

Figura S14-2.3.6 Area Afectada por la Inundación de Diciembre de 1999 en la Quebrada Caroata

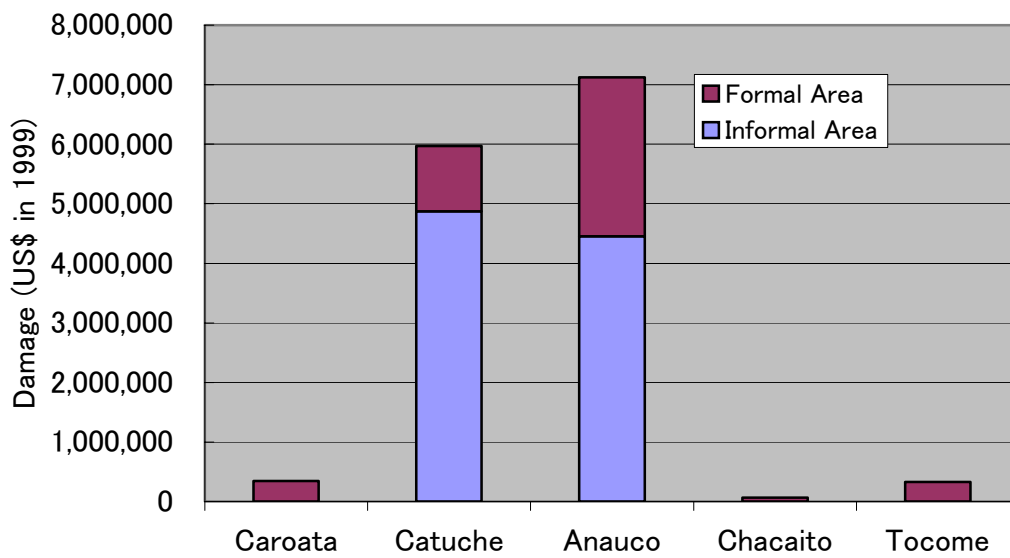
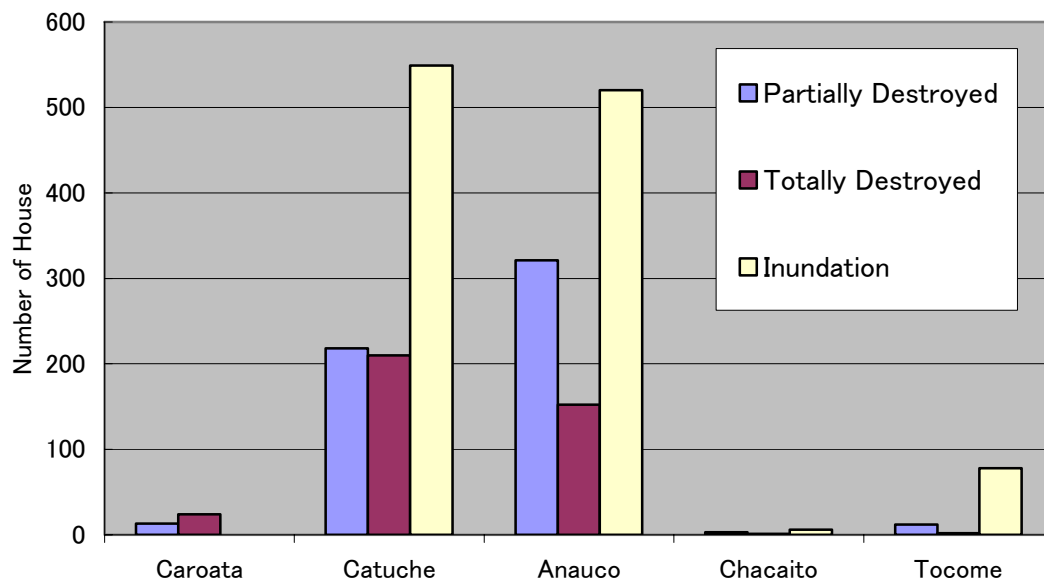


Figura S14-2.3.7 Resultado de la Encuesta de Daños del Desastre de Diciembre de 1999

S15

**INSTALACION DE
EQUIPOS HIDRO-METEOROLOGICOS**

“Yo no espero el calendario, yo me activo a voluntario,

No creo en la resignación,

Yo demuestro con mi acción, que creo en la preparación”

Paulina Chaverri

ESTUDIO SOBRE
EL PLAN BASICO DE PREVENCION DE DESASTRES
EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS

INFORME FINAL

INFORME DE SOPORTE

S15

INSTALACION DE EQUIPOS HIDROMETEOROLOGICOS

CONTENIDO

CAPITULO 1. GENERAL

CAPITULO 2. INSTALACION DEL PLUVIOMETRO

2.1	Objetivos -----	S15-1
2.2	Selección del Sitio -----	S15-1
2.3	Sistema y Equipos -----	S15-3
2.4	Operación y Mantenimiento -----	S15-4

CAPITULO 3. INSTALACION DE LOS LIMNIMETROS

3.1	Objetivos -----	S15-10
3.2	Selección del Sitio -----	S15-10
3.3	Equipos -----	S15-10
3.4	Operación y Mantenimiento -----	S15-11

CAPITULO 4. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

S15

LISTA DE TABLAS

Tabla S15-2.1.1	Estaciones Pluviométricas Existentes-----	S15-5
Tabla S15-2.1.2	Características de los Sitios Propuestos -----	S15-5
Tabla S15-3.1.1	Lista de Ubicaciones Seleccionadas par los Limnómetro -----	S15-11

S15

LISTA DE FIGURAS

Figura S15-2.1.1	Pluviómetros Existentes y Sitios y Áreas Candidatas -----	S15-6
Figura S15-2.1.2	Sitios Propuestos para Pluviómetro -----	S15-6
Figura S15-2.1.3	Mapa de Ubicación del la Estación Campo Alegre -----	S15-7
Figura S15-2.1.4	Ubicación Detallada del Sitio Seleccionado para el Pluviómetro ----	S15-7
Figura S15-2.2.1	Sistema Completo del Pluviómetro (Durante el Periodo de Estudio de JICA) -----	S15-8
Figura S15-2.2.2	Dibujo Esquemático del Pluviómetro y la Estación -----	S15-9
Figura S15-3.1.1	Ubicación de los Limnímetros -----	S15-12
Figura S15-3.1.2	Dibujo Esquemático de un Limnómetro -----	S15-12

S-15 INSTALACIÓN DE EQUIPOS HIDROMETEOROLÓGICOS

CAPÍTULO 1. GENERAL

Para la implementación del Plan Básico de Prevención de Desastres del Distrito Metropolitano de Caracas, es bastante importante la instalación, operación y mantenimiento de los equipos hidrometeorológicos. Durante el Estudio, un (1) pluviómetro autoregistrante con sistema de telemetría y veinte (20) limnímetros fueron instalados en el área de estudio, los cuales tienen como finalidad monitorear las lluvias registradas y conocer las características hidrológicas del área de estudio, y poder realzar el sistema de alerta temprana y evacuación en Caracas. Esto se irá haciendo a medida que se vayan generando los datos de precipitación diaria y horaria, tal es el caso de la quebrada Catuche y Chacaíto donde se poseen algunos indicadores hidrológicos teóricos de relevante importancia.

CAPÍTULO 2. INSTALACIÓN DEL PLUVIÓMETRO

2.1 Objetivos

Los objetivos de instalar el pluviómetro se muestran a continuación.

- Adquirir datos de precipitación horaria y diaria en El Ávila.
- Utilizarlo en un futuro cuando se disponga de los datos hidrometeorológicos para el monitoreo y como parte de un sistema de alerta temprana y evacuación.

2.2 Selección del Sitio

Las posibles ubicaciones fueron seleccionadas considerando los siguientes aspectos.

- La ubicación de la estación debe encontrarse a cierta distancia de las estaciones existentes para registrar una distribución espacial apropiada de los datos de precipitación en el Parque Nacional El Ávila.
- El sitio a ubicarse debe encontrarse en una cuenca con alto potencial de flujo de escombros.
- El sitio debe ser seleccionado considerando las ubicaciones de antiguas estaciones pluviométricas, donde no se han realizado mediciones recientemente.
- El sitio debe tener fácil acceso para el mantenimiento de la estación y captura de los datos cuando fuese necesario.

Con respecto al potencial de producción de flujo de escombros, casi ninguna de las quebradas en el Ávila tiene diferencias importantes.

Las estaciones existentes alrededor del área de estudio se muestran en la Tabla S15-2.1.1 y en la Figura S15-2.1.1.

Las estaciones meteorológicas que actualmente funcionan en la Vertiente Sur del Parque Nacional El Ávila, son cuatro (4) y son: Los Venados en la quebrada Anauco, Humboldt en la fila de la cresta de la caminería hacia el Hotel Humboldt, Chacaíto en la quebrada Chacaíto y Caurimare en la quebrada Caurimare. Las estaciones Humboldt y los Venados tienen la función de transferir los datos observados de precipitaciones al campus de UCV a través de un sistema de telemetría.

En las estaciones como San José del Ávila, Teleférico y Los Chorros, las cuales fueron operadas por muchos años hasta los ochenta, es recomendable que el MARN retome las operaciones de observación desde el punto de vista de la continuidad de datos.

Como se muestra en la Figura S15-2.1.1, aguas arriba de Catuche / Agua Salud y aguas arriba de Tecome y Caurimare no hay estaciones existentes.

Considerando la situación anterior, se propusieron los cinco sitios que se muestran en la Figura S15-2.1.1.

Desde el punto de vista de seguridad y accesibilidad, existen cinco sitios potenciales para la instalación, las cuales son,

- Campo Alegre (Catuche / Agua Salud)
- San José del Ávila (Catuche)
- Teleférico (Canoas)
- Los Chorros (Tecome)
- Topo Santa Rosa (Caurimare)

La ubicación y las características de cada sitio propuesto se muestran en la Figura S15-2.1.1 y en la Tabla S15-2.1.2, respectivamente.

El sitio llamado “Campo Alegre” (Figura S15-2.1.3) fue seleccionado como la ubicación apropiada para la instalación según la investigación y discusiones con las organizaciones involucradas como Protección Civil (dependencias ADMC), MARN (Dirección General de Cuencas Hidrográficas,

Dirección de Hidrología y Meteorología), INPARQUES (dependencias) y la UCV (dependencias Mecánica de Fluidos, Departamento de Hidrometeorología).

La ubicación detallada del sitio seleccionado se muestra en la Figura S15-2.1.4.

Las coordenadas de ubicación y elevación verificadas por GPS en el sitio son las siguientes.

Norte: 1.165.934 Este: 726.863 Elevación: 1.550 metros

Las coordenadas anteriores están basadas en el Sistema Universal Transverso de Mercator. Se darán las coordenadas oficiales en un sistema apropiado siguiendo las especificaciones del MARN.

Este sitio no se encuentra dentro de las áreas potenciales de amenaza por derrumbes que fueron especificadas en este estudio. No se espera que las masas debajo del sitio colapsen. Por lo tanto no es necesario ningún trabajo de protección especial contra derrumbes o deslizamientos. Las fundaciones de la cerca tienen tuberías de drenaje para prevenir que el agua de lluvia permanezca dentro del sitio.

A los lados Sur y Oeste del sitio hay un talud de fuerte pendiente y en el lado norte esta el área de una estación de radio. El sitio está suficientemente alejado de la vía pública y solamente las personas en la estación de radio y el dueño del terreno tienen acceso al sitio y adicionalmente tiene fácil acceso para vehículos para la instalación y trabajos de mantenimiento.

2.3 Sistema y Equipos

El sistema completo del pluviómetro está conformado por la estación pluviométrica, el sistema telemétrico y el sistema de distribución de información. El sistema completo del pluviómetro durante el período de estudio, se ilustra en la Figura S15-2.2.1.

(1) Pluviómetro

- El pluviómetro está compuesto del pluviómetro en sí mismo, el registrador de datos, la batería y el pararrayos.
- El tipo de pluviómetro es de balancín (el incremento es de 1,0 mm) y autoregistrante.
- El registrador de datos tiene un medio removible para recuperar los datos en el sitio.
- Los datos de precipitación de más de un mes son almacenados continuamente en el dispositivo de registro.
- El intervalo mínimo de registro de precipitaciones es de 5 minutos.

(2) Sistema de Telemetría

- La ubicación y los equipos necesarios para el sistema de telemetría son los siguientes,

Ubicación	Equipos Necesarios
Estación Pluviométrica	Equipo de transmisión y recepción, panel solar
Oficina de la Contraparte (MARN DGCH-DHMO)	Equipo de transmisión y recepción, Computador, UPS

- GSM (Sistema Global para Comunicación Móvil), el cual es un tipo de sistema de telefonía celular, fue seleccionado para el sistema de telemetría de acuerdo con la investigación del sitio, incluyendo las pruebas de comunicación realizadas por la compañía de telefonía celular, y las discusiones con las organizaciones involucradas.
- La oficina de la Contraparte tiene la función de recuperar los datos medidos automáticamente y cambiar el modo de recuperación en ambas oficinas.

(3) Sistema de Distribución de Información

- Los datos de precipitación son transmitidos desde la estación pluviométrica vía e-mail a la oficina de la Contraparte, oportunamente a la ADMC, de lunes a viernes en días laborales, y cuando exista un alerta del tiempo atmosférico se hará con mayor frecuencia. Eventualmente la oficina de contraparte tiene planeado cargarla automáticamente a la página *Web*.

El dibujo esquemático de la unidad del pluviómetro y la estación se ilustra en la Figura S15-2.2.2.

2.4 Operación y Mantenimiento

De ocurrir precipitaciones de poca importancia o sin probabilidad de riesgo, una vez registradas en la estación Campo Alegre, y transmitidas a la oficina de la contraparte (MARN) se retransmitirán a la oficina de Protección Civil de la ADMC, localizada en la Bandera, vía Internet a finales de tarde de cada día; y si son continuas y de intensidad considerable, se retransmitirán durante el día; el número de veces que fuese necesario, haciendo mención de la existencia de un alerta meteorológico, respaldado por el Boletín Meteorológico que emite el Departamento de Alerta contra Inundaciones y Sequías.

Los primeros cinco días de cada mes, el MARN enviará vía Internet a la oficina de Protección Civil de la ADMC, un reporte de la precipitación diaria y horaria del mes transcurrido.

Los datos de precipitación se almacenarán en la oficina de la contraparte bajo intervalos de tiempo para conocer la distribución espacial y temporal, a convenir entre las partes, con relación a la factibilidad del software y hardware que conforma el equipo (estación meteorológica y computador) y deberá utilizarse para mejorar el análisis hidrológico como el análisis de escorrentía y el análisis de inundación para crear el mapa de amenazas.

El Equipo de Estudio visitó la estación pluviométrica y la oficina de la contraparte una vez a la semana y confirmó si el sistema completo estaba trabajando apropiadamente o no, durante el período de estudio que comprendió de agosto a noviembre de 2004. Se preparó un manual de operación y mantenimiento del sistema completo del pluviómetro en idioma castellano.

