

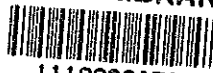
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
REPUBLICA DE HONDURAS
DIVISION MUNICIPAL DE AGUAS EN SAN PEDRO SULA

INFORME DEL ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO
PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES
DE AGUA POTABLE EN SAN PEDRO SULA
DE
LA REPUBLICA DE HONDURAS

DICIEMBRE DE 1993

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

JICA LIBRARY



1112909(5)

26255



国際協力事業団

26255

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
REPUBLICA DE HONDURAS
DIVISION MUNICIPAL DE AGUAS EN SAN PEDRO SULA**

**INFORME DEL ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO
PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES
DE AGUA POTABLE EN SAN PEDRO SULA
DE
LA REPUBLICA DE HONDURAS**

DICIEMBRE DE 1993

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Honduras, el Gobierno de Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en San Pedro Sula y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

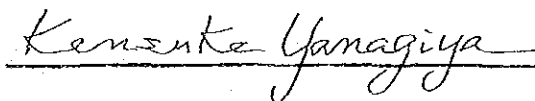
JICA envió a Honduras una misión de estudio presidida el Sr. Yuzuru Asakura, de la Primera División del Estudio del Diseño Básico, Departamento de Estudios de Cooperación Financiera no Reembolsable de JICA del 13 hasta el julio al 11 de agosto de 1993.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Honduras y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso a Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a Honduras con el propósito de discutir el borrador del informe y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del proyecto y contribuya a promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de Honduras por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Diciembre de 1993



Kensuke Yanagiya

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Diciembre de 1993

Sr. Kensuke Yanagiya
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Tokio, Japón

CARTA DE COMUNICACION


Tenemos el placer de presentarle el Informe de Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en San Pedro Sula de la República de Honduras.

Bajo el contrato firmado con JICA, Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd. hemos llevado a cabo el presente estudio durante 5 meses desde el 8 de julio hasta el 15 de diciembre de 1993. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de Honduras, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno de Japón.

Deseamos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestro profundo agradecimiento a los personales de JICA, del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Honduras. Así como deseamos expresar nuestra gratitud a los funcionarios relacionados de la Junta Municipal de Aguas de la División Municipal de Aguas de San Pedro Sula, la oficina de JICA y la Embajada del Japón en la República de Honduras por sus consejos y colaboraciones precisas con el Proyecto.

Esperamos que este Informe sea de utilidad para JICA en el desarrollo del Proyecto.

