.6	IP 2	M0.7	M0.8	IP 3	M0.9	IP 4	IP 5	M0.11	M0.12
Curva			IA+120° 00'						IA+78° 30'			IA+33° 30'	IA+54° 30'	IA+33° 30'	IA+72° 30'	IA+51° 00'	

REPUBLICA DEL COLOMBIA INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT			
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL			
TITULO: PLANO VERTICAL DEL CANAL PRINCIPAL (3/3)			
FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	7-3
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)			

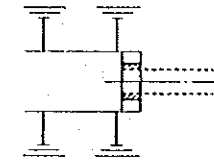
# REHABILITACION DE TUBERIA SIFON EN CANAL BLANCO



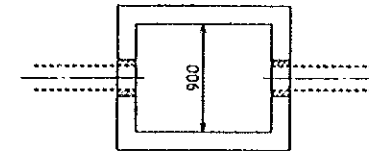
**PLANTA**  
S=1:500



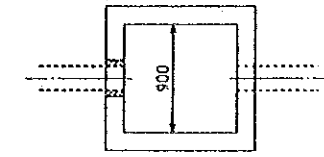
**SECCION TIPICA DE TUBERIA**  
S=1:10



**SALIDA**

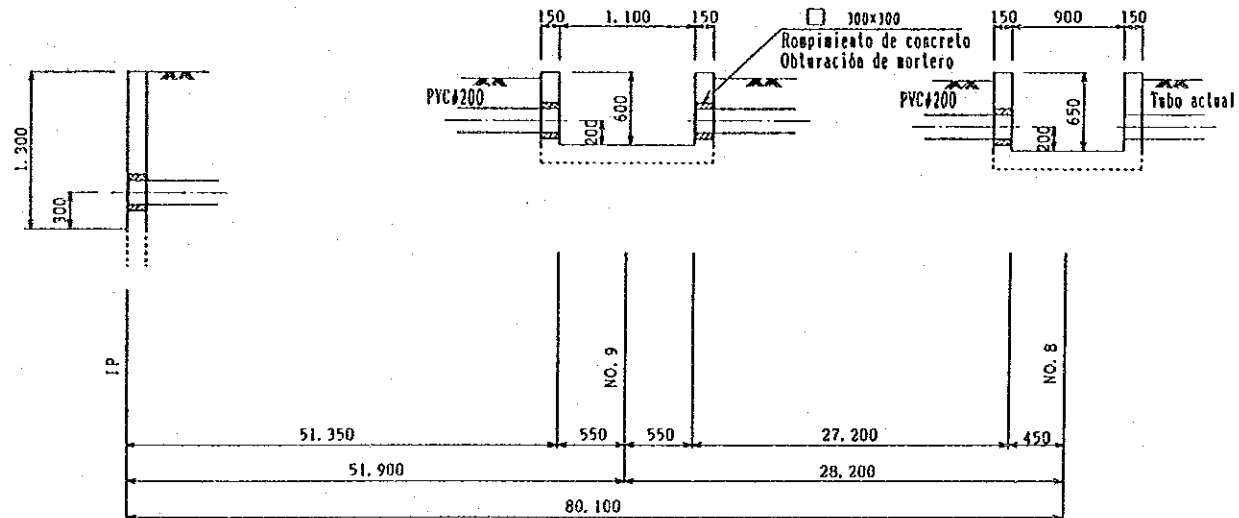


**CAJA No. 9**



**CAJA No. 8**

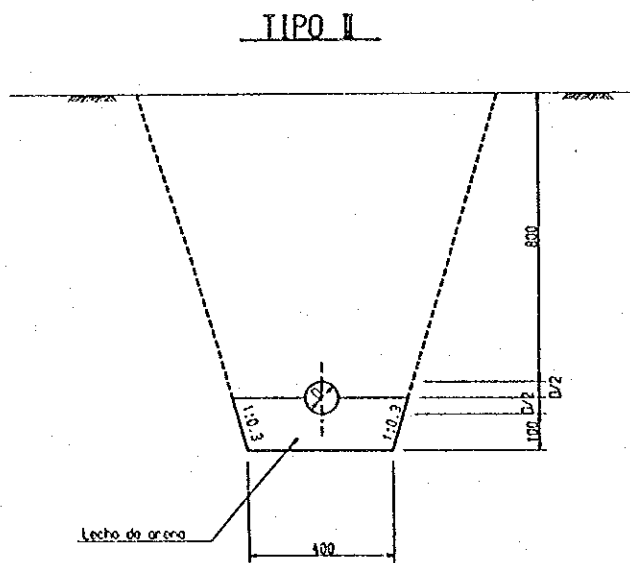
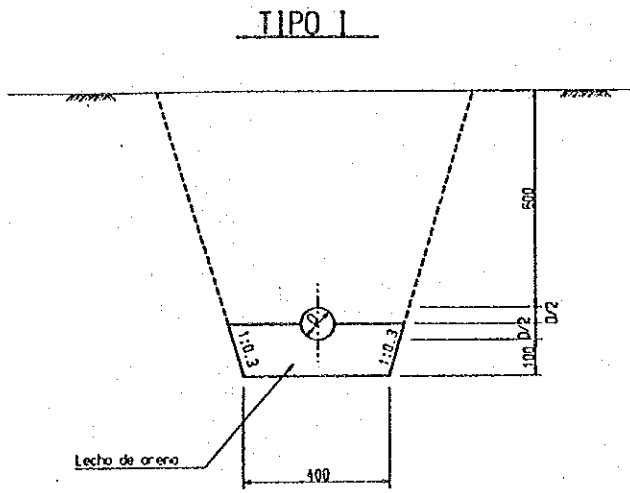
**PLANTA**  
S=1:30



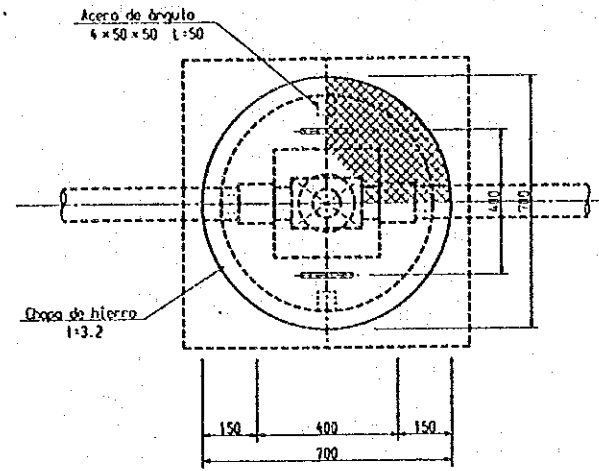
**VERTICAL**  
S=1:30

REPUBLICA DEL COLOMBIA INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - SIMAT			
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL			
TITULO: MEJORAMIENTO DE TANQUE Y ESTANQUE DESARENADOR			
FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	8
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON ( J I C A )			