Tabla S15-2.1.1 Estaciones Pluviométricas Existentes

Código	Estación	Organización	Período	Comentario
514	Los Venados	MARN / UCV	1994-	Está conectado a UCV a través de Sistema de Telemetría
519	Hotel Humboldt	MARN / UCV	1958-74, 2000-	Está conectado a UCV a través de Sistema de Telemetría
531	Cagigal	Armada	1891-	
539	UCV	UCV	1949-	
544	La Carlota	FAV	1964-	
5021	Chacaíto	MARN	1967-83, 2000-	
5027	Caurimare	MARN	1949-	

Tabla S15-2.1.2 Características de los Sitios Propuestos

Sitio	Campo Alegre	San José del Ávila	Teleférico	Los Chorros	Topo Santa Rosa
Ubicación	En la cresta de la Qda. Catuche y Qda. Agua Salud	Planicie de inundación de la Qda. Catuche	Qda. Canoas cerca de la Cota Mil	Qda. Tocomo cerca de la Cota Mil	Aguas arriba de la Qda. Caurimare
Elevación	1.600 m	Aprox. 1.000 m	Aprox. 1.000 m	Aprox. 1.000 m	2.200 m
Existencia de la estación en el pasado	Totalmente nueva instalación	Entre los años sesenta y ochenta, las estaciones se encontraban en operación			Totalmente nueva instalación
Acceso	Fácil acceso con vehículo	Fácil acceso, se encuentra dentro del área urbana, bajo la Cota Mil	Fácil acceso debido a que se encuentra cerca de la Cota Mil	Fácil acceso debido a que se encuentra cerca de la Cota Mil	Toma una (1) hora caminando desde Santa Rosa
Desastre en Diciembre 1999	Ocurrió un flujo de escombros en la montaña resultando en una inundación de sedimentos en el ápice del abanico fluvial	No fue afectada	No fue afectada	Ocurrió un flujo de escombros en la montaña resultando en una inundación local en el ápice del abanico fluvial	Ocurrió un flujo de escombros en la montaña resultando en una inundación local en el ápice del abanico fluvial

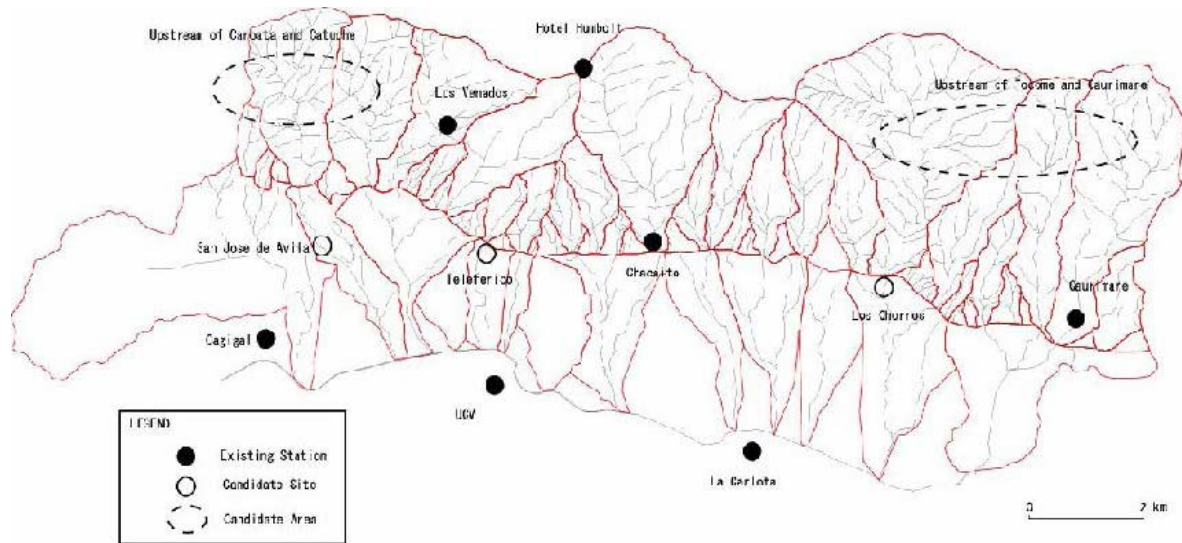


Figura S15-2.1.1 Pluviómetros Existentes y Sitios y Áreas Candidatos

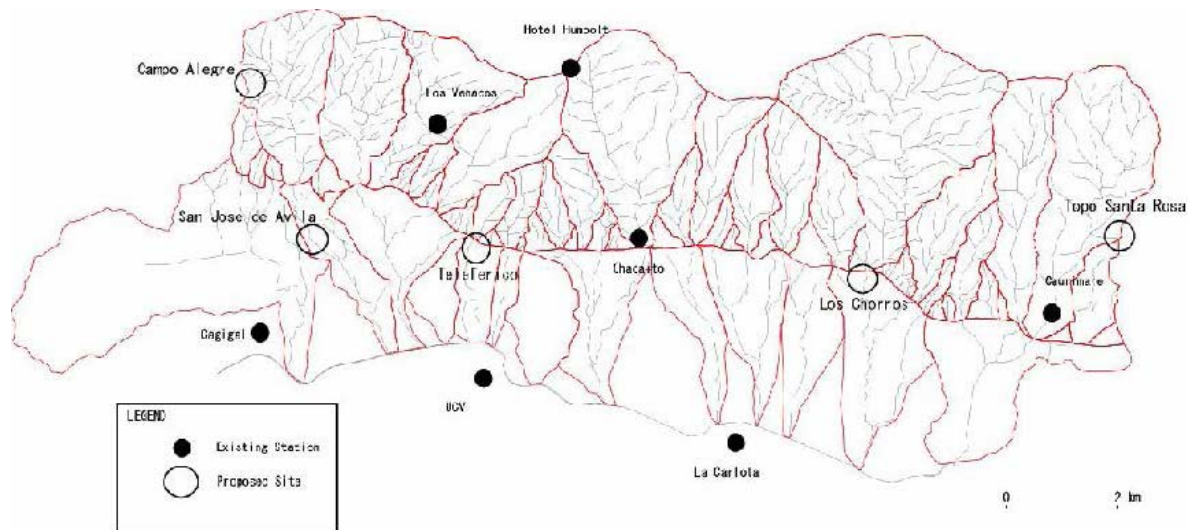


Figura S15-2.1.2 Sitios Propuestos para Pluviómetros

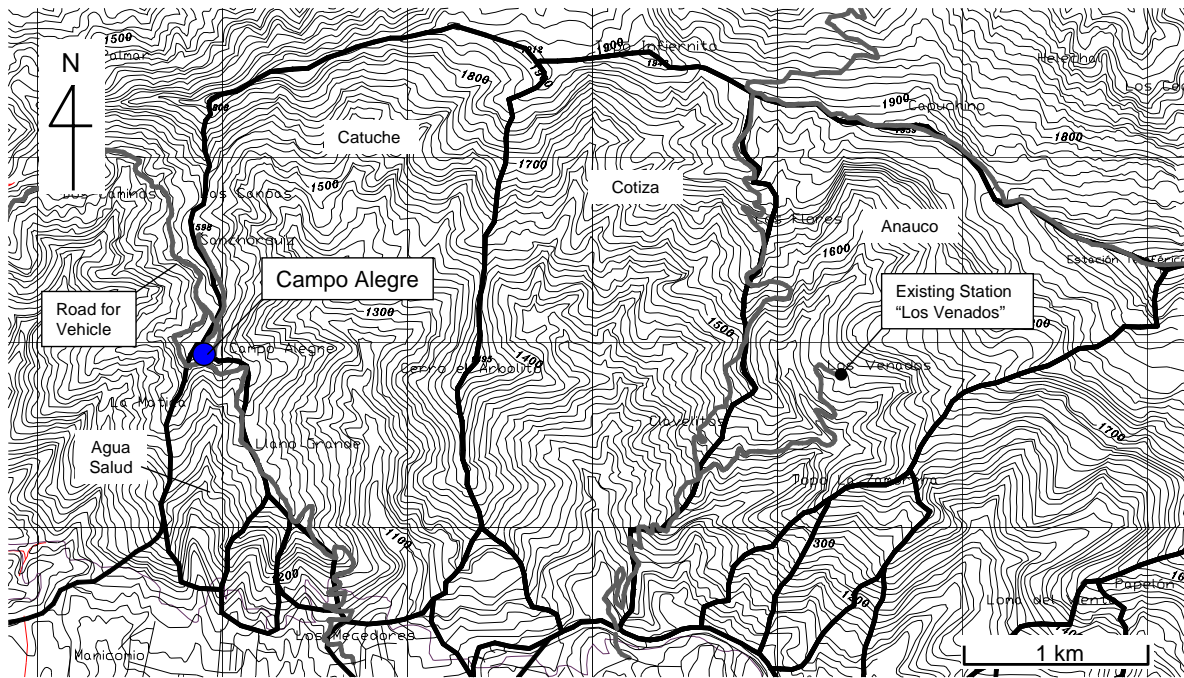


Figura S15-2.1.3 Mapa de Ubicación de la Estación Campo Alegre

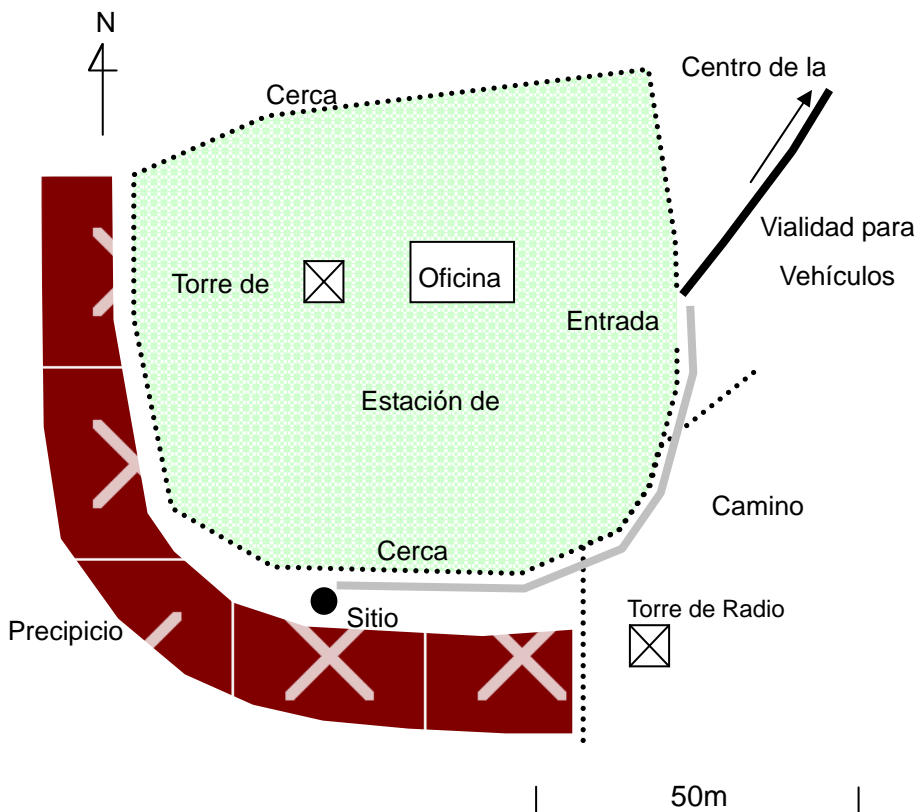
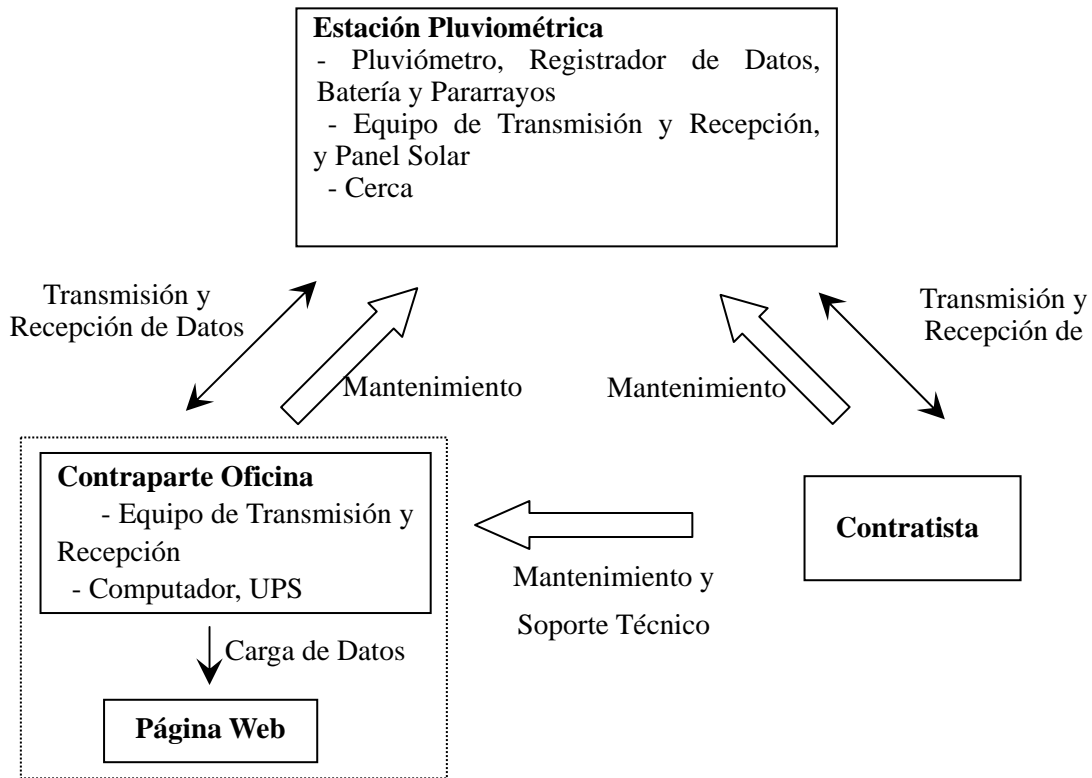


Figura S15-2.1.4 Ubicación Detallada del Sitio Seleccionado para el Pluviómetro



**Figura S15-2.2.1 Sistema Completo del Pluviómetro
(Durante el Periodo de Estudio de JICA)**

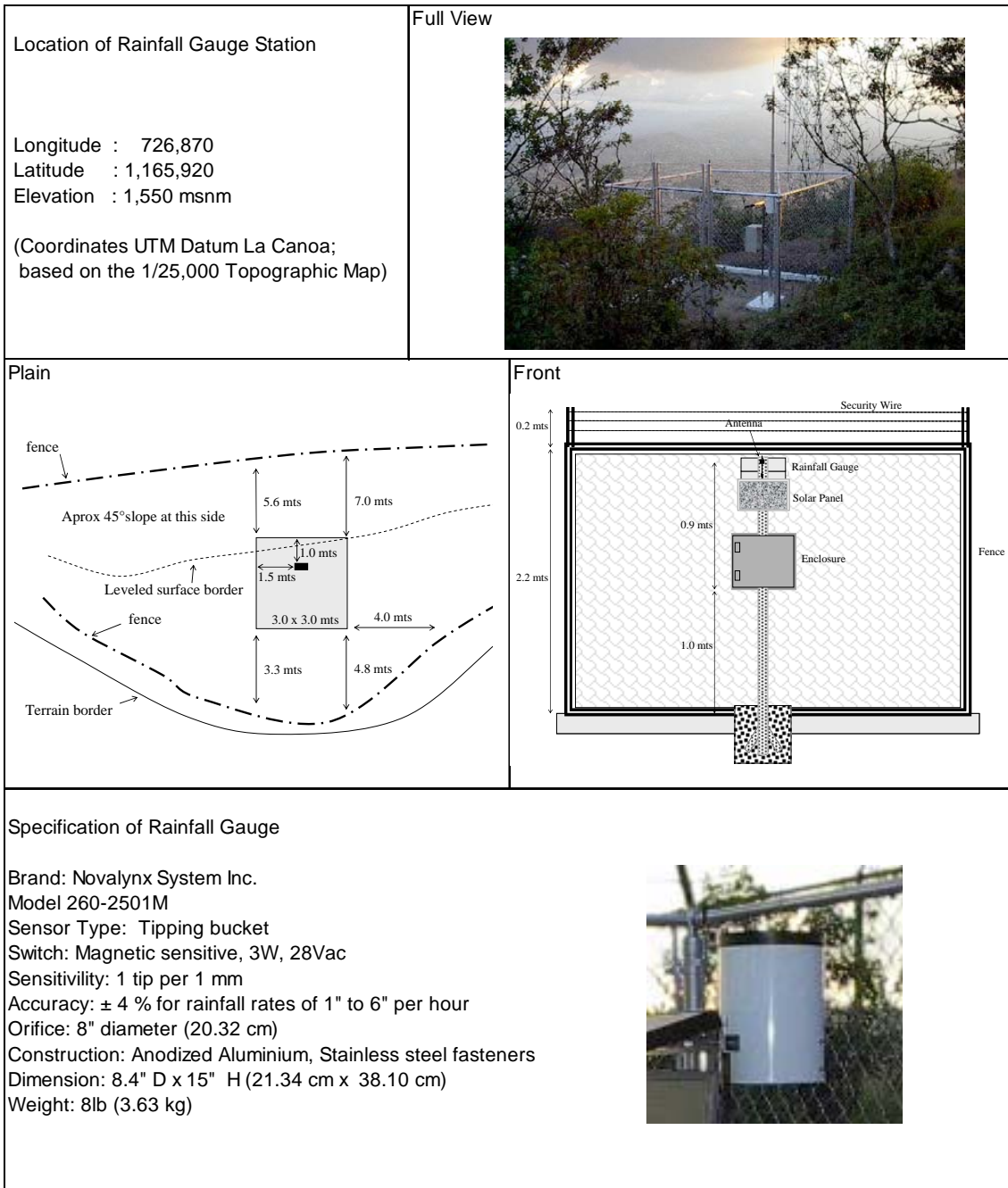


Figura S15-2.2.2 Dibujo Esquemático del Pluviómetro y la Estación

CAPÍTULO 3. INSTALACIÓN DE LOS LIMNÍMETROS

3.1 Objetivos

Los objetivos de instalar los limnómetros se muestran a continuación.