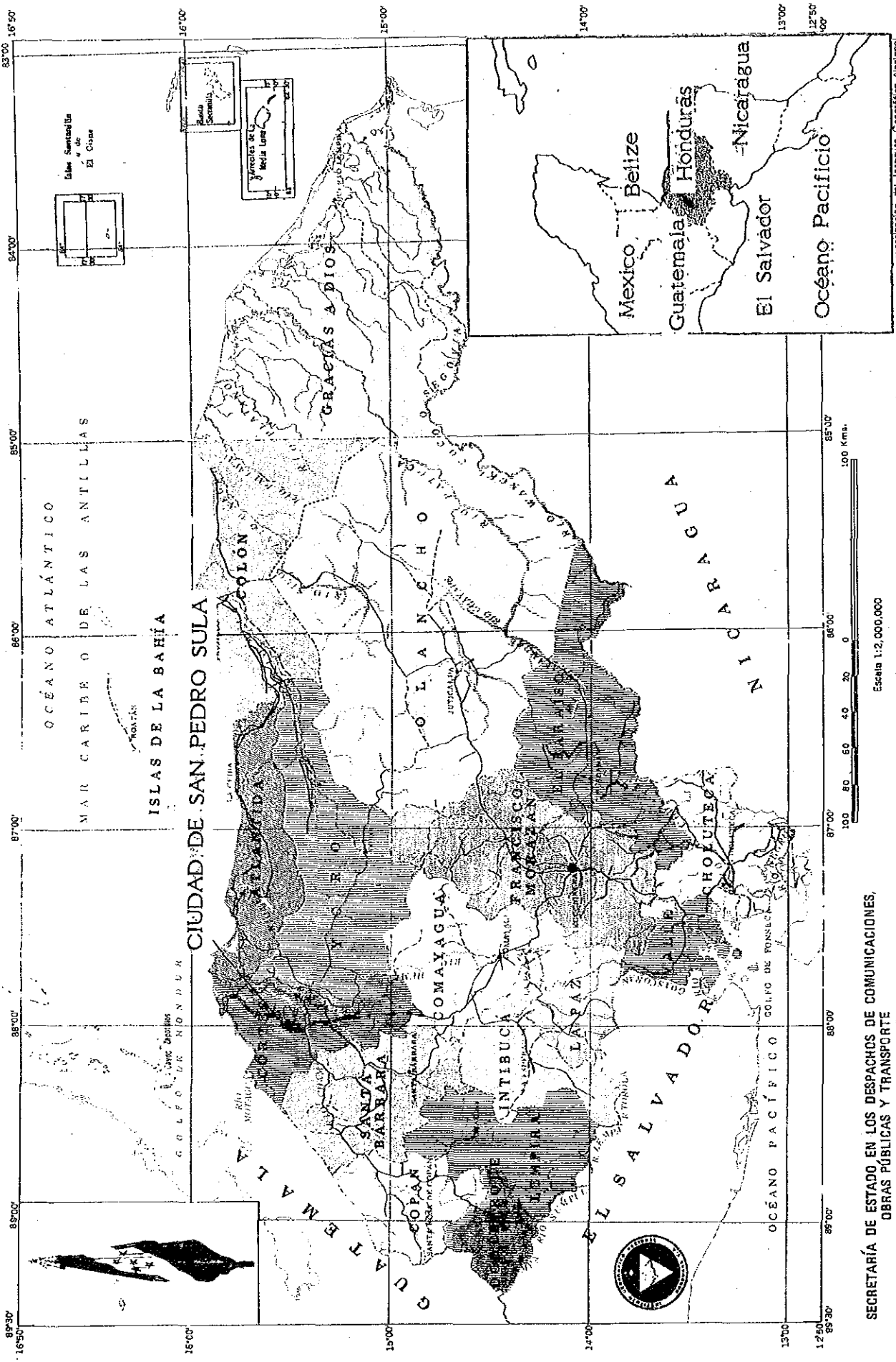
Muy atentamente



Masaaki Shindo

Jefe de Misión

Misión de Estudio de Diseño Básico
sobre el Proyecto de Mejoramiento de las
Instalaciones de Agua Potable en San
Pedro Sula de la República de Honduras



SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE COMUNICACIONES,
 OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE

Escala 1:2,000,000

autorización del Instituto Geográfico Nacional.