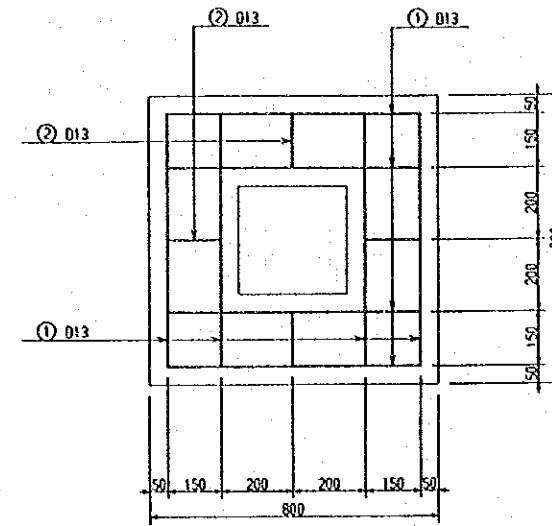
SECCION TIPICA DE TUBERIA  
S=1:10



PLANO TIPICO DE VALVULA (φ 100 ~ φ 50)  
S=1:10

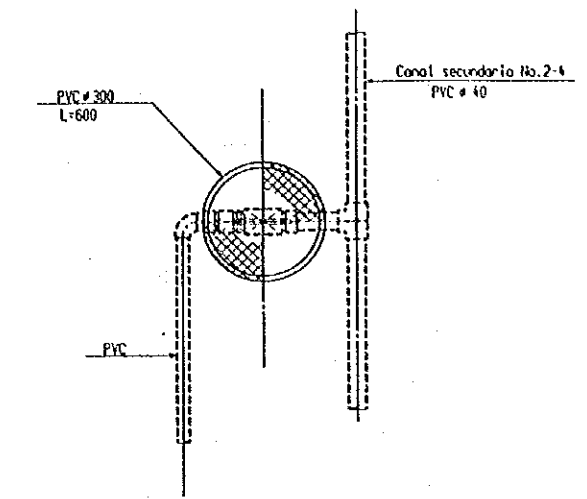


PLANTA

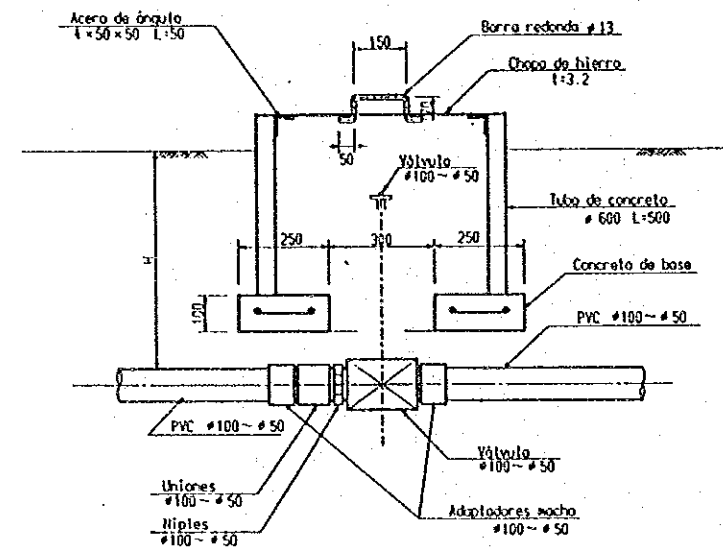


COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO

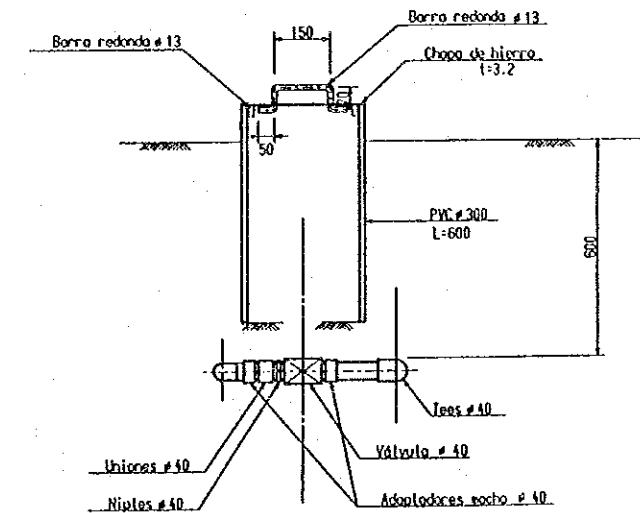
PLANO TIPICO DE VALVULA (φ 40)  
S=1:10



PLANTA



SECCION

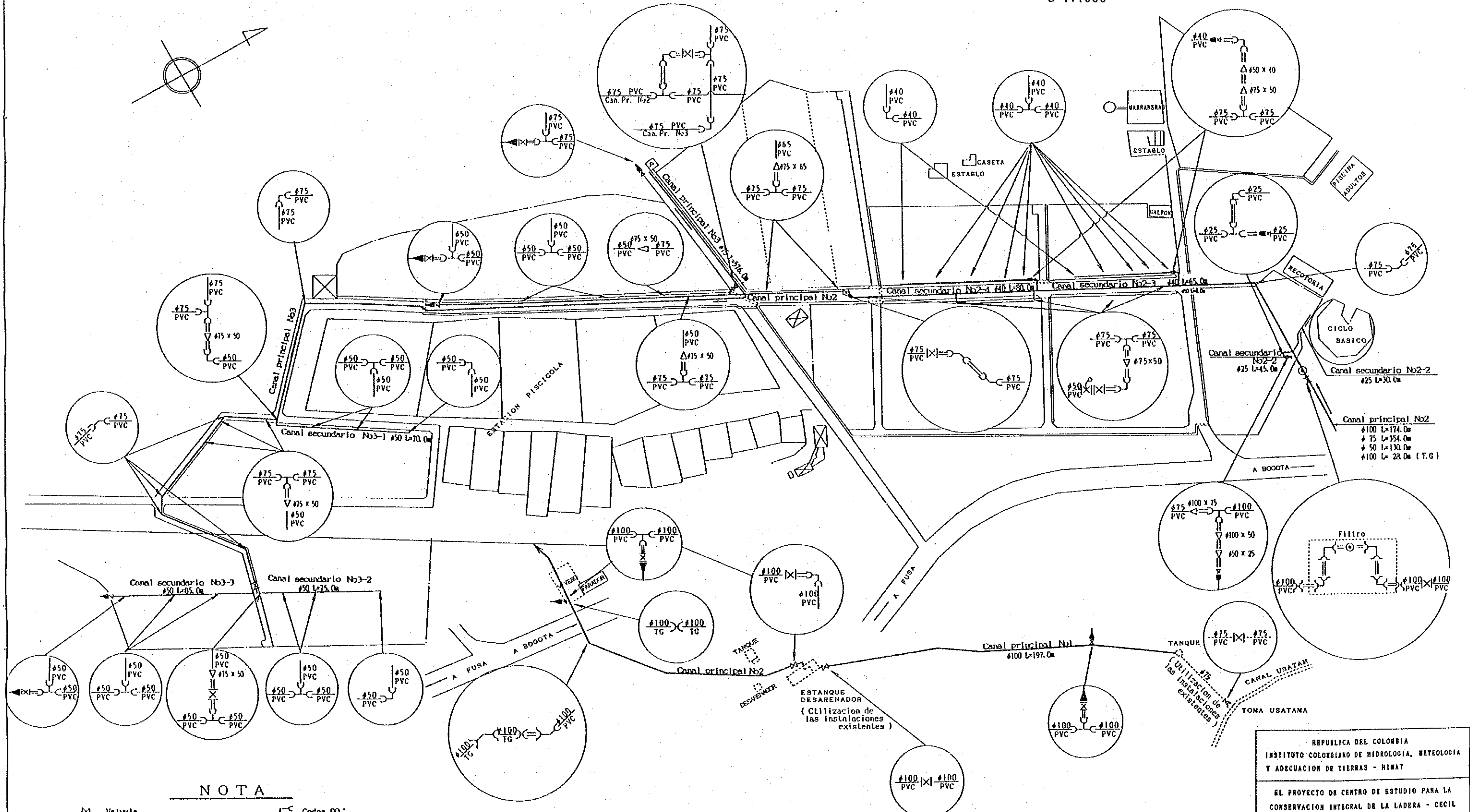


SECCION

REPUBLICA DEL COLOMBIA			
INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT			
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL			
TITULO: PLANO TIPO DE TUBERIA Y VALVULA			
FECHA	DIC, 1993	PLANO No.	9
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)			

PLANO DE DISPOSICION DE TUBERIAS DE LOS CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