- Recopilar datos de nivel de agua.
- Utilizar los datos observados para el programa de educación del sistema de evacuación y alerta temprana.
- Transferencia de tecnología en instalación, operación y mantenimiento

3.2 Selección del Sitio

Los sitios para los limnómetros fueron seleccionados de acuerdo con los puntos listados a continuación con la ayuda de la Contraparte.

- Visibilidad por la población local
- Aguas arriba tanto como sea posible
- Fácil acceso para el mantenimiento

Los limnómetros o indicadores de nivel del agua fueron instalados en un total de veinte (20) ubicaciones entre el ápice del abanico y el Río Guaire, las cuales están listadas en la Tabla S15-3.1.1 y se muestran en la Figura S15-3.1.1.

Estas ubicaciones fueron determinadas en función de que las comunidades ubicadas en estas cuencas se integren al Plan Maestro propuesto, a través de la lectura y registro del nivel del agua con la cooperación de Protección Civil y los Municipios.

3.3 Equipos

El limnómetro esta hecho de metal y las dimensiones de una pieza es 1 m (largo)* 10 cm. (ancho)* 3 mm (espesor). La longitud máxima es de 5 m y la longitud promedio es de 4 m. Los limnómetros están pegados a una barra en U de acero como protección contra el flujo y están colocados en una pared de concreto en el sitio.

Las lecturas de los limnómetros están pintadas de rojo y blanco alternadamente cada 10 cm. para hacer fácil la observación.

El dibujo esquemático de una pieza de limnómetro se muestra en la Figura S15-3.1.2.

3.4 Operación y Mantenimiento

El nivel del agua en el limnómetro es observado por la comunidad o las organizaciones públicas como los guardaparques. La frecuencia de la observación es una o dos veces al día en tiempo normal. En el caso de inundaciones, el nivel máximo del agua y las series temporales del nivel del agua durante las inundaciones requieren ser observados. Los datos observados son utilizados para la mejora del análisis hidrológico como el análisis de escorrentía y el análisis de inundaciones para crear el mapa de amenazas.

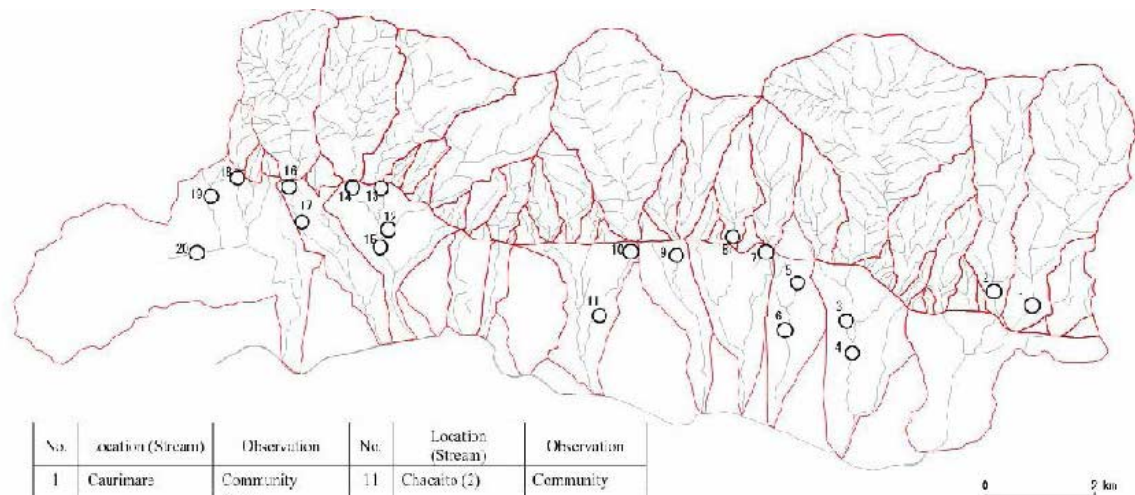
Los datos observados del nivel del agua en tiempo real durante la inundación son utilizados en el sistema de evacuación y alerta temprana.

El Equipo de Estudio visitó durante el período de estudio las veinte (20) ubicaciones de los limnómetros una vez al mes para confirmar si estos pueden o no ser vistos claramente y sin obstrucciones.

Tabla S15-3.1.1 Lista de Ubicaciones Seleccionadas para los Limnómetros

Nota: Datum del Sistema de Coordenadas basado en La Canoa

No.	Ubicación (Quebrada)	Observación	Latitud	Longitud	Elevación (m)
1	Caurimare	Comunidad	1,162,207	741,721	956
2	Galindo	Guarda Parques de la Estación Galindo	1,162,070	741,077	919
3	Tocome (1)	Comunidad	1,161,848	738,309	883
4	Tocome (2)	Comunidad	1,160,777	738,272	850
5	Agua de Maíz (1)	Comunidad	1,162,452	737,336	904
6	Agua de May (2)	Comunidad	1,161,489	737,155	860
7	Sebucan	Comunidad	1,163,156	736,756	974
8	Pajarito	INPARQUE	1,163,362	736,043	1,012
9	Quintero	Guardia Nacional	1,162,730	735,011	929
10	Chacaíto (1)	Comunidad	1,163,126	734,237	967
11	Chacaíto (2)	Comunidad	1,161,903	733,633	894
12	Gamboa	Comunidad	1,163,593	729,762	913
13	Anauco (1)	Comunidad	1,164,225	729,555	928
14	Cotiza	Policía Metropolitana	1,164,395	729,048	943
15	Anauco (2)	Comunidad	1,163,329	729,537	894
16	Catuche (1)	Comunidad	1,164,360	727,818	1020
17	Catuche (2)	Comunidad	1,163,714	728,074	969
18	Agua Salud	Comunidad	1,164,178	726,837	1,002
19	Agua Salada	Comunidad	1,164,208	726,383	963
20	Caroata	Comunidad	1,163,113	726,127	933



No.	Location (Stream)	Observation	No.	Location (Stream)	Observation
1	Caurimara	Community	11	Chacaito (2)	Community
2	Galdino	Sucre Municipality	12	Galdino	Community
3	Tocome (1)	Community	13	Anaco (1)	Community
4	Tocome (2)	Community	14	Cariza	Metropolitan Police
5	Agua de Maz (1)	Community	15	Anaco (2)	Community
6	Agua de Maz (2)	Community	16	Catacha (1)	Community
7	Schuman	Community	17	Catacha (2)	Community
8	Pararito	INPARQUE	18	Agua Salud	Community
9	Seca	National Guard	19	Agua Salada	Community
10	Chacaito (1)	Community	20	Caroata	Community

Figura S15-3.1.1 Ubicación de los Limnímetros

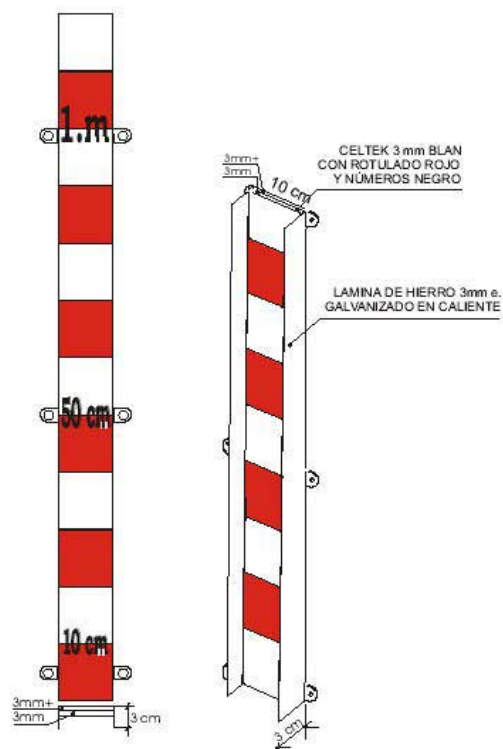


Figura S15-3.1.2 Dibujo Esquemático de un Limnómetro

CAPÍTULO 4. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

El sistema completo del pluviómetro y los 20 limnímetros instalados tienen que ser operados y mantenidos apropiadamente por la contraparte después de la culminación del Estudio.

Con el propósito de asegurar la operación y el mantenimiento sostenible por la contraparte, el Equipo de Estudio apoyará técnicamente a la contraparte en términos de la instalación, operación y mantenimiento del sistema completo del pluviómetro y los limnímetros.

En el curso de la transferencia de tecnología a la contraparte, el Equipo de Estudio aconsejará y proveerá la información necesaria a la contraparte para preparar el plan de operación y mantenimiento incluyendo estimados de presupuesto.

S16

**DISEÑO DE INSTALACIONES Y ESTIMACION DE
COSTO**

“Si conocer es de sabios, prevenir es de inteligentes”

Reinaldo Ollarves

ESTUDIO SOBRE
EL PLAN BASICO DE PREVENCION DE DESASTRES
EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS

INFORME FINAL

INFORME DE SOPORTE

S16

DISEÑO DE INSTALACIONES Y ESTIMACION DE COSTO

CONTENIDO

CAPITULO 1. GENERAL

CAPÍTULO 2. DISEÑO DE INSTALACIONES

2.1	Concepto Básico -----	S16-1
2.2	Medidas de Estructura Concebidas -----	S16-2
2.3	Nivel Propuesto -----	S16-3
2.4	Represas Tipo Sabo en el Ávila-----	S16-3
	2. 4. 1. Función de las Presas Sabo -----	S16-3
	2. 4. 2. Diseño Preliminar -----	S16-4
	2. 4. 3. Esquema de la Presa Sabo-----	S16-5
	2. 4. 4. Estimación del Costo -----	S16-6
2.5	Trabajos de Canalización y Trabajos del Canal de Agua -----	S16-7
	2. 5. 1. Trabajos de Canalización -----	S16-7
	2. 5. 2. Trabajos del Canal de Agua-----	S16-7
	2. 5. 3. Estimación del Costo -----	S16-7
2.6	Patio Temporal para Construcción -----	S16-8
2.7	Tipo de Presa Sabo en el Ávila-----	S16-8
	2. 7. 1. Manera del Acarreo de Sedimento y Contramedidas -----	S16-8
	2. 7. 2. Esquema de la Presa Sabo-----	S16-8
	2. 7. 3. Tipos de Presas -----	S16-9
2.8	Diseño en Quebradas de Montaña Seleccionadas -----	S16-10

S16

LISTA DE TABLAS

Tabla S16-2.4.1 (1/2) Dimensión de Represa Sabo para Período de Retorno de 100 Años-----	S16-11
Tabla S16-2.4.1 (2/2) Dimensión de Represa Sabo para Período de Retorno de 25 Años-----	S16-12
Tabla S16-2.4.2 (1/2) Sumario de Presa Sabo por Quebradas Principales (Período de Retorno de 100 Años)-----	S16-13
Tabla S16-2.4.2 (2/2) Sumario de Presa Sabo por Quebradas Principales (Período de Retorno de 25 Años) -----	S16-14
Tabla S16-2.4.3 Costo Actual para Presa Sabo Construida en Vargas en 2000-----	S16-15
Tabla S16-2.5.1 Trabajos de Canalización-----	S16-16
Tabla S16-2.6.1 Cantidad de Trabajos para Trabajos Temporales -----	S16-17
Tabla S16-2.6.2 Cronograma de Implementación Propuesto-----	S16-18
Tabla S16-2.7.1 Características de Sedimentos Transportados -----	S16-19
Tabla S16-2.7.2 Comparación de Esquemas de Presas Sabo-----	S16-20
Tabla S16-2.7.3 Comparación de Represas Abiertas -----	S16-21
Tabla S16-2.7.4 Comparación de Represas Cerradas -----	S16-22

S16

LISTA DE FIGURAS

Figura S16-2.2.1	Diagrama de Flujo de Trabajo para Medidas Estructurales-----	S16-23
Figura S16-2.2.2	Imagen Esquemática de Estructuras de Control de Sedimentos ----	S16-24
Figura S16-2.3.1	Capacidad de Canal y Probable Descarga en el Río Guaire -----	S16-25
Figura S16-2.4.1	Explicación de Dimensión de Represa Sabo-----	S16-26
Figura S16-2.4.2	Concepto del Volumen de Sedimentos Atrapados por Presa -----	S16-27
Figura S16-2.4.3 (1/2)	Ubicación Represa Sabo -----	S16-28
Figura S16-2.4.3 (2/2)	Ubicación de Represa Sabo -----	S16-29
Figura S16-2.5.1 (1/3)	Ubicación de Trabajos de Canalización (Catuche)-----	S16-30
Figura S16-2.5.1 (2/3)	Ubicación de Trabajos de Canalización (Chacaíto)-----	S16-31
Figura S16-2.5.1 (3/3)	Ubicación de Trabajos de Canalización (Tocome)-----	S16-32
Figura S16-2.5.2	Sección de Trabajos de Canalización-----	S16-33
Figura S16-2.5.3	Capacidad de Flujo de Canal en la Quebrada Catuche (Fuente: FMI)-----	S16-33
Figura S16-2.6.1	Procedimiento para Seleccionar Patio Temporal y Accesos Temporales -----	S16-34
Figura S16-2.6.2	Trabajos Temporales Propuestos -----	S16-35
Figura S16-2.7.1	Segmento Categorizado por Pendiente de Lecho -----	S16-36
Figura S16-2.7.2	Ilustración de Esquema de Represa Sabo Típica -----	S16-37
Figura S16-2.8.1 (1/2)	Estructura General de Represa Sabo con Ranura de Concreto ---	S16-38
Figura S16-2.8.1 (2/2)	Estructura General de Represa Sabo con Marco de Acero-----	S16-39

S-16 DISEÑO DE INSTALACIONES Y ESTIMACIÓN DE COSTO

CAPÍTULO 1. GENERAL

Los trabajos para los proyectos del plan maestro consisten principalmente en obras de tierra y de concreto tales como la construcción de presas Sabo, trabajos de canalización y canalización de agua.

La planificación de construcción descrita en este informe fue preparada basándose en el diseño de las estructuras, tomando en consideración los resultados de los estudios sobre la capacidad de los constructores de Venezuela, como el nivel técnico, métodos de construcción difundidos, y proyectos locales similares, etc.

Los materiales y equipos de construcción con excepción de los muy específicos se adquirirán en Venezuela.

Se estimó el costo directo, basándose en el plan de construcción, mientras que el costo indirecto se hizo tomándose en cuenta proyectos nacionales similares en Venezuela.

CAPÍTULO 2. DISEÑO DE INSTALACIONES

2.1 Concepto Básico

En el Informe de Soporte S12, se estimó el volumen potencial del acarreo de sedimentos de la parte meridional del Ávila. Asimismo, se calculó la descarga de agua de inundación de cada quebrada de montaña sobre su punto básico, para varios períodos de retorno.

En el área de estudio de desastres por sedimento, el área abajo de los puntos de control está ya altamente urbanizada y casi todas las quebradas de la montaña han sido confinadas y ocupadas por casas y edificios. Por lo tanto, el volumen asumido de acarreo de sedimentos se debe controlar en el área aguas arriba de los puntos de control, o sea en el Ávila. Ésta es la única manera para proteger las propiedades ubicadas por debajo de estos puntos.

También el área urbana en Caracas se ha desarrollado históricamente en los abanicos aluviales, que fueron formados por el acarreo de sedimentos del Ávila. Los cursos naturales de las quebradas en los abanicos aluviales no son tan estables y son vulnerables a la erosión de los bancos. Estas corrientes naturales, especialmente en la sección aguas arriba por debajo de los puntos básicos, deben ser mejorados por medio de trabajos de canalización. Además, los canales de agua en el área urbana

tienen poca capacidad de flujo, ocasionando que las inundaciones se extiendan. Los canales de agua con poca capacidad de flujo se deberán mejorar para reducir al mínimo el daño por inundación.

2.2 Medidas de Estructura Concebidas

La Figura S16-2.2.1 muestra el diagrama del flujo para el trabajo necesario en la selección de las medidas estructurales para el flujo de escombros del Ávila. En la figura, se mencionan un total de siete (7) tipos de medidas de control de sedimentos. Se ilustran los siete (7) tipos de medidas en la Figura S16-2.2.2 y a continuación, se explica brevemente sobre el diagrama de flujo de trabajo.