MAPA DE LA REPUBLICA DE HONDURAS Y DE LA CIUDAD DE SAN PEDRO SULA

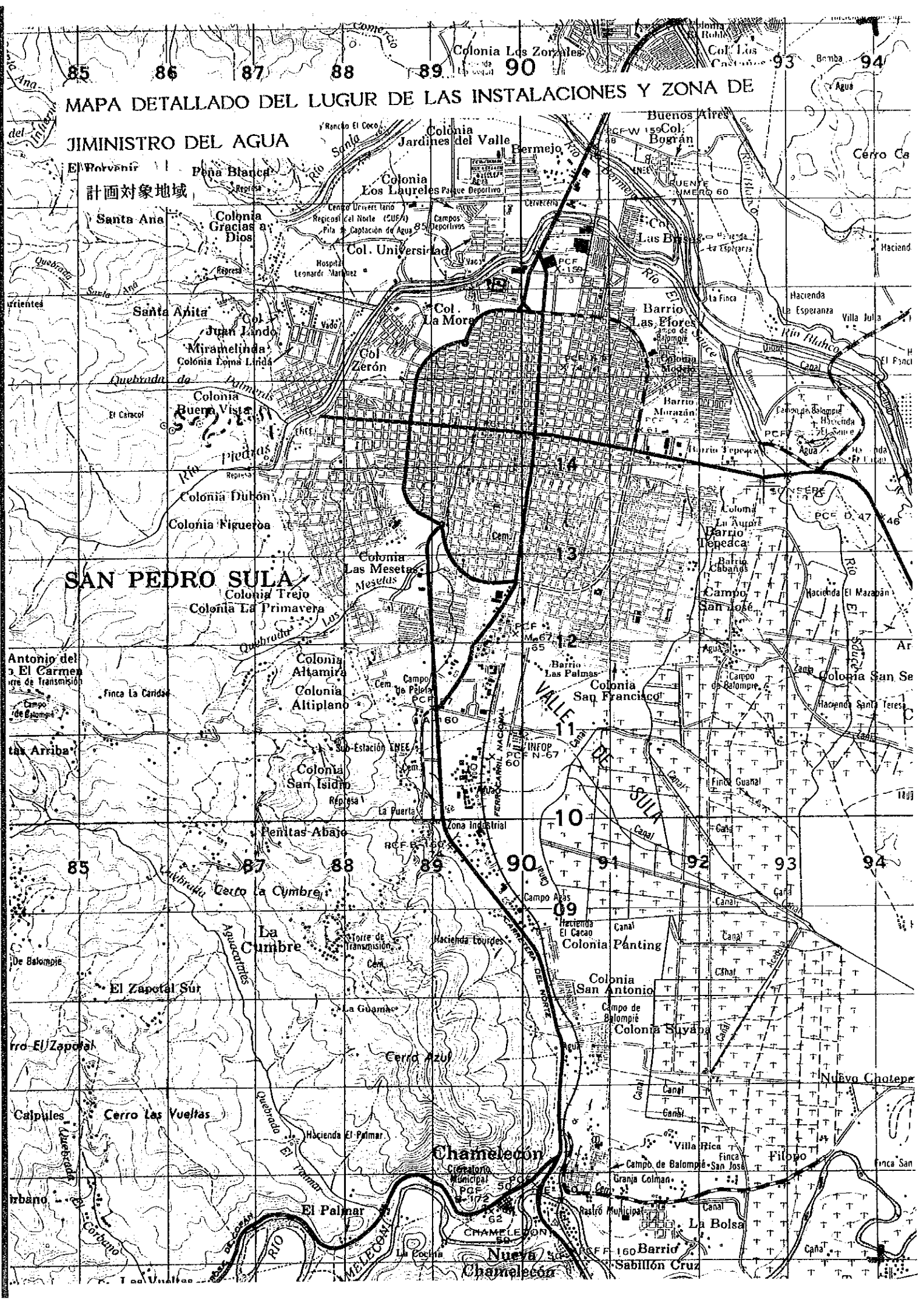
MAPA DETALLADO DEL LUGAR DE LAS INSTALACIONES Y ZONA DE
JIMINISTRO DEL AGUA

計画対象地域

SAN PEDRO SULA

VALLE DE SULA

Chameleón



INSTALACIONES DE TOMA DE AGUAS

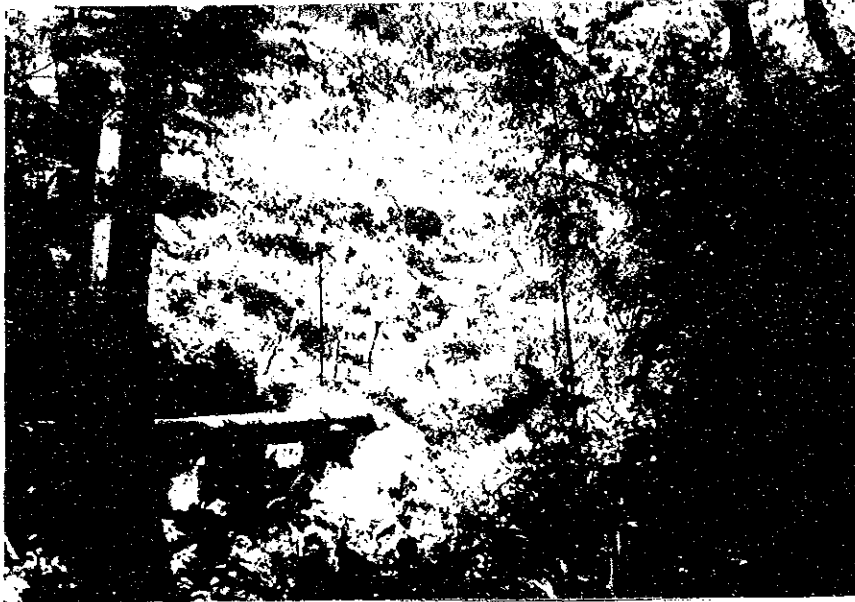


Muro de toma de agua del Rio Santa Ana



Muro de toma de gua del Rio Piedras

Instalaciones de tubería de impulsión



Tubería de impulsión desde la boca de la toma de agua
en el Río Santa Ana ϕ 800m/m



Canal de impulsión desde la boca de la toma de agua
en el Río Piedras

INSTALACIONES DE DISTRIBUCION

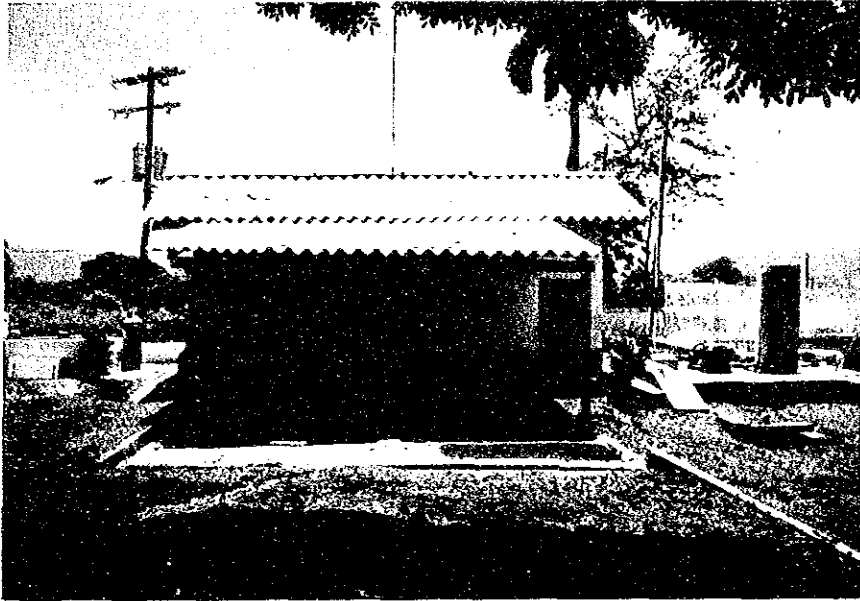


Depósito de distribución de agua del Santa Ana



Depósito de distribución de agua de Rio Piedras

SISTEMA DE CLORACION



CLORINADOR EN RESERVORIO DE SANTA ANA



CLORINADOR DE RIO PIEDRAS

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA



Usuarios del grifo de suministro de uso común



Usuarios de la bomba manual de un pozo de poca profundidad

SITIO PROYECTADO PARA LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE PURIFICACION DE AGUA



Viviendas en el sitio proyectado para las construcciones (propiedad municipal) (Rio Santa Ana)



TERRENO PROYECTADO PARA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA (RESERVORIO DE PIEDRAS)

RESUMEN

Resumen

La República de Honduras se encuentra en América Central y tiene una población de 5.130.000 habitantes (año 1990) de los cuales el 90% es católica, lo que da una pauta de la gran influencia que tuvo la conquista española. A partir de 1981 las instituciones democráticas han ido afianzándose y es, hoy día, un país políticamente estable.