S=1:1000



NOTA

- ⊗ Valvula
- ⊗ Eliminacion del lodo
- ⊗ Valvula E.M.
- ⊗ Filtro
- ⊗ Reductora de presion
- ⊗ Tee
- ⊗ Reduccion (Sol.)
- ⊗ Codos 90°
- ⊗ Codos 45°
- ⊗ Adaptadores (Item)
- ⊗ Codos 90° (T.G.)
- ⊗ Tubo corto (PVC)

REPUBLICA DEL COLOMBIA  
 INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA  
 Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT

EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA  
 CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL

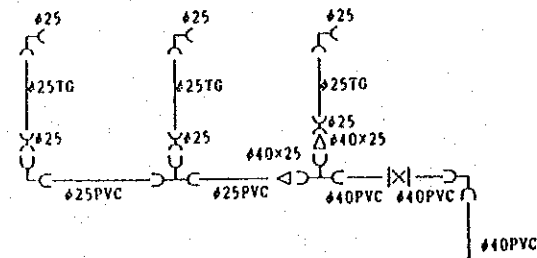
TITULO:  
 PLANO DE DISPOSICION DE TUBERIAS DE  
 LOS CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	10
-------	-----------	-----------	----

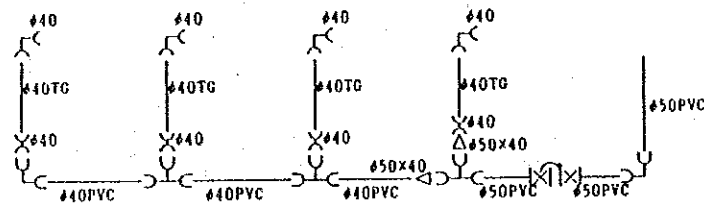
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON  
 (JICA)