La posibilidad de que haya una ocurrencia del flujo de escombros se puede reconocer para todas las quebradas de montaña en el área de estudio de desastres por sedimento. Las estructuras para el control de sedimento se estudiaron sobre todas las quebradas de montaña (47 cauces).

Cada quebrada de montaña se puede dividir en dos (2) segmentos en su punto básico. El segmento aguas arriba desde el punto básico tiene un lecho con una pendiente mayor de tres (3) grados, es el que corresponde al Ávila. El otro segmento aguas abajo del punto básico tiene un lecho con pendientes comparativamente más suaves, menores de tres (3) grados y corresponde al área urbana en Caracas.

En el Ávila hay posibilidad de tres (3) medidas estructurales.

- Medida (1) para el control de la generación de sedimentos (Trabajos de ladera/*groundsill* o Trabajos de protección contra derrumbes)
- Medida (2) para atenuar la energía del flujo de escombros (Presas Sabo)
- Medida (3) para atrapar el flujo de escombros (Presas Sabo)

Las medidas (1) y (2) requieren la disposición de las estructuras en la amplitud de la cuenca, por lo que no son apropiadas en el Ávila en términos de la escala de la estructura. La medida (3) tiene como objetivo la interceptación del flujo de escombros por una serie de presas sabo aguas abajo, dentro del Ávila y es la medida que se recomienda para el Ávila.

En el área urbana de Caracas, hay cuatro (4) medidas estructurales posibles.

- Medida (4) para atrapar el sedimento (Trampa de Sedimento)
- Medida (5) para dirigir el flujo de escombros (Canal de Entrenamiento)
- Medida (6) para estabilizar el curso de la quebrada (Trabajos de Canalización)

- Medida (7) para hacer que la inundación fluya con seguridad (Trabajos de Canalización del Agua)

Si el acarreo de sedimentos no se puede controlar completamente en el Ávila, se requieren las medidas (4) y (5) en el área urbana. En Caracas, no es práctico construir tales estructuras de gran escala por la falta de disponibilidad de espacios abiertos. En este contexto, el acarreo de sedimentos se debe controlar aguas arriba dentro del Ávila.

La medida (6) tiene como objetivo la estabilización de los cursos de la quebrada en el abanico aluvial. Las quebradas que cruzan la Cota Mil en su punto básico no necesitan la medida (6) porque la Cota Mil podría fijar el curso de la quebrada. La medida (6) se debe aplicar en el ápice del abanico de Catuche, de Chacaíto, de Tócome y de Caurimare.

La medida (7) se podría aplicar a todos los cursos de las quebradas en el área urbana.

2.3 Nivel Propuesto

El escenario para el desastre por sedimentos se fija en un nivel comparable al acontecimiento de diciembre de 1999 en Caracas con respecto a sedimentos, al mismo tiempo que se fija a un período de retorno de 100 años para la descarga del agua del Ávila.

La capacidad del flujo existente del río Guaire se ha evaluado para un período de retorno de 25 a 50 años según se muestra en la Figura S16-2.3.1 basado en el Proyecto Caracas¹.

Además del caso escenario, se propondrá un período de retorno de 25 años para el sedimento y un período de retorno de 10 años para el canal de agua para el caso a corto plazo (Plan de Acción).

2.4 Represas Tipo Sabo en el Ávila

2.4.1. Función de las Presas Sabo

Generalmente las presas tipo Sabo tienen las siguientes funciones:

	FUNCIONES	APLICABILIDAD EN EL ÁVILA
1	Evitar erosión vertical (longitudinal) al dar una elevación fija por las presas	No
2	Evitar erosión de la orilla al guiar el flujo hacia el centro por las presas	No
3	Evitar derrumbes al elevar el lecho del río por las presas.	No
4	Almacenamiento y contención del aporte de sedimentos	Si
5	Control de aporte de sedimentos al depositarse temporalmente durante inundaciones	No

¹ UCV-IMF, Impacto y Prevención de Inundaciones y Aludes Torrenciales en El Valle de Caracas, Informe Técnico No.1, 2003

De las cinco (5) funciones antes mencionadas, la función N° 4 es aplicable al Ávila. Debido a que el Ávila es comparativamente estable y tiene poca frecuencia en términos de procesos de aporte de sedimentos, solo flujos de escombros generados por precipitaciones extremadamente fuertes son sujetos a la función de las presas Sabo. Las funciones No. 1, 2, 3 y 5 son aplicables para las quebradas de montaña inestables con alta frecuencia de pequeñas inundaciones.

2. 4. 2. Diseño Preliminar

(1) General

El diseño preliminar de las presas Sabo fue preparado enfocándose en la disponibilidad de materiales de construcción cerca de la ubicación de la presa, economía, eficiencia de la construcción y experiencias en Venezuela.

El tipo de estructura de la presa Sabo fue estudiada tomando en consideración el método de construcción, las vías de acceso, los trabajos de mantenimiento, etc.

La ubicación y la altura de la presa Sabo propuesta fueron decididas basándose en el objetivo de la presa y en las condiciones del sitio. Debido a que el lecho de las quebradas en El Ávila será la base de la represa y está compuesto de arena y gravilla, la altura se definió como menor de 15 m.

La función de la presa Sabo propuesta para El Ávila es el almacenamiento y retención del acarreo de sedimento como se discutió en la sección 2.4.1. Generalmente la metodología para determinar la ubicación y la altura de la presa Sabo es diferente de acuerdo a los objetivos. Aquí la metodología se basa en la función de la presa Sabo de almacenar y retener el acarreo del sedimento como se explica a continuación.

Es de mayor ventaja el que la presa tenga una mayor capacidad para atrapar sedimento y un área superficial de la trampa por unidad de volumen de concreto de la presa. Por consiguiente, la mejor ubicación para la presa es el cauce con un corte transversal angosto en un valle tipo V, con un corte más ancho aguas arriba y con una pendiente suave en el lecho.

(2) Diseño Preliminar

A fin de estimar el número de presas Sabo y la cantidad de trabajo en el Ávila, se diseñó la presa Sabo de concreto, el tipo de estructura más general. La estructura básica de la represa Sabo aparece en la Figura S16-2.4.1.

Los principios de diseño básicos en el Estudio son los siguientes:

- La altura de la presa es menor de 15 m.

- La altura efectiva de la presa es 2 m más baja que la altura de la presa.
- La pendiente lateral aguas abajo de una presa generalmente es 1:0.2, mientras que la pendiente lateral aguas arriba se decidió mediante el cálculo de estabilidad.

La dimensión de la presa Sabo diseñada se resume en la Tabla S16-2.4.1 (1/2 y 2/2).

2. 4. 3. Esquema de la Presa Sabo

Para el volumen designado de sedimento decidido en la Sección 4.1.1, se diseñaron las presas Sabo necesarias. El volumen de sedimento atrapado por cada presa Sabo fue calculado como se muestra en la Figura S16-2.4.2. El tamaño y número de presas Sabo fueron diseñados de tal manera que el volumen de sedimento atrapado sea mayor que el volumen de sedimento designado.

$$Q - E - (C + D + B) = 0$$

Donde Q: Volumen del sedimento designado

E: Transporte de sedimento aceptable designado (=0)

C: Volumen designado atrapado

D: Volumen designado de depósito

B: Volumen de reducción designado para la generación del flujo de escombros (=0)

El transporte de sedimento aceptable designado (E) es el volumen de sedimento que puede ser transportado sin causar daños río abajo del punto básico. En Caracas, debido a que el punto básico aguas abajo se encuentra localizado en el área urbana, E se ha fijado en cero (=0).

El volumen designado atrapado (C) es el volumen de sedimento que puede ser depositado en la presa Sabo cuando ocurre un flujo de escombros. En Caracas, este volumen fue considerado. La capacidad de volumen atrapado puede recuperarse naturalmente después de ocurrir una inundación de mediana escala, después de que el escombros haya fluido. Sin embargo, en el caso de un área de captación pequeña y una descarga de inundación pequeña, o en el caso en que la ranura de la presa esté bloqueada por peñones grandes, la recuperación de la capacidad del volumen atrapado no se puede recuperar. En estos casos, se requiere de una excavación inmediata después del flujo de escombros.

El volumen designado de depósito (D) es el volumen de sedimento que puede ser depositado en el área de la trampa de sedimento al ocurrir un flujo de escombros. En Caracas, no puede proponerse un área de trampa de sedimento porque el punto básico río abajo se encuentra en un área muy urbanizada, por lo que D se ha fijado en cero (= 0).

El volumen de reducción designado para la generación del flujo de escombros (B) es el volumen de sedimento que puede ser reducido por los trabajos de protección de pendiente o *ground sill* en el

segmento donde se genera y transporta el flujo de escombros. En Caracas, debido a que las presas Sabo han sido propuestas en los tramos inferiores de cada cuenca, B se ha fijado en cero (= 0).

El esquema básico de los principios para las presas Sabo en el Estudio es el siguiente:

- La presa Sabo se propondrá en el tramo inferior en donde el flujo de escombros puede ser depositado fácilmente, y en la topografía en donde el volumen de sedimento atrapado sea mayor.
- Cuando sean necesarias múltiples presas Sabo debido a la limitación de altura de 15 metros, estarán localizadas de tal manera para que no compartan el área de depósito de sedimento. La pendiente del lecho designado se estableció en 50% de la pendiente del lecho original.
- Solamente el volumen de sedimento atrapado se consideró como la capacidad de sedimento de la presa.

La Tabla S16-2.4.1 muestra las presas Sabo propuestas en El Ávila y la Figura S16-2.4.3 muestra la ubicación de cada presa Sabo.

Existe un índice llamado “proporción entre el sedimento atrapado y el acarreado”, que puede indicar la efectividad de las presas Sabo. Esta proporción es calculada por la fórmula siguiente. Cuando todas las presas Sabo se han construido en una cuenca, la proporción es 100%.

Proporción entre el sedimento atrapado y el de acarreado (%) = $\frac{\text{Suma (Volumen Atrapado Designado)}}{\text{Volumen de Sedimento Objetivo}} * 100$

La Tabla S16-2.4.2 muestra la proporción propuesta del sedimento atrapado y el acarreado para cada quebrada de montaña importante.

2. 4. 4. Estimación del Costo

El costo del proyecto para los trabajos de la presa de Sabo está estimado sobre la base del volumen de concreto. La Tabla S16-2.4.3 es un costo real para una presa construida en Vargas en el año 2000. El costo es expresado en Bs. en el año 2000. En este caso, el volumen concreto para la presa principal es 2.095 m³. El costo parcial solamente para los trabajos de la presa de sabo es 600 millones de Bs. en 2000 incluyendo los costos indirectos. El proyecto costado de 1 m³ de concreto es 286.400 Bs.en 2000. Para el estudio del plan maestro, 300.000 Bs./ m³ de concreto para la presa de Sabo será utilizado como el nivel de precio del año 2000.

El costo de la presa Sabo propuesta se muestra en la Tabla S16-2.4.1.

2. 5 Trabajos de Canalización y Trabajos del Canal de Agua

2. 5. 1. Trabajos de Canalización

Los trabajos de canalización (referirse a la Figura S16-2.5.1) se propusieron para estabilizar el curso de la corriente en los abanicos aluviales para la sección aguas abajo del punto básico. Las quebradas, que no cruzan la Cota Mil en el punto básico ni pasan por la abertura de un puente de la Cota Mil, deben tener trabajos de canalización aguas abajo de su punto básico. Entre las 47 quebradas de la montaña, las quebradas de Catuche, de Chacaíto, de Tócome y de Caurimare necesitan los trabajos de canalización. Las corrientes al oeste de Catuche no necesitan los trabajos de canalización porque su ápice del abanico están claramente formando un valle recto en forma de V.

El corte transversal propuesto y las dimensiones detalladas se muestran en la Figura S16-2.5.2 y en la Tabla S16-2.5.1, respectivamente.

2. 5. 2. Trabajos del Canal de Agua

Los trabajos del canal del agua se propusieron para hacer que la inundación fluya con seguridad del extremo en sentido aguas abajo de la sección del trabajo de canalización hasta el río de Guaire. La mayoría de los canales existentes aguas abajo del punto básico tienen poca capacidad de flujo contra la descarga de la inundación del escenario. La UCV ha estado investigando la capacidad del flujo de los canales existentes en Caracas bajo el proyecto Caracas financiado por el gobierno venezolano². La Figura S16-2.5.3 muestra la capacidad del flujo de los canales existentes en Catuche. Para la sección donde la capacidad del flujo es más pequeña que la descarga de diseño, los trabajos apropiados del canal de agua deben ser propuestos.

2. 5. 3. Estimación del Costo

El costo del proyecto para los trabajos del canal y los trabajos del canal de agua fueron estimados en base al volumen de concreto. El precio unitario para 1 m³ de concreto (80 kgf/cm²) es de 120.000 Bs. en 2000 según la Tabla S16-2.4.3. Tomando en consideración los costos intangibles, el precio unitario se fija en 240.000 Bs. para así estimar el costo del proyecto para los trabajos del canal y los trabajos del canal de agua en Caracas.

El costo de los trabajos de canalización se muestra en la Tabla S16-2.5.1.

² UCV-IMF, Borrador Informe FONACIT

2. 6 Patio Temporal para Construcción

La Figura S16-2.6.1 muestra el proceso para la determinación de la ubicación de un patio temporal y una ruta temporal entre el patio y el sitio de la construcción. El requisito mínimo para el patio temporal y la ruta de acceso se describe al final de la figura.

Con respecto al patio temporal, debe verificarse la disponibilidad del sitio apropiado, y que tenga un tiempo de acceso de menos de una (1) hora. Si no existe algún sitio apropiado, se deberá construir un nuevo patio temporal. Actualmente dentro del área de estudio de sedimento, el único sitio candidato para el patio temporal es el espacio abierto río arriba en Cotiza y Anauco.

Asimismo, una ruta temporal para los vehículos comunicando el patio y el sitio de la presa está disponible en Cotiza. En el caso de Anauco, otro tipo de ruta como una ruta en cable se deberá construir.

Para otras quebradas, no existen sitios temporales apropiados cerca de los sitios para las presas. Si se proponen nuevos patios temporales y rutas de acceso, el costo de construcción y el impacto ambiental será bastante más elevado.

La Figura S16-2.6.2 muestra los trabajos temporales propuestos para la presa Sabo y los trabajos de canalización.

La Tabla S16-2.6.1 muestra la cantidad de trabajo para los trabajos temporales .

La Tabla S16-2.6.2 muestra el programa de construcción propuesto.

2. 7 Tipo de Presa Sabo en el Ávila

2. 7. 1. Manera del Acarreo de Sedimento y Contramedidas

La manera en que se transporta el sedimento puede categorizarse basado en la pendiente del lecho de la quebrada como se muestra en la Tabla S16-2.4.1. El tipo de contramedidas tales como el método de construcción y el tipo de estructura puede decidirse de acuerdo a la categoría

La Figura S16-2.7.1 muestra la sección de cada pendiente de montaña basándose en la pendiente del lecho. La sección del sitio de la presa Sabo se muestra en la Tabla S16-2.7.1.

2. 7. 2. Esquema de la Presa Sabo

Existen dos (2) tipos de presa Sabo, las abiertas y las cerradas.

La Tabla S16-2.7.2 explica el esquema de la presa sabo sobre la base de las características del flujo de escombros. Según este concepto, el tipo de la presa se decidió como se muestra en la Tabla S16-2.4.1.

La Figura S16-2.7.2 muestra los esquemas básicos para las represas de tipo Sabo en el Ávila.

2. 7. 3. Tipos de Presas

Las presas abiertas son las que permiten el paso del agua y los sedimentos más pequeños a través de las ranuras, manteniendo la continuidad del flujo entre la sección río arriba y río abajo de las quebradas. Estas presas pueden atrapar y almacenar el primer flujo de escombros después de comenzar su operación. En el caso de las quebradas de montaña en las que pequeñas inundaciones ocurren frecuentemente, el sedimento atrapado es fácilmente transportado aguas abajo, lo que resulta en el vaciado de la presa antes del próximo flujo de escombros. De esta manera la función de la presa se mantiene por mucho tiempo. Esta situación es muy común en Japón. Sin embargo, en Caracas, estas pequeñas inundaciones no son muy comunes, así que cuando ocurre el segundo flujo de escombros, debido a que la presa todavía está llena, no puede cumplir con su función. Por lo tanto, en Caracas es necesario un dragado de mantenimiento para mantener la funcionalidad de la presa abierta.

La presa cerrada es la convencional sin ranuras. Este tipo es apropiado para los sitios donde aguas abajo se encuentran áreas urbanas y cuyas condiciones geológicas son débiles contra la degradación del lecho de la quebrada y la erosión de sus orillas.