A nivel productivo, la producción agrícola representa el 24% (datos de 1991) de la producción nacional y, todavía más significativo, es el 80% (en el año 1991) de las exportaciones; se trata de uno de los sectores más importantes de la economía nacional. Dentro de las políticas de desarrollo básicas del Gobierno de la República de Honduras están las de promover el desarrollo industrial y de mejorar el nivel de vida de la población y, dentro de este marco, se está desarrollando la red de agua potable y de alcantarillado.

La segunda ciudad en importancia de la República de Honduras es la ciudad de San Pedro Sula, capital del departamento de Cortés, el más importante desde el punto de vista industrial, con una población de 360.000 habitantes (estimado en el año 1993), siendo el centro comercial e industrial de toda la región. La población urbana también a ido creciendo aceleradamente junto con la industrialización de las zonas periféricas.

Las obras sanitarias de la ciudad de San Pedro Sula están a cargo de la División Municipal de Aguas (DIMA). Actualmente sus servicios comprenden el 61% de la ciudad. Sin embargo, todavía no ha podido solucionar el problema de la estación seca, cuando hay muy pocas lluvias y se da un problema de faltante en la captación de aguas lo que afecta el suministro de agua potable a la población. Dentro de este marco, se ha considerado el aumento explosivo de la población para el año 2010 y se ha preparado un plan de instalaciones para agua potable (Plan Maestro) con la ayuda del Banco Mundial. Este plan está siendo puesto en práctica. Dentro de este plan, están proyectadas las obras para el mejoramiento en el uso de las fuentes de agua de los ríos. Mediante el mejoramiento del uso de los ríos DIMA espera mejorar su situación financiera ya que el agua de los ríos es más económica y se espera que, con la construcción de plantas de tratamiento del agua, se pueda aprovechar eficientemente este recurso. Para la construcción de estas plantas se ha solicitado la ayuda dentro del sistema de Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

El contenido de la solicitud comprende la construcción de las instalaciones de tratamiento de agua en las plantas del Río Santa Ana (región Gracias a Dios) con una capacidad de 15.000 m³/día y del Río Piedras (región Río Piedras) con una capacidad de 10.000 m³/día.

En base a la solicitud presentada, el Gobierno del Japón decidió enviar una Misión de Estudio Preliminar y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón se encargó de nombrar una misión que viajó a la República de Honduras en abril de 1993. Esta misión estuvo destinada a analizar el cumplimiento de las condiciones necesarias para la Cooperación Financiera no Reembolsable. También estudió los planes de inversiones proyectados, la estructura administrativa y se determinó el alcance y dimensiones de la Cooperación para que ésta sea lo más efectiva posible. En base al Estudio Preliminar el Gobierno del Japón decidió proceder a un Estudio del Diseño Básico para el presente proyecto por lo que JICA envió una Misión para el Diseño Básico a la República de Honduras en julio de 1993. La misión fue recibida por DIMA y se realizaron varias discusiones para analizar el contenido de la solicitud. Se han estudiado los lugares objeto del presente proyecto y se recopiló toda la información necesaria. Después de volver al Japón, se han hecho los trabajos necesarios para determinar las condiciones de implementación del proyecto y la definición del tamaño y contenido de las instalaciones para la planta de tratamiento del agua. En base a estos datos se ha preparado un Informe de Borrador Final. En noviembre de 1993 salió una Misión para explicar el Informe de Borrador Final.

Se ha llegado a la conclusión de que es más conveniente construir una planta que utilice el método de tratamiento del agua mediante filtrado rápido basado en las siguientes consideraciones.

- (1) El Río Sana Ana tiene un grado de coloración ya de por sí alto pero, cuando llueve, tanto este río como el Río Piedras adquieren un grado de coloración muy elevado por lo que el depósito de filtrado lento solicitado en el proyecto se considera que no es suficiente para purificar el agua después de una lluvia.
- (2) Incluso aunque se utilicen conjuntamente el depósito de sedimentación por productos químicos y el depósito de filtrado lento, técnicamente no es suficiente como para eliminar la coloración.

Sin embargo, el método de filtrado rápido es más complicado y su mantenimiento es más difícil que el método de filtrado lento y sus costos de funcionamiento son mayores. Por lo tanto se ha pensado

- (3) Utilizar un sistema de filtrado rápido que sea más fácil y sencillo de utilizar que con el diseño normal.
- (4) El aumento en los costos debido a la adopción del método de filtrado rápido representa menos del 4% de los egresos totales anuales de DIMA por lo que pensamos que no habrá problemas.