# PLANO DE DISPOSICION DE TUBERIAS TERMINALES

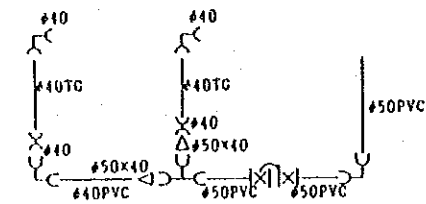
BLOQUE, B-3-2~B-5-2



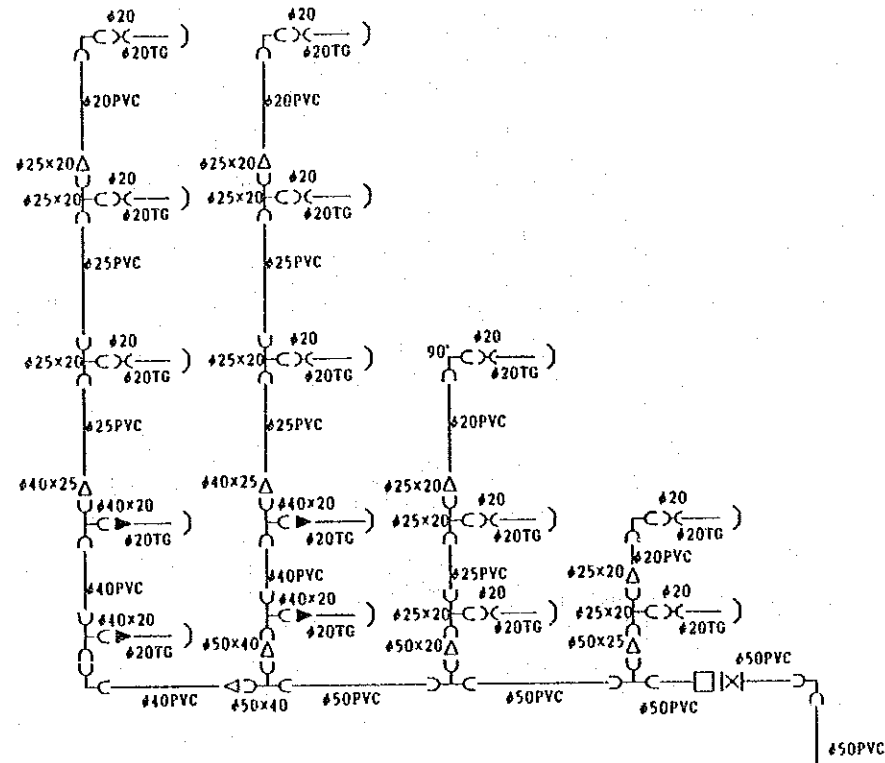
BLOQUE, C-1-1~C-2-2



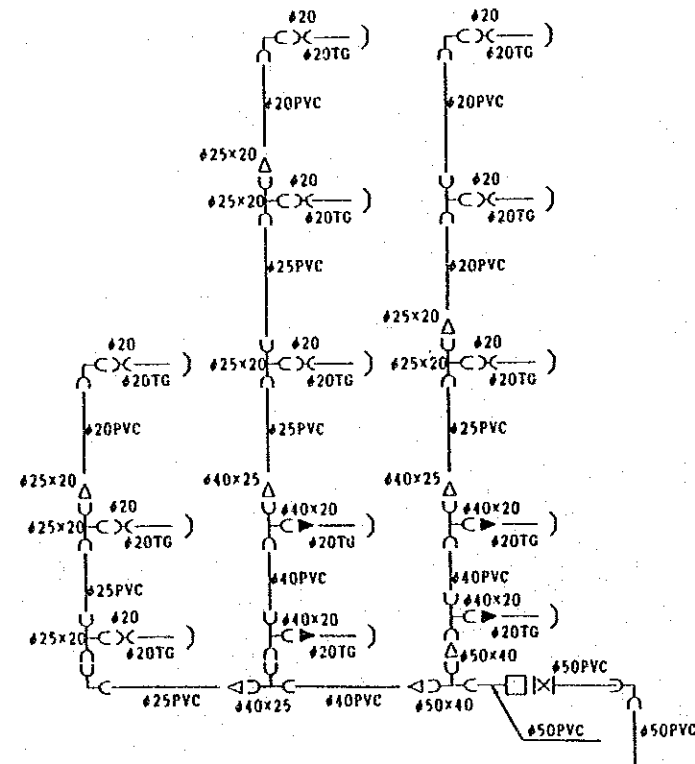
BLOQUE, C-3-1



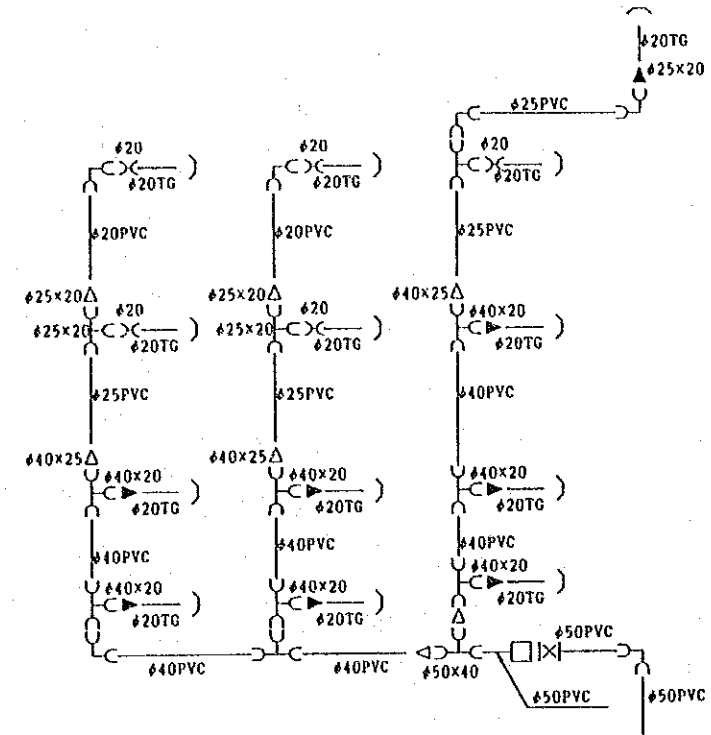
BLOQUE, C-3-2



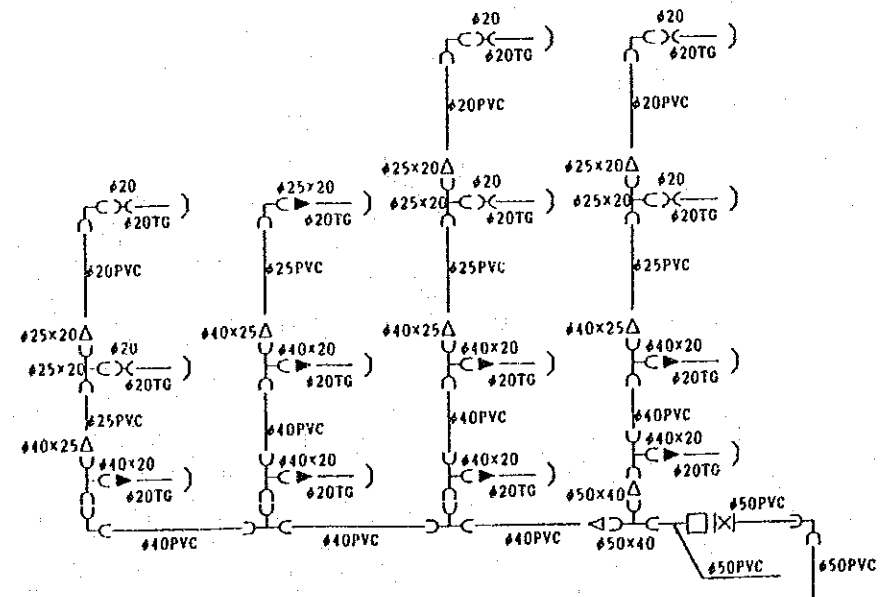
BLOQUE, C-3-3



BLOQUE, C-4-1



BLOQUE, C-4-2



## NOTA

- ⊗ Válvula
- ⊗ Válvula E.M.
- Mezclador de fertilizante líquido
- ⌒ Codos 90°
- ⌒ Tees
- ▷ Reducciones (Sol.)
- ▶ Reducciones (Ros.)
- ⊗ Adaptadores (Hem.)
- ) Tapones

REPUBLICA DEL COLOMBIA INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - INIAT			
EL PROYECTO DE CENTRO DE ESTUDIO PARA LA CONSERVACION INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL			
TITULO: PLANO DE DISPOSICION DE TUBERIAS TERMINALES			
FECHA	DIC. 1993	PLANO No.	11
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON ( J I C A I )			