La efectividad en términos del volumen de sedimentos controlado es muy diferente entre las presas abiertas y las cerradas. En las presas abiertas se puede considerar el volumen almacenado y el volumen controlado, mientras que en las cerradas sólo se puede considerar el almacenado. Por lo tanto, las presas abiertas son más efectivas en términos de volumen de sedimentos.

Considerando las características anteriores, las presas abiertas deben ser ubicadas aguas abajo, sin embargo, las cerradas deben ser ubicadas en las quebradas que fluyen hacia el área urbana directamente sin pasar por puentes o por la Cota Mil.

(1) Presas Sabo Abiertas

Las represas abiertas que tienen como propósito el almacenamiento del sedimento y el atrapar el flujo de escombros deben localizarse en la quebrada en los lugares en donde el flujo de escombros podría ocurrir, fluir río abajo y depositarse. Se considera que la sección abierta puede estar bloqueada después de que la presa ha atrapado el flujo de escombros. Si el sedimento atrapado permanece río arriba de la presa, se reduce su función de almacenamiento y retención del sedimento, requiriendo inevitablemente el que sea dragado.

Para la selección del sitio de la presa Sabo, el principio básico es el mismo para ambos tipos de presa, ya sea el abierto o el cerrado. Deberá evitarse el ubicar la presa abierta río arriba de la propiedad a ser protegida, ya que el sedimento pudiera atravesar la sección abierta o fluir fácilmente sobre la presa debido al sedimento restante que queda río arriba.

Para las presas abiertas, en este momento se consideran dos tipos: las de concreto con ranuras y las de estructura de acero. En el caso de las presas de concreto con ranuras, algunas veces es difícil de controlar el sedimento durante la recesión de la inundación, mientras que las de estructura de acero pueden controlar hasta esos problemas debido a que la estructura es más densa. La Tabla S16-2.7.3 muestra la comparación entre los tipos de estructuras de las presas abiertas. Entre los cuatro (4) tipos que se muestran en la tabla, la presa de concreto con ranuras y la estructura de acero con ranuras son las más apropiadas.

(2) Presas Sabo Cerradas

Varios tipos de presas sabo cerradas se han considerado como las de concreto de gravedad, marco de acero y grouting como se muestra en la Tabla S16-2.7.4. Se concluye que la de tipo concreto de gravedad es la más apropiada.

2.8 Diseño en Quebradas de Montaña Seleccionadas

La Figura S16-2.8.1 (1/2-2/2) muestra el diseño típico de una presa sabo con ranura de concreto y una presa sabo de marco de acero, respectivamente.

Tabla S16-2.4.2 (1/2) Sumario de Presa Sabo por Quebradas Principales (Período de Retorno de 100 Años)

No de Cosecha	Nombre de Cosecha	Año (año)	Volumen de Escombro (m³)	Qc (m³/año)	No. de Represa	Volumen de Concreto (m³)	Volumen de Escombro Atrajado (m³)	% Volumen de Escombro Atrajado	Costo de Represa (X10^6 U.S.)	Costo de Trabajo de Canalización	Costo Total (X10^6 U.S.)	Duamfr de la Cosecha (año)
1	48	Gaurimare	9,900	58,000	1	0	0	0	0	0	0	1.5
2	48	Gaurimare	21,000	11,335	1	2,280	1,280	1,280	685,000	0	685,000	1.5
3	18	Gaurimare	3,800	51,000	2	0	0	0	0	0	0	1.5
4	48	Gaurimare	101,400	15,000	3	21,980	102,180	102,180	633,000	0	633,000	1.5
5	40	Gaurimare	59,000	15,000	2	0,400	59,500	59,500	2,501,000	0	2,501,000	1.0
6	48	Gaurimare	6,800	78,000	1	2,700	7,500	7,500	621,000	0	621,000	1.0
7	48	Gaurimare	16,900	25,000	1	3,130	16,570	16,570	933,000	0	933,000	1.5
8	18	Focapiric	3,200	35,000	2	5,140	55,220	55,220	1,543,000	0	1,543,000	2.0
9	48	Gaurimare	7,000	31,000	1	2,780	7,880	7,880	615,000	0	615,000	1.0
10	40	Gaurimare	9,900	30,000	1	1,700	9,200	9,200	513,000	0	513,000	1.0
11	50	Gaurimare	15,000	81,000	1	3,120	15,580	15,580	933,000	0	933,000	1.5
12	50	Tocorro	62,900	35,000	2	6,580	53,760	53,760	1,871,000	0	1,871,000	2.5
13	50	Tocorro	30,700	17,245	1	1,810	17,590	17,590	643,000	0	643,000	1.0
14	50	Tocorro	152,200	15,000	2	9,480	15,480	15,480	514,000	0	514,000	1.0
15	50	Tocorro	45,200	32,000	2	4,900	46,200	46,200	1,470,000	0	1,470,000	2.0
16	52	Agua de miel	32,000	12,000	1	4,580	13,220	13,220	1,224,000	0	1,224,000	1.5
17	57	Sobucan	18,700	31,000	3	8,890	49,700	49,700	2,897,000	0	2,897,000	3.5
18	54	Seburar	48,700	11,890	1	2,510	11,570	11,570	741,000	0	741,000	1.0
19	54	Seburar	42,700	10,000	1	9,100	44,370	44,370	2,759,000	0	2,759,000	1.5
20	54	Seburar	7,800	70,000	1	2,380	6,500	6,500	773,000	0	773,000	1.0
21	54	Seburar	22,900	32,000	1	4,620	26,510	26,510	1,383,000	0	1,383,000	2.0
22	56	Seburar	56,200	38,000	2	7,280	57,590	57,590	2,187,000	0	2,187,000	2.5
23	56	Seburar	30,800	45,000	1	3,880	37,000	37,000	1,548,000	0	1,548,000	1.0
24	56	Seburar	15,700	70,000	1	1,750	6,300	6,300	525,000	0	525,000	1.0
25	58	Chacabuco	112,400	18,000	2	9,900	119,470	119,470	2,792,000	771,000	3,563,000	4.0
26	58	Chacabuco	10,000	81,000	2	0	0	0	0	0	0	1.0
27	58	Chacabuco	19,000	75,000	2	5,290	13,510	13,510	1,873,000	0	1,873,000	2.0
28	58	Chacabuco	50,000	59,000	2	0,480	50,160	50,160	3,147,000	40	3,147,000	4.0
29	58	Chacabuco	4,700	29,000	1	3,120	5,180	5,180	933,000	0	933,000	1.5
30	58	Chacabuco	57,000	55,000	2	3,700	57,500	57,500	4,113,000	0	4,113,000	5.0
31	58	Chacabuco	17,000	35,000	1	2,750	9,200	9,200	819,000	0	819,000	1.5
32	62	Manqueza	3,400	30,000	2	0	0	0	0	0	0	1.0
33	62	Manqueza	26,000	10,000	1	0,780	27,210	27,210	1,107,000	0	1,107,000	1.5
34	63	Canche	5,800	30,000	1	1,140	2,250	2,250	942,000	0	942,000	1.0
35	63	Canche	23,200	51,000	1	1,900	24,750	24,750	573,000	0	573,000	1.0
36	66	Atucue	17,000	31,000	1	2,180	7,590	7,590	857,000	0	857,000	1.0
37	66	Atucue	11,800	29,000	1	1,380	13,110	13,110	845,000	0	845,000	1.5
38	66	Atucue	11,400	39,000	1	2,570	11,570	11,570	773,000	0	773,000	1.0
39	66	Atucue	15,000	37,000	1	2,570	16,200	16,200	773,000	0	773,000	1.0
40	66	Atucue	11,400	30,000	2	3,840	12,280	12,280	1,182,000	0	1,182,000	2.0
41	66	Atucue	106,900	29,000	2	9,370	107,570	107,570	2,811,000	0	2,811,000	4.0
42	66	Atucue	145,500	10,000	2	5,900	146,270	146,270	4,770,000	0	4,770,000	4.0
43	67	Estuque	11,300	42,000	1	134	0	0	0	0	0	1.0
44	67	Estuque	95,900	21,000	3	7,470	96,140	96,140	2,241,000	20,400	2,261,400	3.0
45	68	Sticopol	5,100	59,000	1	2,180	5,100	5,100	857,000	0	857,000	1.0
46	68	Sticopol	2,900	9,000	1	1,980	3,240	3,240	505,000	0	505,000	1.0
47	68	Atucue	21,700	25,000	2	0,970	22,710	22,710	1,773,000	0	1,773,000	2.0

Tabla S16-2.4.2 (2/2) Sumario de Presa Sabo por Quebradas Principales (Período de Retorno de 25 Años)

No de Captación	Nombre de Captación	Área (km ²)	Vol. min. de Escombro de Sotocorriente (m ³ /seg)	Ci	Nº de Repres	Vol. de Contorno (m ³)	Vol. de Arripiado (m ³)	Porción de Atravesado Volumen de Escurrimiento (%)	Costo de Represa (x10 ⁶ US\$)	Costo Total (x10 ⁶ US\$)	Duración de la Obra (Años)
1	Cañón	31.5	7.751	6.3	0	0	0	0	0	0	0
2	Cañón	38.7	0.932	17.3	1	2,270	1,885	17.28	281,000	281,000	5
3	Cañón	319	49,300	2.5	0	0	0	0	0	0	0
4	Cañón	575.3	13,700	40.3	5	16,350	15,220	7.55	4,385,000	4,385,000	6.0
5	Cañón	3,846	48,147	50.0	2	7,110	48,550	11.00	2,193,000	2,193,000	2.5
6	Cañón	3,057	6,795	2.2	1	2,300	7,500	27.75	7,800	7,800	0
7	Cañón	5.56	13,623	10.1	1	2,390	6,670	23.11	597,000	597,000	5
8	Cañón	1,119	28,809	32.3	2	1,150	28,850	13.25	220,000	220,000	2.0
9	Cañón	3,117	6,973	8.3	1	1,380	7,860	3.851	59,000	59,000	0
10	Cañón	3,055	32,75	1.7	1	1,100	3,868	3.868	3,000	3,000	0
11	Cañón	5,477	11,797	7.7	1	2,570	11,990	17.90	750,000	750,000	0
12	Cañón	2	48,073	49.0	2	5,740	51,060	23.93	1,722,000	1,722,000	2.5
13	Cañón	3,937	39,977	0.42	1	1,790	7,390	23.20	7,500	7,500	0
14	Cañón	3,448	118,827	105.0	5	15,880	123,980	11.11	5,504,000	313,500	6.0
15	Cañón	1,130	85,165	31.3	2	1,300	36,210	23.10	2,300	2,300	2.0
16	Cañón	5.38	82,100	8.3	1	3,700	3,000	2.87	1,700,000	1,700,000	5
17	Cañón	1.77	88,138	49.1	3	6,160	48,910	23.87	2,481,000	2,481,000	8.0
18	Cañón	1,157	10,294	4.7	1	2,370	11,670	23.29	771,000	771,000	0
19	Cañón	1,374	94,890	27.0	3	7,520	36,840	13.68	2,226,000	2,226,000	3.0
20	Cañón	3,112	7,757	9.3	1	2,290	8,520	23.20	777,000	777,000	0
21	Cañón	0.27	19,473	73.3	2	3,310	6,740	29.67	1,730,000	1,730,000	2.0
22	Cañón	1,978	43,845	24.1	1	4,390	45,380	12.21	3,700	3,700	2.0
23	Cañón	3,726	21,105	17.1	1	3,110	21,780	23.00	339,000	339,000	5
24	Cañón	3,870	15,690	6.1	1	1,740	6,820	23.23	522,000	522,000	0
25	Cañón	3,870	8,180	70.3	4	1,110	88,200	11.15	2,300,000	3,084,000	8.5
26	Cañón	1,170	10,550	4.0	0	0	0	0	0	0	0
27	Cañón	3,273	18,113	7.1	2	5,240	13,610	27.87	1,720,000	1,720,000	2.0
28	Cañón	1,132	49,884	20.3	4	10,490	50,760	21.81	31,290,000	31,290,000	4.0
29	Cañón	3,059	4,112	2.4	1	3,110	5,800	34.96	333,000	333,000	5
30	Cañón	3,836	59,805	18.3	1	13,270	57,900	23.69	3,821,000	3,821,000	5.0
31	Cañón	3,255	13,692	7.2	1	2,400	9,000	33.84	780,000	780,000	0
32	Cañón	3,057	3,805	1.5	0	0	0	0	0	0	0
33	Cañón	3,077	90,777	20.3	1	3,350	91,240	17.05	3,500,000	3,500,000	5
34	Cañón	3,082	5,480	9.0	1	1,100	2,250	32.98	390,000	390,000	0
35	Cañón	3,059	18,140	20.0	1	1,980	20,000	33.15	504,000	504,000	0
36	Cañón	3,256	6,670	6.1	1	2,180	7,960	23.05	554,000	554,000	0
37	Cañón	3,07	78,530	31.5	5	10,910	78,810	13.91	3,819,000	3,819,000	1.5
38	Cañón	3,132	11,437	4.4	1	2,370	11,670	23.67	771,000	771,000	0
39	Cañón	1,447	12,481	7.1	1	2,360	11,840	14.88	7,500	7,500	0
40	Cañón	5,112	11,077	4.4	2	3,400	12,080	27.64	1,178,000	1,178,000	2.0
41	Cañón	3,059	10,885	30.0	4	9,680	107,570	51.3	2,780,000	2,780,000	4.0
42	Cañón	3,738	110,771	39.0	4	11,170	123,220	3.09	9,351,000	9,351,000	4.5
43	Cañón	3,059	9,054	7.5	0	0	0	0	0	0	0
44	Cañón	3,256	78,177	30.3	9	5,120	78,200	7.56	530,000	1,010,000	2.5
45	Cañón	1,130	6,421	1.1	1	2,190	6,400	23.38	25,000	25,000	0
46	Cañón	1,072	4,880	1.1	1	1,740	5,640	23.41	3,000	3,000	0
47	Cañón	3,470	17,352	10.3	2	3,140	10,110	27.84	349,000	349,000	5

Tabla S16-2.4.3 Costo Actual para Presa Sabo Construida en Vargas en 2000

Item de Trabajo Principal	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio por Unidad (Bs. en 2000)	Total	Total Únicamente relacionada con trabajos de Represa
Excavación	Eliminación de Vegetación	m3	1,200	1,775	2,130,492	2,130,492
	Excavación para Trabajos Comunes 1	m3	66	5,034	332,227	332,227
	Excavación para Trabajos Comunes 2	m3	2,317	5,034	11,663,176	11,663,176
	Excavación para Trabajos de Represa	m3	10	19,291	192,912	192,912
	Excavación para Trabajos de Canalización 1	m3	50,000	3,185	159,270,000	-
	Excavación para Trabajos de Canalización 2	m3	100,000	4,666	466,604,000	-
	Trabajos Temporales	m3	15,000	2,590	38,844,750	38,844,750
	Sub TOTAL				679,037,557	53,163,557
Trabajos en Concreto	Concreto (80kg/cm2) para Represa Cerrada	m3	1,100	120,697	132,766,216	132,766,216
	Concreto (80kg/cm2) para Represa Tipo Abierta	m3	995	120,697	120,093,077	120,093,077
	RC Concreto (250kg/cm2) para Represa Cerrada	m3	80	187,111	14,968,917	14,968,917
	RC Concreto (250kg/cm2) para Represa Tipo Abierta	m3	250	190,322	47,580,485	47,580,485
	RC Concreto (250kg/cm2) para Trabajos de Canalización	m3	4,130	176,793	730,153,768	-
	RC Concreto (250kg/cm2) para Transición de Canal	m3	800	192,232	153,785,632	153,785,632
	Sub TOTAL				1,199,348,095	469,194,327
TOTAL						522,357,884
Por lo Alto (15% del TOTAL)						78,353,683
Total Completo						600,711,566

Tabla S16-2.5.1 Trabajos de Canalización

No	Nombre	Sección	Coordenada		Distancia		Canal Existente		Canal Propuesto					
			X (m)	Y (m)	Acumulado (m)	Intervalo (m)	Elevación del Lecho (m)	Pendiente del Lecho (1/n) (grado)	Elevación del Lecho Propuesta (m)	Altura de Caída Propuesta (m)	Pendiente Original del Lecho (1/n)	Pendiente del Lecho Propuesta (1/n) (grado)		
14	to come	1	738223	1162484	0.00		903.0		903.00		49.14		50.00	1.15
14	to come	2	738202	1162580	98.27	98.27	905.0	49.14	905.00	0.00			50.00	1.15
14	to come	3	738197	1162622	140.57	42.30	907.5	16.92	907.50	1.65	23.64		50.00	1.15
14	to come	4	738221	1162694	216.46	75.89	910.0	30.36	910.00	0.98			50.00	1.15
14	to come	5	738249	1162754	282.67	66.21	915.0	13.24	912.99	1.67	22.11		50.00	1.15
14	to come	6	738347	1162874	437.60	154.93	920.0	30.99	920.00	3.91			50.00	1.15