La capacidad de tratamiento del agua en la planta del Río Santa Ana es de 15.000 m³/día, y en la planta del Río Piedras es de 10.000 m³/día. Sin embargo, cuando tenemos en cuenta el agua que pasa por la planta de tratamiento de agua utilizando

como único tratamiento la inyección de cloro, el volumen total de agua fluvial superficial utilizada es tal como se ha definido en el Plan Maestro; la planta de tratamiento del agua del Río Santa Ana tiene capacidad máxima para 44.000 m³/día y la del Río Piedras tiene una capacidad máxima de 35.000 m³/día.

	Instalaciones y equipos	Cantidad	Necesidad o conveniencia	
Instalaciones para la purificación del agua	Pozo de recepción	1 depósito	De la cañería de entrada a la recepción de agua. Para estabilizar el nivel y medir el volumen de agua cruda. Permite facilitar y hacer el tratamiento del agua con más precisión. Se instala una cañería de derivación para el procesamiento por desinfección.	
	Depósito de coagulación	1 depósito	Para evitar la turbiedad y la coloración se mezcla un coagulante, para que se formen grumos. Para economizar corriente eléctrica, los depósitos de formación de grupos se precipitarán por circulación de agua mediante gravedad. 2 depósitos para facilitar los trabajos de limpieza.	
	Depósito de mezcla de productos químicos	2 depósitos		
	Depósito de deformación de grumos	2 depósitos		
	Depósito de sedimentación de químicos	2 depósitos	Se ha diseñado de tal forma que facilite los manejos. 2 depósitos para facilitar los trabajos de limpieza.	
	Depósito de filtrado rápido	6 depósitos	La operación es más fácil debido a que se emplea un método de filtrado rápido en paralelo, natural. Uno de los depósitos es de reserva.	
	Depósito de distribución	1-2 depósitos (2 recipientes /depósitos)	Para estabilizar el funcionamiento del depósito de filtrado para solucionar los problemas de corte del agua, se deja el agua estancada durante 6 ~ 8 horas.	
	Equipo para inyección de químicos	1 depósito	De acuerdo a la calidad del agua cruda se debe instalar un equipo de inyección para una mezcla de sulfato de aluminio para coagulación y cal apagada para neutralizar la acidez y se debe instalar un equipo de inyección de cloro para desinfectado.	
	Transformador eléctrico	1 equipo	220 V. 220 kVA, trifase 2 líneas / trifase 3 líneas	
	Generador eléctrico para emergencias	1 equipo	Debido a que el suministro de electricidad no es muy estable, hay frecuentes cortes de electricidad. Se ha instalado un generador eléctrico para que el suministro de agua sea más estable.	
Instalaciones para medición	Edificio	1 instalación	Para guardar todos los equipos necesarios para el funcionamiento de la planta de purificación se ha construido una habitación para inyección de químicos, habitación para inyección de sulfato de aluminio, habitación para inyección de cloro y una habitación para el generador eléctrico.	
	Conexiones de tubería para suministro de agua existentes	1 juego	Conexión entre el pozo de recepción, depósito de purificación y las cañerías de distribución de agua existentes y las planificadas por el Banco Mundial.	
	Medidor de flujo de agua	1 juego	Medidor de flujo Venturi (tipo ultrasonido): se debe instalar en el tubo de salida del flujo del depósito de distribución de agua Medidor de flujo del dique: se debe instalar en el pozo de recepción Medidor de flujo Parshall: se debe instalar en la salida del flujo del depósito de filtrado para medir el volumen de cloro a inyectar	
	Equipos a instalar	Instrumentos para la inspección de la calidad del agua	1 juego	Todos los equipos e instrumentos destinados al laboratorio de pruebas del agua para el análisis de los puntos básicos necesarios para el funcionamiento de la planta purificadora deben estar guardados en la oficina administrativa.
		Vehículo para inspecciones	1 vehículo	Debido a que la planta purificadora está en un lugar distante, es necesario para optimizar la administración conjunta del funcionamiento de la toma de agua y de la planta purificadora de agua.
		Repuestos	1 juego	Cañería de entrada/salida, conexiones entre el depósito de sedimentación y de filtrado, válvulas, repuestos para los inyectores de productos químicos, productos químicos y equipos y materiales para 2 años de funcionamiento.

Se tiene planificado que las plantas de tratamiento del agua podrán ser administradas por 8 personas debido a que las instalaciones han sido diseñadas de tal forma que su funcionamiento no sea complicado ni requiera grandes esfuerzos, siendo su operación muy sencilla.

El costo de mantenimiento anual de las dos plantas de tratamiento de agua será de aproximadamente 800.000 lempiras. Esto significa que habrá un aumento en los egresos pero se espera que la estabilidad en el suministro derivada de estas plantas permitirá aumentar los ingresos y disminuir el consumo de aguas subterráneas, con lo que disminuirán, en términos absolutos, los costos de abastecimiento de agua a la población. Consideramos que no habrá mayores problemas en obtener los recursos necesarios para mantener estas plantas en funcionamiento.

En caso de ponerse en práctica este proyecto utilizando los fondos del sistema de Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón, consideramos que lo más conveniente sea que la primera etapa corresponda a las instalaciones de la planta de tratamiento de agua del Río Santa Ana y la segunda etapa corresponda a la construcción de la planta del Río Piedras. Si procedemos por etapas, en cada etapa, el diseño y la licitación se harán en 5 meses y serán necesarios 12 meses para la preparación y transporte de las maquinarias y equipos hasta los trabajos de construcción.

En estas condiciones, este proyecto forma parte del Plan Maestro del Banco Mundial y la construcción de las dos plantas de tratamiento de agua permitirá abastecer a una población de aproximadamente 90.000 personas dentro del total de 310.000 habitantes servidos en una población total planificada de aproximadamente 500.000 habitantes para el año 2000.

- 1) Suministrar agua potable con garantía de higiene.
- 2) El suministro de agua será más estable, sin fluctuaciones.
- 3) La administración de aguas será más económica.
- 4) El nivel técnico de la administración de aguas irá mejorando.

Debido a que el funcionamiento y mantenimiento de estas plantas reducirá los costos totales del suministro de agua y proporcionará agua potable de buena calidad y en forma estable, este proyecto tiene gran utilidad, antes y después de la finalización de los trabajos del Banco Mundial, mejorando el nivel de vida de la población en general, eliminando los problemas higiénicos derivados del no suministro de agua en forma estable, todo esto hará que se mejore el nivel de vida de una parte importante de la población. Estas consideraciones permiten encuadrar este proyecto dentro del sistema de Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón. En consecuencia, para optimizar los resultados del presente Proyecto solicitamos que la ciudad de San Pedro Sula ponga en práctica y continúe en el futuro los siguientes puntos.

- 1) Mantenimiento de la zona de captación de las fuentes de agua.
- 2) Mantenimiento en buen estado de las plantas de purificación de agua.
- 3) Instalación de depósitos de distribución de agua potable y creación de una red de tuberías para cada una de las zonas de distribución de agua.
- 4) Obras de mejoramiento de las actuales instalaciones de distribución de agua.
- 5) Disminución de las fugas de agua en las zonas de distribución de agua, medición del volumen del agua suministrada para mejorar el porcentaje de agua facturada y estabilizar la administración de DIMA.
- 6) Entrenamiento del personal y mejoramiento en general de las técnicas de administración de recursos acuíferos.
- 7) Aseguramiento de suficientes recursos como para cubrir los costos de administración, mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones.

INDICE

PREFACIO

CARTA DE COMUNICACION

MAPAS

FOTOGRAFIAS

RESUMEN

CAPITULO 1	INTRODUCCION	1-1
CAPITULO 2	ANTECEDENTES DEL PLAN	2-1
2.1	Obras sanitarias en San Pedro Sula	2-1
2.1.1	Organización administrativa y obras a realizar	2-1
2.1.2	Estado del suministro de agua potable	2-4
2.1.3	Resumen de instalaciones existentes	2-7
2.1.4	Sistema de mantenimiento de las instalaciones	2-13
2.2	Contenido y parámetros de la solicitud de ayuda económica	2-14
2.2.1	Parámetros de la solicitud de ayuda económica	2-14
2.2.2	Contenido de la solicitud	2-15
CAPITULO 3	RESUMEN SOBRE LA ZONE DEL PROYECTO	3-1
3.1	Condiciones naturales de la zona del proyecto	3-1
3.2	Población	3-2
3.3	Condiciones sociales	3-4
3.4	Condiciones sociales y económicas	3-4
CAPITULO 4	CONTENIDO DE LA PLAN	4-1
4.1	Objetivos del plan	4-1
4.2	Análisis del contenido del proyecto	4-2
4.2.1	Necesidad y ventajas del proyecto	4-2
4.2.2	Estudio y resultados del método de tratamiento del agua	4-2
4.2.3	Condiciones del lugar donde está ubicado el Proyecto	4-7
4.2.4	Alcance y dimensiones del plan	4-8
4.3	Estudio de compatibilidad con proyectos relacionados	4-10
4.4	Sistema organizacional encargado del proyecto	4-12
4.5	Resumen de las instalaciones y los equipos	4-13

CAPITULO 5 DISEÑO BASICO	5-1
5.1 Objetivos del diseño	5-1
5.2 Condiciones del diseño	5-4
5.2.1 Normas del diseño	5-4
5.2.2 Especificaciones para las instalaciones.....	5-4
5.2.3 Condiciones básicas	5-10
5.3 Plan básico	5-40
5.3.1 Instalaciones para la purificación del agua	5-40
5.3.2 Tubería de conexión	5-52
5.3.3 Adquisición	5-53
5.3.4 Cuadros para el diseño básico	5-55
5.4 Plan de obras	5-56
5.4.1 Criterios del plan de obras	5-56
5.4.2 Distribución de responsabilidades de las obras	5-57
5.4.3 Condiciones de la construcción y puntos a tener en cuenta .	5-59
5.4.4 Plan de obras y su control	5-59
5.4.5 Plan de adquisición o instalación de los equipos y materiales	5-60
5.4.6 Calendario de obras	5-61
 CAPITULO 6 PLAN DE ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO.	 6-1
6.1 Systema de administración y mantenimiento	6-1
6.2 Plan de administración y mantenimiento	6-1
6.3 Plan de funcionamiento en la práctica	6-11
 CAPITULO 7 RESULTADO DE LAS OBRAS Y CONCLUSIONES .	 7-1
7.1 Resultado de las obras	7-1
7.2 Conclusiones	7-4