No	Nombre	Sección	Coordenada		Distancia		Canal Existente		Canal Propuesto					
			X (m)	Y (m)	Acumulado (m)	Intervalo (m)	Elevación del Lecho (m)	Pendiente del Lecho (1/n) (grado)	Elevación del Lecho Propuesta (m)	Altura de Caída Propuesta (m)	Pendiente Original del Lecho (1/n)	Pendiente del Lecho Propuesta (1/n) (grado)		
25	chacaito	1	733786	1162298	0.00		910.0		910.00				26.00	2.20
25	chacaito	2	733801	1162364	67.68	67.68	912.5	27.07	912.50	0.00	26.41		26.00	2.20
25	chacaito	3	733836	1162418	132.03	64.35	915.0	25.74	915.00	0.02			26.00	2.20
25	chacaito	4	733883	1162472	203.62	71.59	920.0	14.32	918.79	1.04			26.00	2.20
25	chacaito	5	733938	1162526	280.70	77.08	925.0	15.42	922.87	1.12			26.00	2.20
25	chacaito	6	733962	1162592	350.93	70.23	930.0	14.05	926.59	1.02	18.89		26.00	2.20
25	chacaito	7	733989	1162664	427.83	76.90	932.5	30.76	930.66	1.11			26.00	2.20
25	chacaito	8	734046	1162724	510.59	82.76	935.0	33.10	935.04	1.20			26.00	2.20
25	chacaito	9	734098	1162802	604.33	93.74	940.0	18.75	940.00	1.35			26.00	2.20
25	chacaito	10	734130	1162838	652.50	48.17	945.0	9.63	943.73	1.88			26.00	2.20
25	chacaito	11	734169	1162898	724.06	71.56	950.0	14.31	949.28	2.78			26.00	2.20
25	chacaito	12	734191	1162940	771.47	47.41	955.0	9.48	952.96	1.86			26.00	2.20
25	chacaito	13	734201	1162994	826.39	54.92	960.0	10.98	957.21	2.14			26.00	2.20
25	chacaito	14	734212	1163018	852.79	26.40	962.5	10.56	959.26	1.03	12.90		26.00	2.20
25	chacaito	15	734219	1163054	889.46	36.67	965.0	14.67	962.10	1.43			26.00	2.20
25	chacaito	16	734224	1163080	925.81	36.35	967.5	14.54	964.92	1.42			26.00	2.20
25	chacaito	17	734240	1163138	976.41	50.60	970.0	20.24	968.84	1.97			26.00	2.20
25	chacaito	18	734248	1163174	1013.29	36.88	972.5	14.75	971.70	1.44			26.00	2.20
25	chacaito	19	734254	1163216	1055.72	42.43	975.0	16.97	975.00	1.67			26.00	2.20
25	chacaito	20	734268	1163264	1106.72	50.00	980.0	10.00	980.00	3.08	10.00		26.00	2.20

Tabla S16-2.6.1 Cantidad de Trabajos para Trabajos Temporales

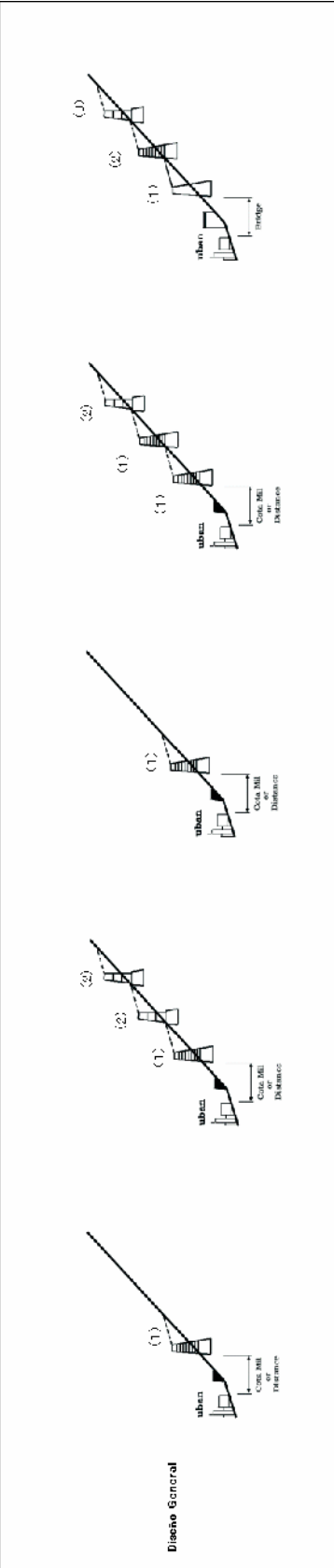
N°	Materia	El tipo de trabajo	Volumen de trabajo	Calle	Código de obra	Materia	Período de Construcción (1/1/20)		Período de Construcción (1/20)		Total
							Inicio	Fin	Inicio	Fin	
1	Asfalto	Asfalto	18,253	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Asfalto	Asfalto	1,174	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Asfalto	Asfalto	2,383	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Asfalto	Asfalto	3,000	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Asfalto	Asfalto	1,418	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Asfalto	Asfalto	1,308	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
34	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
35	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
37	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
40	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
41	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
43	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
44	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
45	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
46	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0
47	Asfalto	Asfalto	1,223	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla S16-2.7.1 Características de Sedimentos Transportados

Segmento Principal	Modo de Transporte de Sedimento	Segmento Detallado	Fenómeno	Fenómeno	Efectividad de las Represas para el Transporte de Flujos de Sedimentos	Tipo de Represa Bajo Aplicación
		Generación	<p>Generación Inicial de Flujos de Sedimentos</p> <p>Corrimientos</p> <p>Erosión del depósito del cauce de la quebrada</p> <p>Desarrollo de flujos de escombros</p> <p>Erosión del depósito del cauce de la quebrada</p> <p>Proyección y ruptura de represa natural</p> <p>Concentración de escombros en el frente del flujo de escombros</p>	<p>C</p> <p>O</p>	<p>(1) Atrapado de flujo de escombros (reducción de la efectividad de sedimentos)</p> <p>(2) Atrapado de pedruzcos o canto rodado y madera a frente de flujo de escombros</p> <p>(3) Atrapado de flujo de escombros (reducción de la efectividad de sedimentos)</p> <p>(4) Atrapado de pedruzcos y madera al frente del flujo de escombros</p> <p>(5) Reducción del pico de descarga del flujo de escombros</p> <p>(6) Retardo de tiempo de concentración al abanico aluvial</p> <p>(7) Atrapado de flujo de escombros</p>	<p>A: Tipo Abierta (hendidura tipo ancha)</p> <p>B: Tipo Abierta (hendidura tipo estrecha)</p> <p>A: Tipo Abierta (hendidura tipo ancha)</p> <p>D: Tipo Abierta (hendidura tipo estrecha)</p>
Segmento de flujo de escombros	Transporte Masivo	Transporte - Depósito	<p>Transporte de pedruzcos y madera</p> <p>Proyección y ruptura de represa natural</p>	<p>H</p>	<p>(1) Atrapado de flujo de escombros (reducción de la efectividad de sedimentos)</p> <p>(2) Atrapado de pedruzcos y madera al frente del flujo de escombros</p> <p>(3) Reducción del pico de descarga del flujo de escombros</p> <p>(4) Reducción del tiempo de concentración al abanico aluvial</p> <p>(5) Atrapado de flujo de escombros</p>	<p>A: Tipo Abierta (hendidura tipo ancha)</p> <p>H: Tipo Abierta (hendidura tipo estrecha)</p>
		Depósito	<p>Desarrollo de Abanico Aluvial</p>	<p>A</p>	<p>(1) Atrapado de flujo de escombros (reducción de la efectividad de sedimentos)</p> <p>(2) Atrapado de pedruzcos y madera al frente del flujo de escombros</p> <p>(3) Reducción del pico de descarga de flujo de escombros</p> <p>(4) Retardo de tiempo de concentración al abanico aluvial</p> <p>(5) Atrapado de flujo de escombros</p> <p>(6) Transición de flujo de escombros al transporte de arrastre de fondo</p>	<p>A: Tipo Abierta (abertura tipo ancha)</p> <p>X: Tipo Derrame (cerca de los prohibidos o objetivo)</p>
Segmento de arrastre de fondo	Transporte Individual	-	<p>Depósito y atascamiento en canal resultando en un desbordamiento</p>	<p>-</p>	<p>(7) Control del arrastre de fondo</p> <p>(8) Atrapado de la madera flotante</p> <p>(9) Eliminación del flujo de escombros</p>	<p>B: Tipo Cerrada</p> <p>B: Atrapado de madera a la deriva</p> <p>B: Tratado de Canalización</p>

Tabla S16-2.7.2 Comparación de Esquemas de Presas Sabo

Saqueo	A. Generación - Transporte-Depósito	E. Generación - Transporte-Depósito	Deposito (caracte de fondo parcial)
pendiente del cauce de la quebrada	pendiente ancha a 31 metros		
Función	Sencilla	Sencilla	Combinación
Quebrada Principal No.	2,6,7,9,10,13,16,18,20,24,29,31 33,34,36,38,39,45,46	11,23,35	5,8,12,14,15,19,22,28,37,41,42,44




Tipo de Represa
 Tipo Abierta (hendidura estrecha)
 Tipo Abierta (hendidura ancha) en el caso de estar al lado del área urbana
 Tipo Abierta (hendidura estrecha)
 Tipo Abierta (hendidura ancha)

Tipo	No. Disponibilidad	Estructura			Tipo	No. Disponibilidad	Estructura							
		1	2	3			1	2	3					
Open	1	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Locks	1	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estructura de Referencia														

Tabla S16-2.7.3 Comparación de Represas Abiertas

Tipo Abierto de Acero		grande				pequeña				
		(2)		(3)		(4)		(5)		
Tipo	Escala	estrecha-media	media-ancha	media-ancha	estrecha-media	media	media-estrecha			
Abertura de la ramura	Nombre	Presas con ranuras tipo I	Presas con ranuras tipo marco	Presas con ranuras tipo GF	Presas con ranuras tipo L	Presas con ranuras tipo B	Presas con ranuras tipo A			
Enfoque General										
Tipo de Estructura	Concreto Tipo General	Presas con ranuras tipo I	Presas con ranuras tipo marco	Presas con ranuras tipo GF	Presas con ranuras tipo L	Presas con ranuras tipo B	Presas con ranuras tipo A			
General	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>	<p>El tipo de estructura de concreto para presas con ranuras tipo I, tipo marco y tipo GF, se muestra en las figuras 16-2.7.3.1, 16-2.7.3.2 y 16-2.7.3.3, respectivamente. La estructura de concreto para presas con ranuras tipo L, tipo B y tipo A, se muestra en las figuras 16-2.7.3.4, 16-2.7.3.5 y 16-2.7.3.6, respectivamente.</p>
Altura	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana			
Resistencia al choque de olas	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana			
Consideración Ambiental	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana			
Materiales	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto			
Fundación	Fundación Directa	Fundación Directa	Fundación Directa	Fundación Directa	Fundación Directa	Fundación Directa	Fundación Directa			

Tabla S16-2.7.4 Comparación de Represas Cerradas

Nombre	Tipo de Concreto de Gravedad	Tipo de Marco o Estructura de Acero	Tipo de relleno de Mortero
Diseño General			
Estructura General	<p>Estructura de concreto masivo</p> <p>El concreto es rellenado entre las formaciones aguas arriba y aguas abajo.</p>	<p>Material de relleno talco como agregado en cubeta dentro del amazo de acero fabricado por vestes de acero hechas por fábricas.</p>	<p>El material de relleno usado relleno de mortero es colocado sobre abajo y el mortón de chapas o laminas de acero es instalado sobre el mortero para evitar el resque de las masetas de relleno.</p>
Material	<p>Concreto, Formación</p> <p>Concreto de alta resistencia, Formación</p> <p>Canto de pedras (0.3m) en el tallo</p> <p>Es necesario recolectar canto de pedras y transportarlo al sitio.</p>	<p>Baras de acero hechas por fibras</p>	<p>Mortón de chapas o laminas de acero, relleno de mortero, otras baras de acero</p>
Adecuación para las Condiciones del Sitio	<p>La represa en si es pesada, por lo que el suelo débil no es apropiado. Se debe especificar que cuando la represa se ubica en suelo débil, se debe tener en cuenta la capacidad de la represa en el suelo.</p>	<p>Como el material de relleno es piedra de abalón, la represa en si no es pesada. Puede ser ubicada en suelo comparativamente débil.</p> <p>Las hechas por fibras de acero, las abalón, los agregados, los agregados los abalón, la unión mediante la abalón de baras.</p>	<p>El mortón de chapas o laminas de acero sobre arriba es igualmente fuerte para el flujo de escombros. Es apropiado para aliviar el flujo de escombros.</p>
Resistencia al Flujo de Escombros	<p>La represa tiene suficiente fuerza para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>	<p>La dimensión y la curva del material de acero son diseñadas por el jefe del flujo de escombros. El labo asar arriba de la represa libera la tener un abombamiento de choque.</p>	<p>El mortón de chapas o laminas de acero sobre arriba es igualmente fuerte para el flujo de escombros. Es apropiado para aliviar el flujo de escombros.</p>
Características	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>
Aspecto Económico	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>
Fundación	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>	<p>El tipo de represa es adecuado para flujo de escombros. Este tipo de represa es adecuada para aliviar el flujo de escombros.</p>