APENDICES

1. Nombre de los miembros de la misión	A-1
Estudio de diseño basico	
Explicación de informe borrador	
2. Calendario de la misión	A-2
Estudio de diseño basico	
Explicación de informe borrador	
3. Lista de participantes	A-4
4. Cuadro de materiales de referencia recopilados	A-5
5. Minutas de las reuniones	A-6
Estudio de diseño basico	
Explicación de informe borrador	
6. Material de referencia	A-15

PLANOS DE DISEÑO BASICO

CAPITULO 1 INTRODUCCION

CAPITULO 1 INTRODUCCION

La División Municipal de Aguas (DIMA) de la Ciudad de San Pedro Sula, la segunda ciudad en importancia de la República de Honduras ha empezado a sentir la falta de recursos acuíferos debido al crecimiento natural de la población y a la política de desarrollo industrial que promueve el Gobierno Central apoyando la creación de nuevas fábricas, atrayendo de esta manera nueva mano de obra y creando la necesidad de nuevos servicios sociales. Entre estos servicios, la falta de agua potable ha sido uno de los problemas más graves.

En estas condiciones, el Gobierno de la República de Honduras solicitó urgentemente la asistencia del Banco Mundial y del Reino Unido para las obras de infraestructura del sistema de distribución de agua potable. Se preparó un plan maestro y un plan de mejoramiento de las instalaciones del suministro de agua. Dentro de este plan, se solicitó a nuestro país la construcción de las plantas de purificación de agua, dentro del sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable.

En base a esta solicitud, el Gobierno del Japón ha decidido enviar una Misión de Estudio Preliminar a cargo de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). La misión realizó su estudio en la República de Honduras entre el 10 y el 25 de abril de 1993 y estuvo liderada por el Profesor Kiyoshi Yamada, Catedrático de Ingeniería Civil del Departamento de Ciencias de la Universidad de Ritsumeikan. Esta Misión de Estudio Preliminar tuvo como objetivo verificar que el proyecto cumple con las condiciones del sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable. Se ha tratado de definir el alcance, dimensiones y efectividad del Proyecto de Cooperación dentro del plan de instalaciones así como la estructura administrativa del ente que estará a cargo de las plantas. Este estudio servirá para definir el contenido del Estudio de Diseño Básico y sirvió para preparar el Informe del Estudio Preliminar.

El Gobierno del Japón recibió y analizó el Informe del Estudio Preliminar y decidió continuar con el Estudio del Diseño Básico. La Agencia de Cooperación Internacional de Japón envió a la República de Honduras entre el 13 de julio y el 11 de agosto de 1993 una Misión de Estudio de Diseño Básico liderada por el Sr. Yuzuru Asakura, Primera División del Estudio del Diseño Básico, Departamento de Estudios de Cooperación Financiera no Reembolsable. La Misión sostuvo entrevistas con la institución encargada del proyecto por parte del Gobierno de Honduras, DIMA. Además se han realizado estudios sobre los antecedentes del plan, contenido de la solicitud, preparativos para el desarrollo del proyecto, estudios técnicos, influencia del proyecto sobre el medio ambiente y condiciones sociológicas, estudio de las

instalaciones existentes, planes relacionados con el presente proyecto, análisis de la calidad del agua, condiciones del diseño de las obras planeadas y mediciones topográficas en el sitio proyectado para la planta de purificación de agua, investigación geológica mediante perforación y recopilación de datos. Se utilizarán los datos básicos para hacer un análisis que servirá de base a las discusiones con DIMA. El resultado de las discusiones con DIMA se registrará en los acuerdos en forma de minutas, firmadas por los representantes de DIMA y de la Misión. En el informe se incluyen como anexo en forma de "Apéndice de datos" los nombres de los miembros de la Misión, el detalle de las actividades de la Misión por fechas, listas de los delegados por parte de la República de Honduras, las minutas, las notas técnicas, la lista de datos recopilados.

Al regreso al Japón, la Misión procedió a analizar el contenido de las reuniones, del estudio en el campo, los datos e información recopilados y se preparó un informe sobre la necesidad y conveniencia de la Cooperación. De acuerdo a estos elementos se preparó un Diseño Básico que tuviera en cuenta el contenido y dimensiones más apropiados para la planta de purificación de agua. A continuación, el Sr. Hisatoshi Okubo, Primera División del Estudio del Diseño Básico, Departamento de Estudios de Cooperación Financiera no Reembolsable, como jefe de Misión volvió a visitar la República de Honduras con el Borrador del Informe Final del 2 al 13 de noviembre de 1993, para explicar el contenido del Plan Básico a la contraparte y proceder a nuevas discusiones sobre el contenido del mismo.