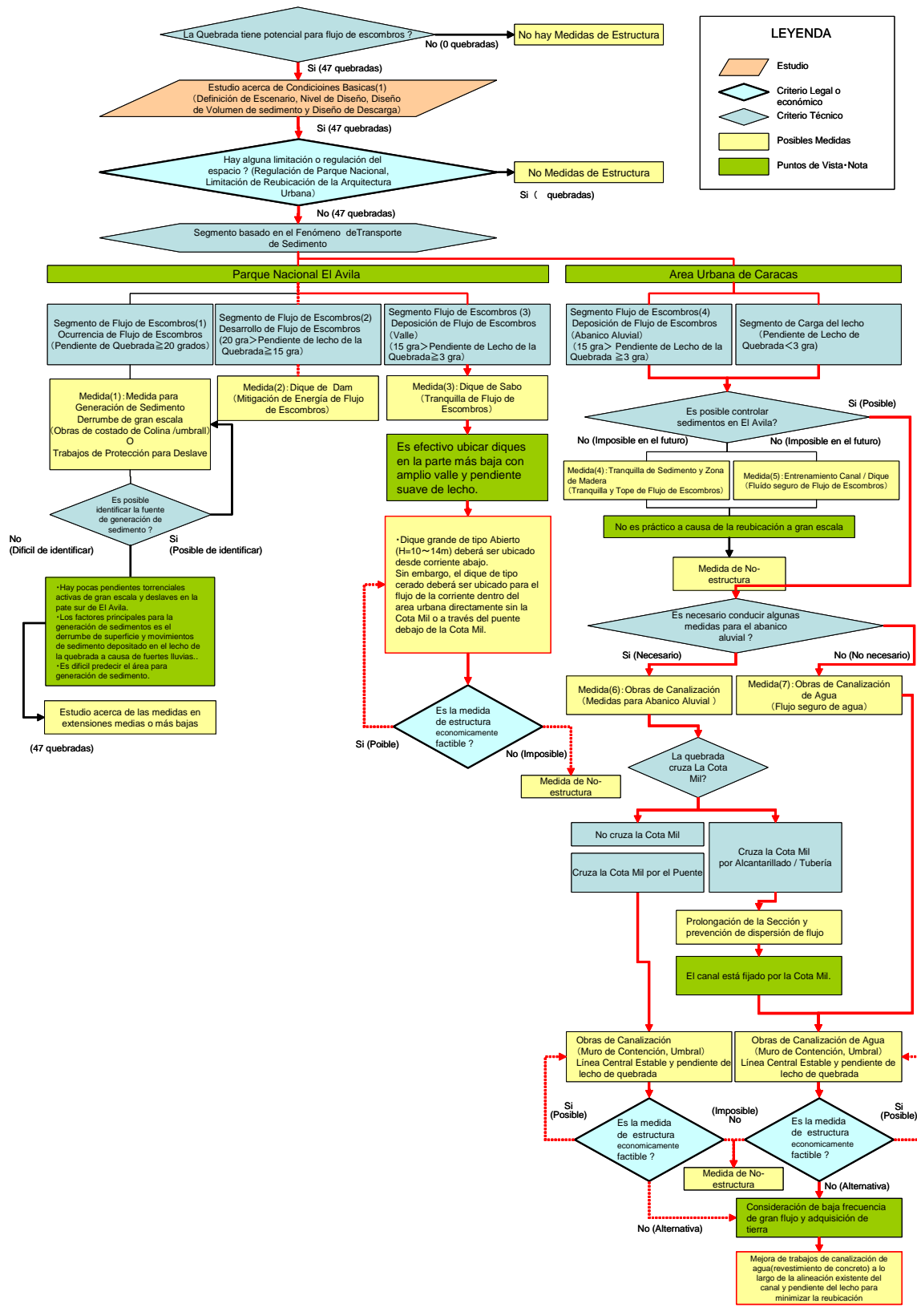


Figura S16-2.2.1 Diagrama de Flujo de Trabajo para Medidas Estructurales

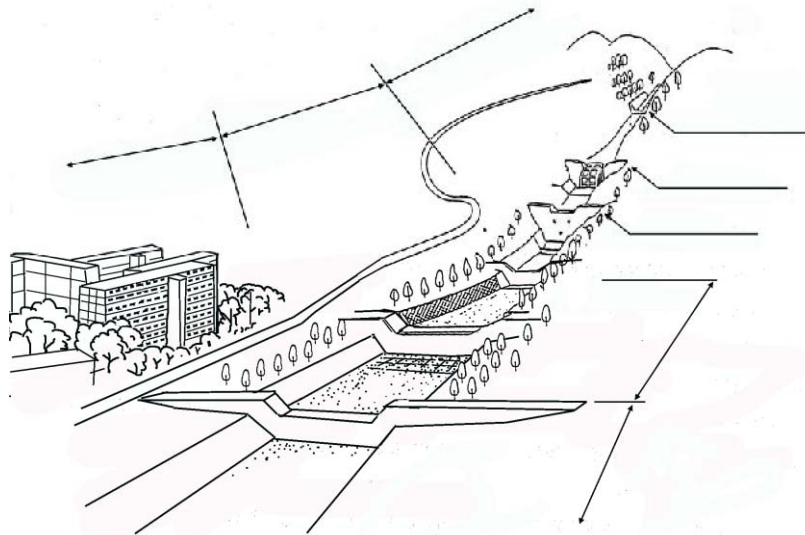
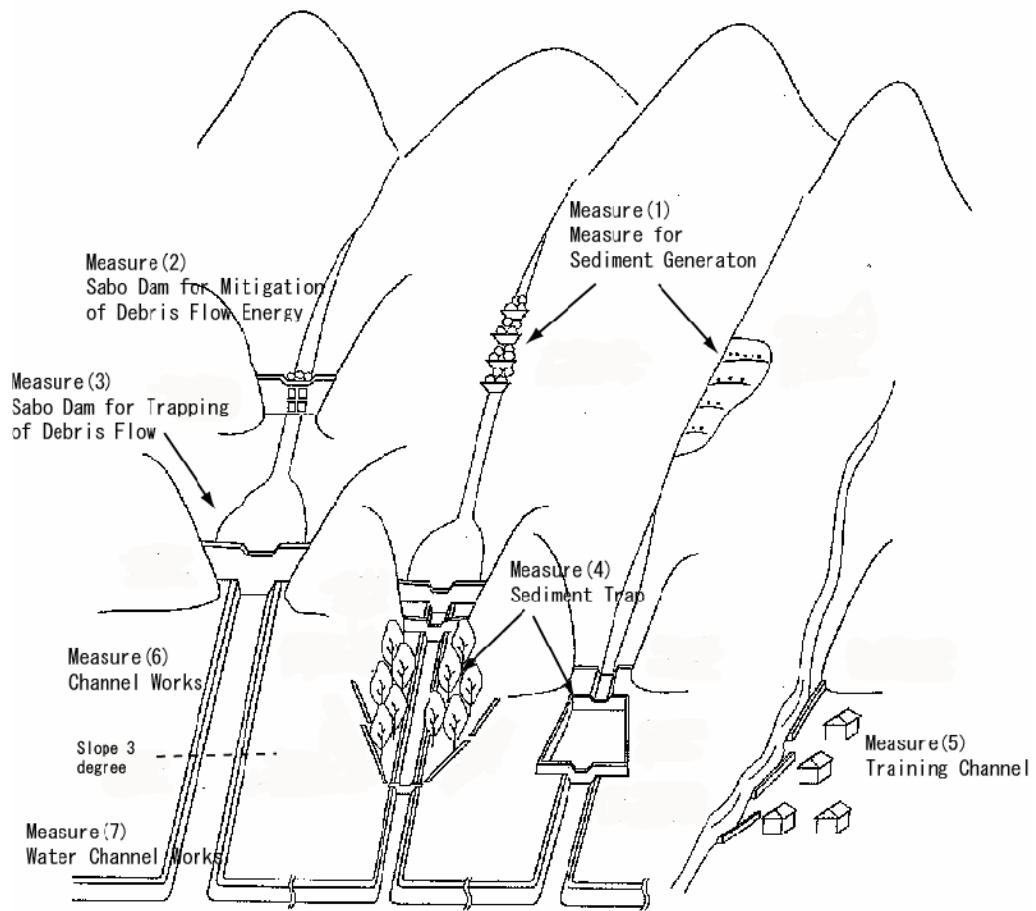


Figura S16-2.2.2 Imagen Esquemática de Estructuras de Control de Sedimentos

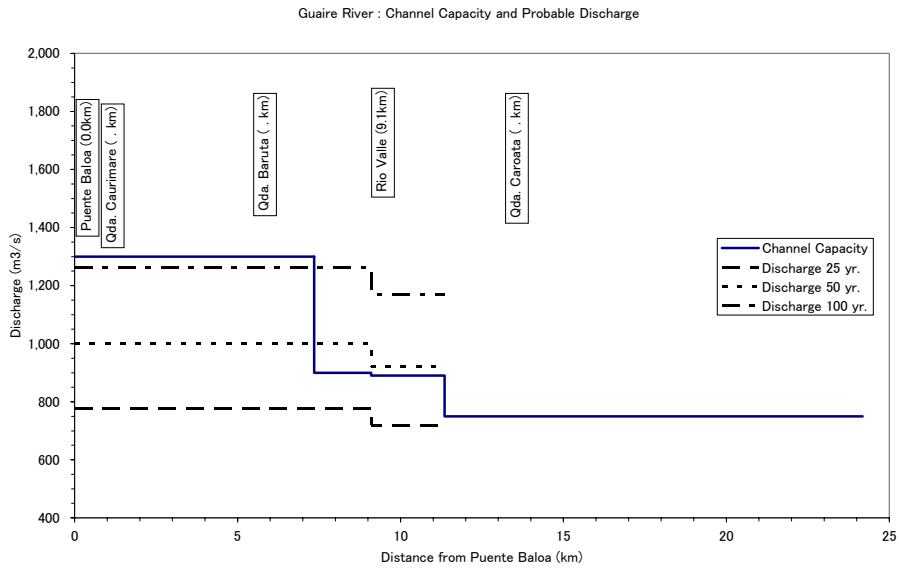
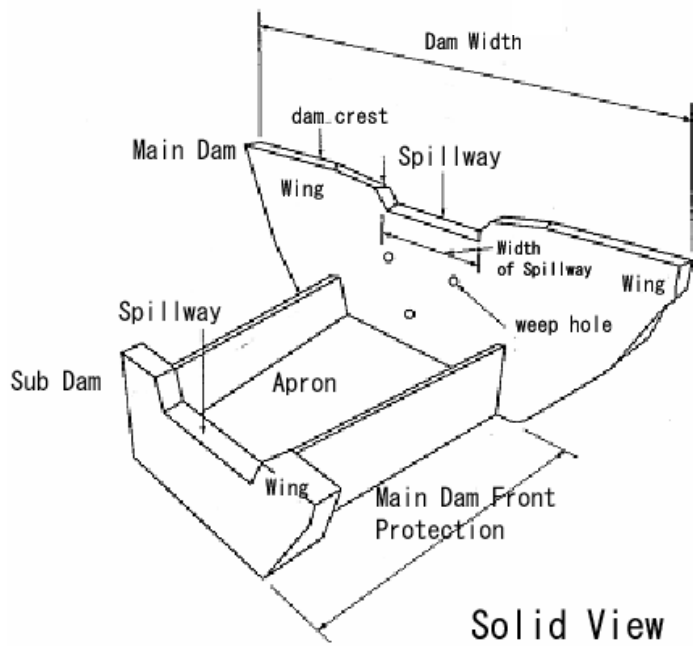
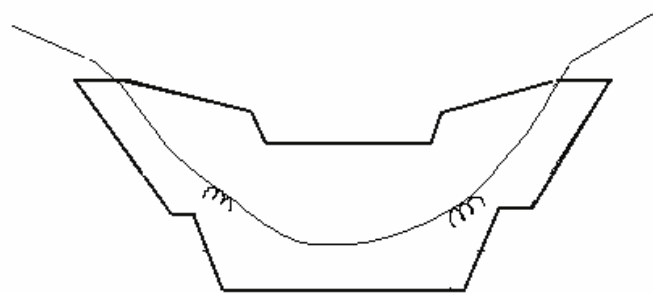


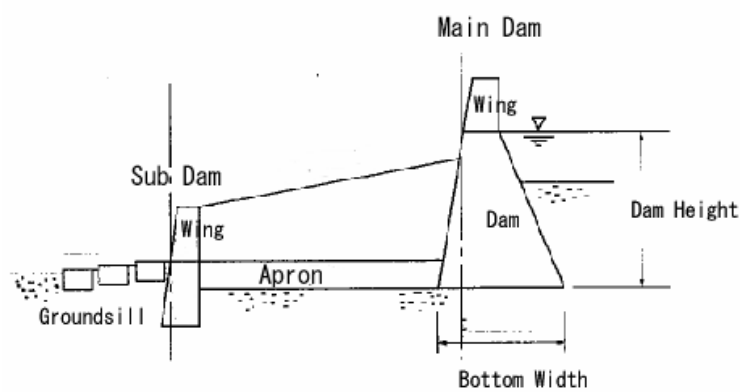
Figura S16-2.3.1 Capacidad de Canal y Probable Descarga en el Río Guaire



Solid View

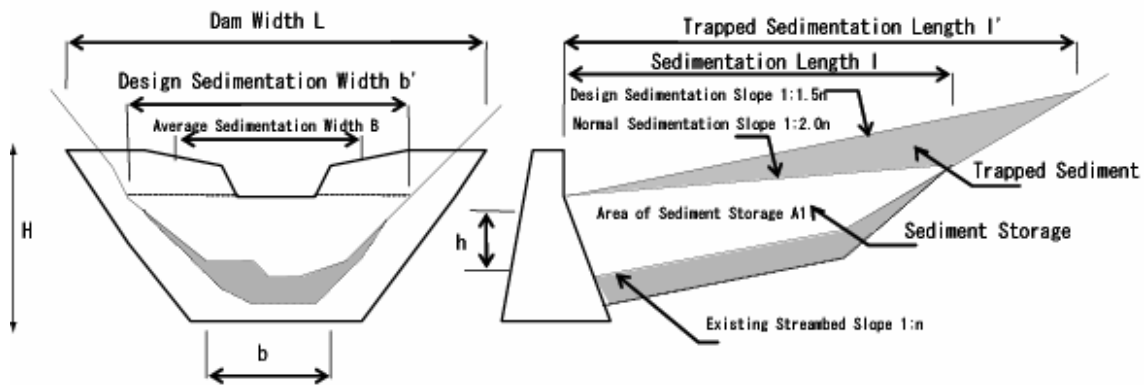


Section View



Side View

Figura S16-2.4.1 Explicación de Dimensión de Represa Sabo



B: Ancho Medio de Sedimentación (m) $B=(b+b')/2$

b : Ancho Medio del Lecho Existente (m)

b':Ancho de Sedimentación Designada (m)

h: Altura Efectiva de la Presa Sabo (m)

Pendiente Normal de Sedimentación: 1/2 de la pendiente del lecho existente "n"

Pendiente Designada de Sedimentación: 2/3 de la pendiente del lecho existente "n" (hasta $i=1/6$)

	Pendiente Normal de Sedimentación: 1/2 de la pendiente del lecho existente "n"	Pendiente Designada de Sedimentación: 2/3 de la pendiente del lecho existente "n"
Longitud de Sedimentación	$l = \frac{2n \times n}{2n - n} \times h = 2nh$	$l' = \frac{1.5n \times n}{1.5n - n} \times h = 3nh$
Area para el Almacenamiento de Sedimentos	$A1 = \frac{1}{2} \times h \times l = nh^2$	$A1' = \frac{1}{2} \times h \times l = 1.5nh^2$
Almacenamiento de Sedimentos	$Vs = A1 \times B = nBh^2$	$Vs' = A1' \times B = 1.5nBh^2$

[Volumen de Sedimento Atrapado]

El volumen de sedimento atrapado se calcula asumiendo que se construye la presa sabo tipo abierta y que se lleve a cabo la excavación de mantenimiento, como sigue, para agregar el volumen de almacenamiento

$$Vs' = 1.5n \times B \times h^2$$

Figura S16-2.4.2 Concepto del Volumen de Sedimentos Atrapados por Presa Sabo

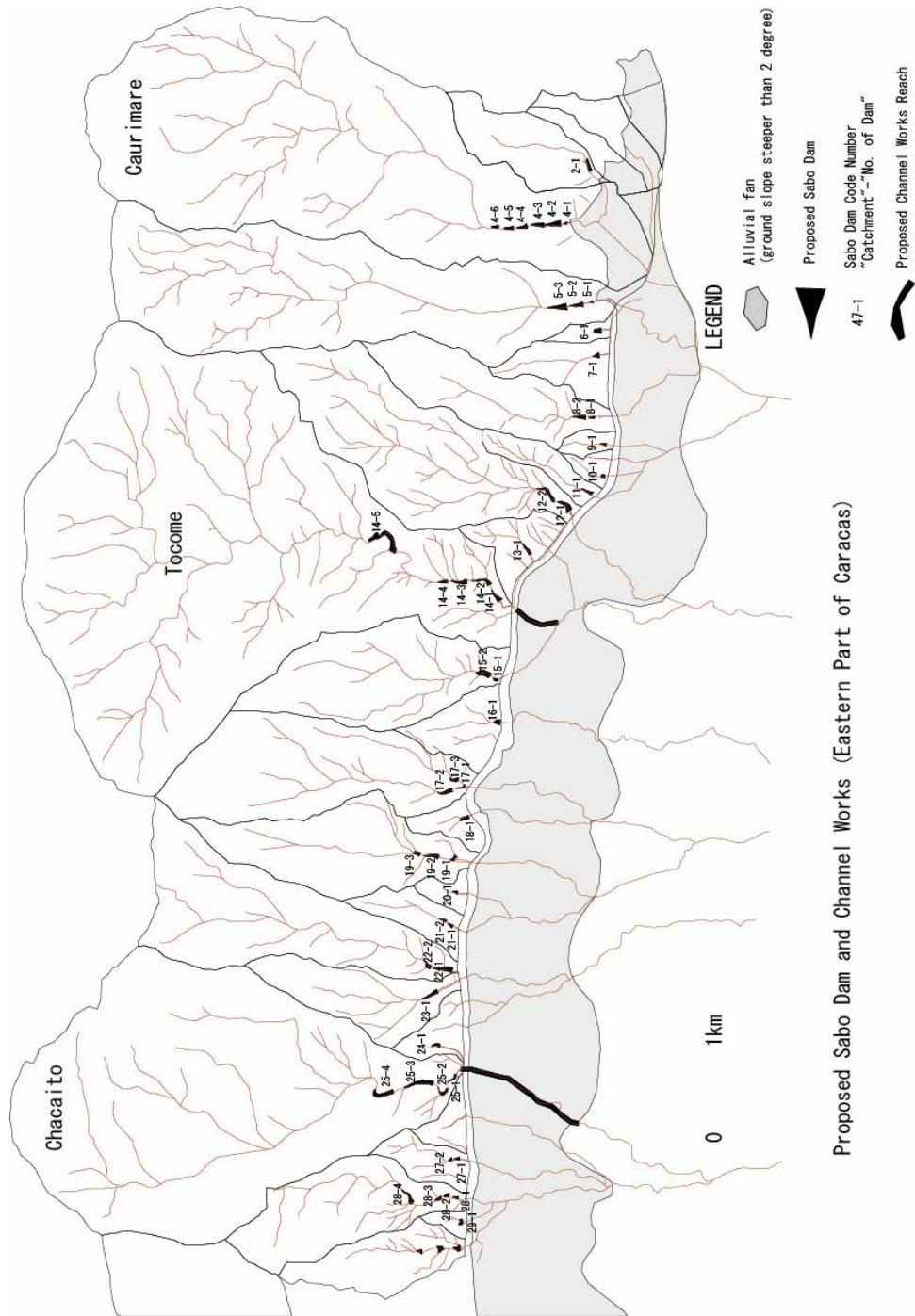


Figura S16-2.4.3 (1/2) Ubicación Represa Sabo

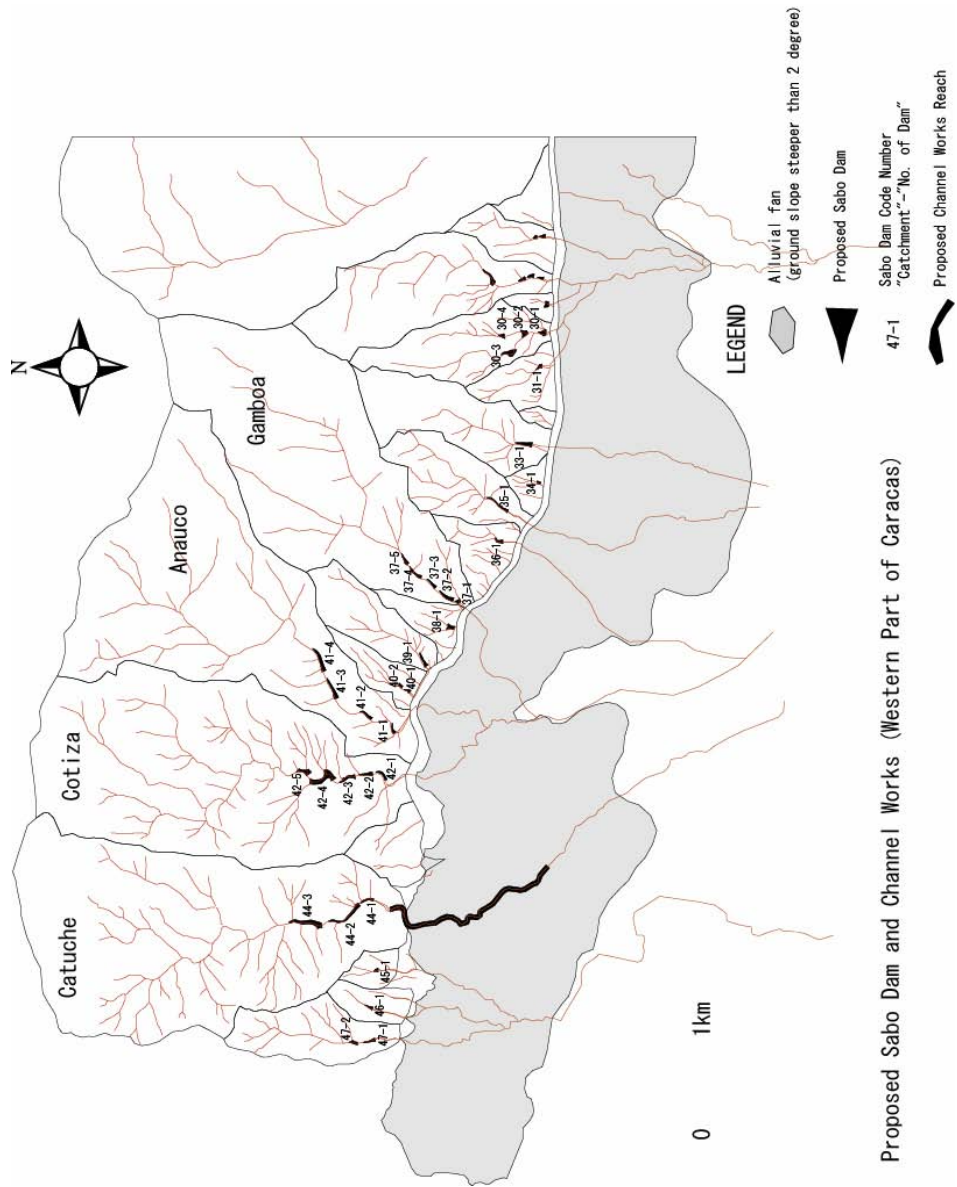
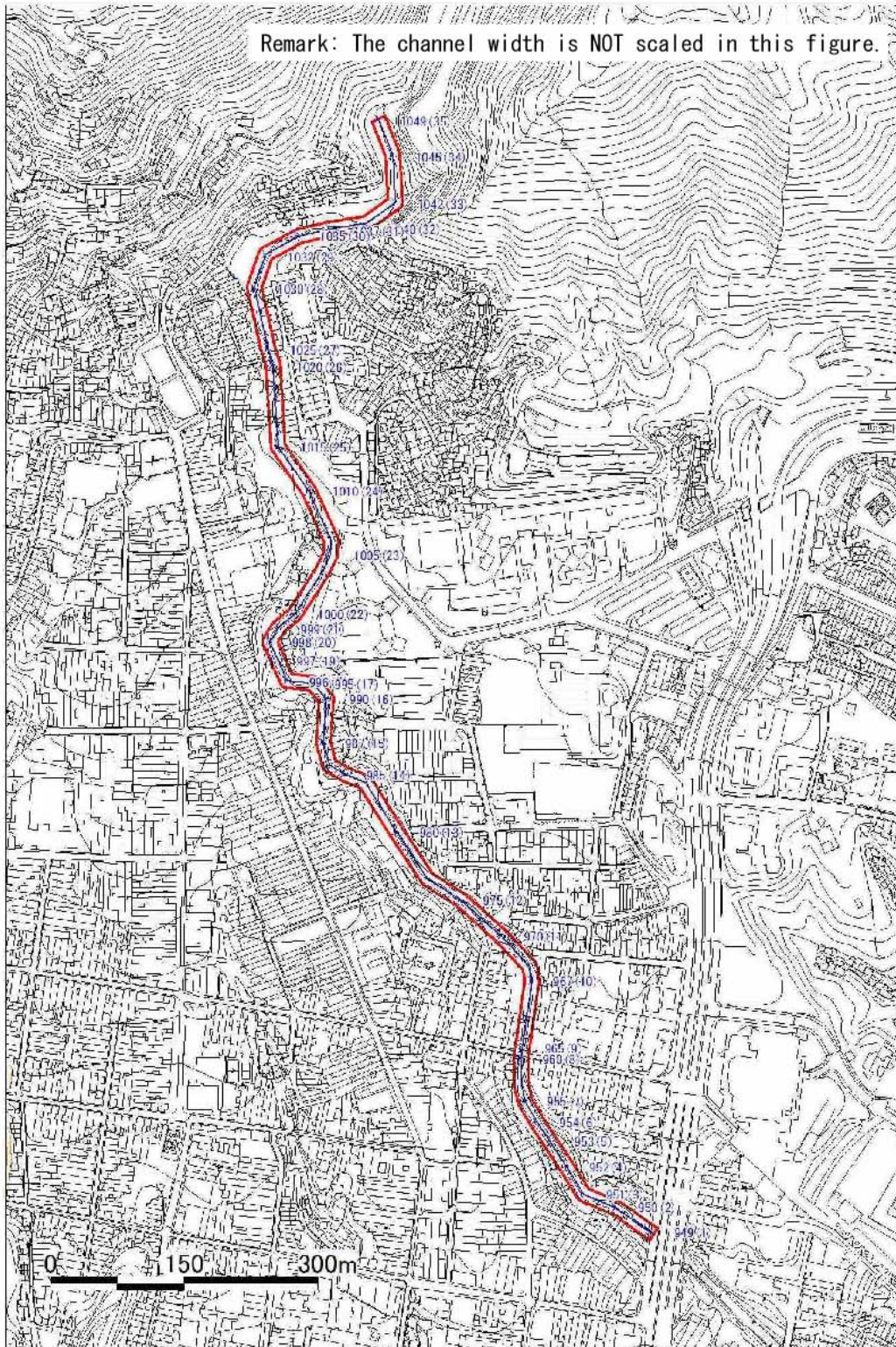


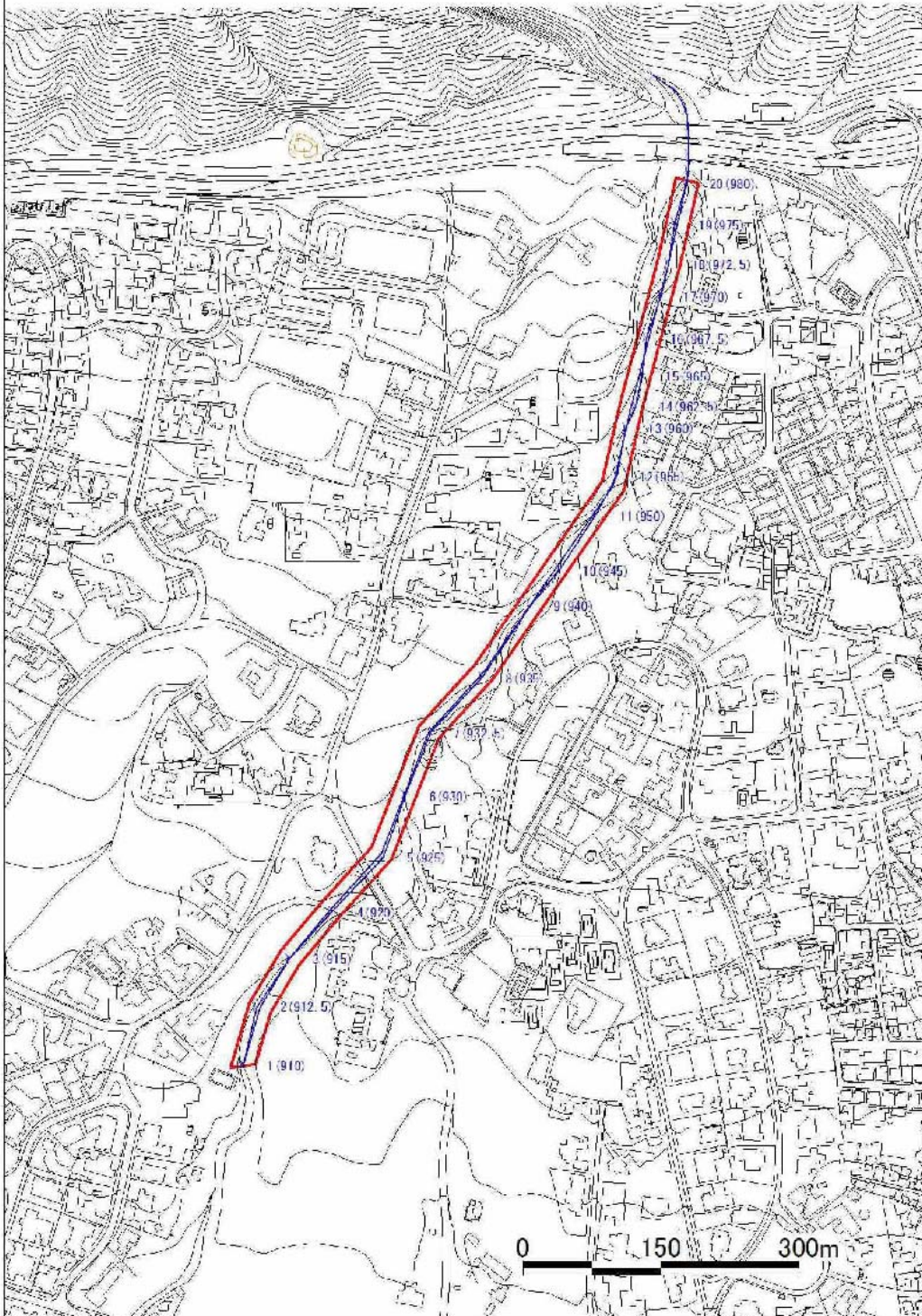
Figura S16-2.4.3 (2/2) Ubicación de Represa Sabo



Catuche

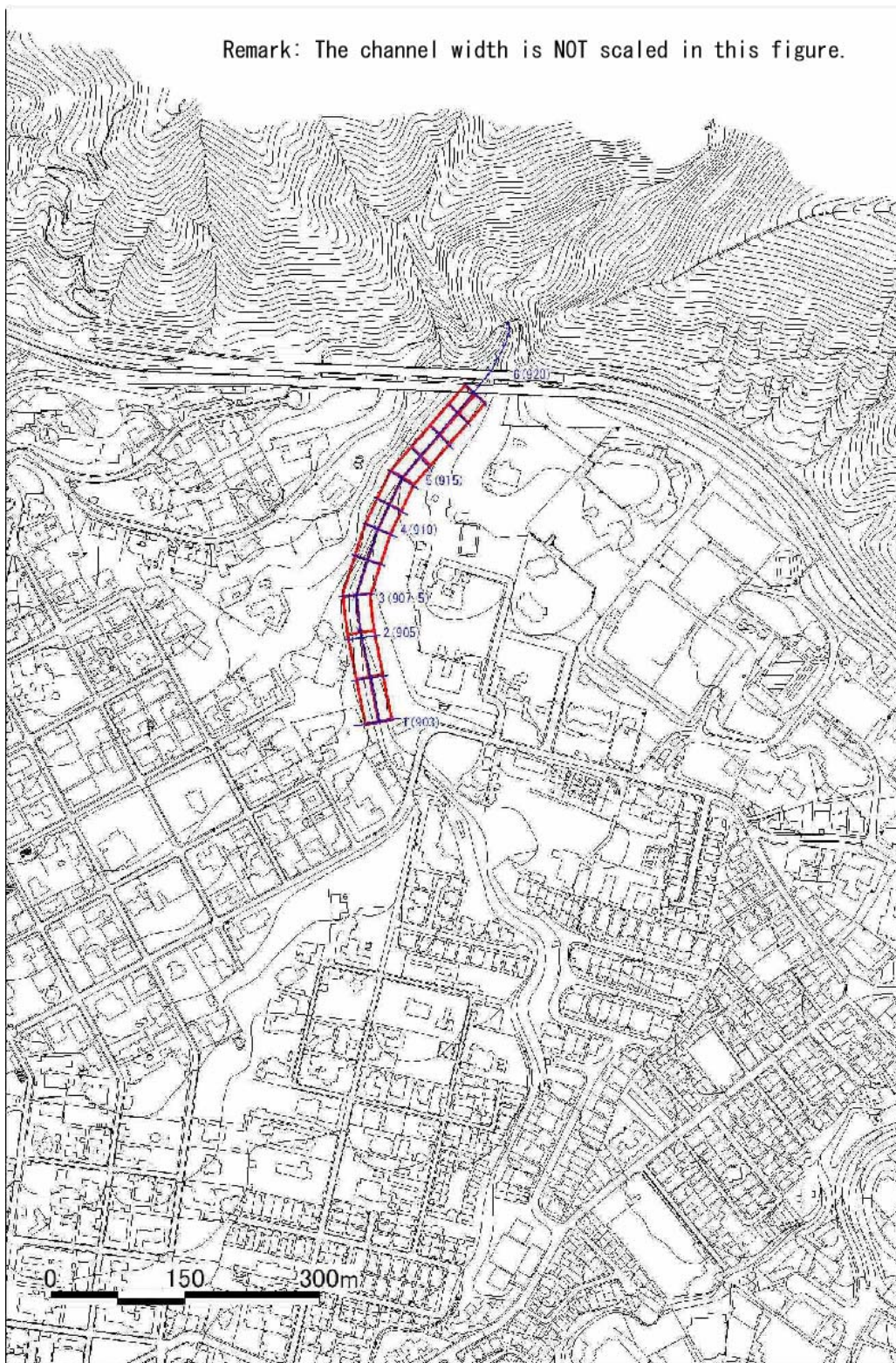
Figura S16-2.5.1 (1/3) Ubicación de Trabajos de Canalización (Catuche)

Remark: The channel width is NOT scaled in this figure.



Chacaito

Figura S16-2.5.1 (2/3) Ubicación de Trabajos de Canalización (Chacaito)



Tocache

Figura S16-2.5.1 (3/3) Ubicación de Trabajos de Canalización (Tocache)