El presente informe ha sido preparado después de seguir los pasos mencionados previamente, como un resumen del contenido del Plan Básico.

CAPITULO 2 ANTECEDENTES DEL PLAN

CAPITULO 2 ANTECEDENTES DEL PLAN

2.1 Obras sanitarias en San Pedro Sula

2.1.1 Organización administrativa y obras a realizar

En 1984, la ciudad de San Pedro Sula, creó dentro de su organización pero en forma descentralizada e independiente del SANAA directamente a cargo del gobierno municipal.

(1) Organización

La Junta Municipal administra y maneja esta organización, que se compone básicamente de un departamento técnico, departamento de asuntos generales y departamento de personal. La Junta Municipal se compone de 7 miembros de los cuales 4 provienen del Gobierno Municipal (incluyendo el Alcalde), y los demás miembros son delegados de los Ministerios de Salud y de Hacienda del Gobierno de la República de Honduras y un representante del pueblo. DIMA se compone del siguiente número de empleados. (Ver el organigrama.)

Cuadro 1 Empleados contratados por DIMA

	1990	1991	1992	1993
Empleados	400	350	397	402

Los 402 empleados actuales se dividen en:

1. Asuntos generales

(contabilidad, auditoría, departamento legal) 17 personas

2. Administración (personal, asuntos generales, ventas) 150 personas

3. Departamento técnico (planificación, técnico, análisis de

calidad del agua, construcción de pozos) 235 personas

Hasta el año pasado había 34 ingenieros pero el número se ha visto reducido a 15. La principal razón es la diferencia de los salarios entre el sector público y las empresas privadas.

Para que el funcionamiento y mantenimiento se pueda hacer en las mejores condiciones, se considera necesario que el personal técnico sea de por lo menos el 10% del total del personal contratado. El aumento de nuevas instalaciones y la introducción de un nuevo sistema requiere nuevas técnicas y los ingenieros son imprescindibles en las tareas de mantenimiento por lo que se considera absolutamente necesario contratar y entrenar nuevos técnicos.

(2) Descripción del servicio

Se encarga del suministro de agua potable y sistema de alcantarillado, planificación del sistema de obras sanitarias, construcción, mantenimiento y planificación presupuestal como una empresa pública y autofinanciada.

A continuación se detalla el volumen de agua y el volumen de agua tarifado para los años 1990-1992

Cuadro 2 Volumen de producción de agua para el abastecimiento de la población y porcentaje facturado

	1990	1991	1992
Volumen de agua suministrado (millones de m ³)	48,0	47,0	54,2
Volumen de agua tarifado (millones de m ³)	20,5	23,5	28,6
Porcentaje de agua tarifada (%)	43,0	50,0	53,0

La razón por la que el porcentaje de agua cobrada es tan bajo es debido a que hay pérdidas de agua y a la falta de pago por la no instalación de medidores de agua. En cuanto a las pérdidas de agua, el Banco Mundial ha ofrecido un préstamo de asistencia económica para cambiar las tuberías viejas y colocar nueva tubería y para instalar medidores. En cuanto a la falta de pago, se piensa establecer un programa para informar a la población en general y se planean instalar medidores, para aumentar el pago de las tarifas y para que no se produzcan pérdidas innecesarias. Se trata de que una vez finalizados los programas de mejoras, estos dos factores sumados no sobrepasen el 24%.

La población servida por DIMA es la siguiente.

Cuadro 3 Población abastecida por DIMA

	1990	1991	1992
Población (miles)	361	375	392
Población servida por agua superficial	245	310	330
Porcentaje sobre el total de población	67,8	82,7	84,2
Porcentaje de población con alcantarillado	54,8	62,4	68,9

El sistema de alcantarillado se compone de tubos recolectores y estaciones de bombeado; no existe un sistema de tratamiento de aguas servidas.

2.1.2 Estado del suministro de agua potable (Plan de suministro de agua al centro urbano de acuerdo al Plan Maestro)

A continuación damos el informe de la investigación realizada por DIMA en diciembre de 1991.

1) Producción de agua

Pozos (agua subterránea)	345 l/seg.
Agua de superficie	927 l/seg.
Total	1.272 l/seg.=109.901 m³/día

2) Población servida

	184.260 personas
Población con medidor de agua	106.871 personas
Población sin medición del consumo de agua	77.389 personas

3) Consumo de agua (medida/sin medir)

	Con medidor	Sin medición
Consumo en hogares	140 l	140 l
Déficit	30 l	30 l
No pago	30 l	533 l
Pérdida de tubería	51 l	51 l
	251 l/persona/día	754 l/pers./día

4) Consumo máximo por día

Consumo de personas con medidor	29.507 m ³
Consumo de personas sin medición	80.394 m ³
Total	109.901 m³

El suministro promedio por persona por día es de 596 litros.

DIMA piensa instalar medidores para evitar al máximo el consumo sin medición y, para el año 2000 piensa llevar el consumo promedio a 210 l/persona/día. Este nivel es mayor al consumo actual y, según las normas de la O.M.S. y de la comparación con los países vecinos, es una cifra ajustada a la realidad. (Ver figuras 2, 3)

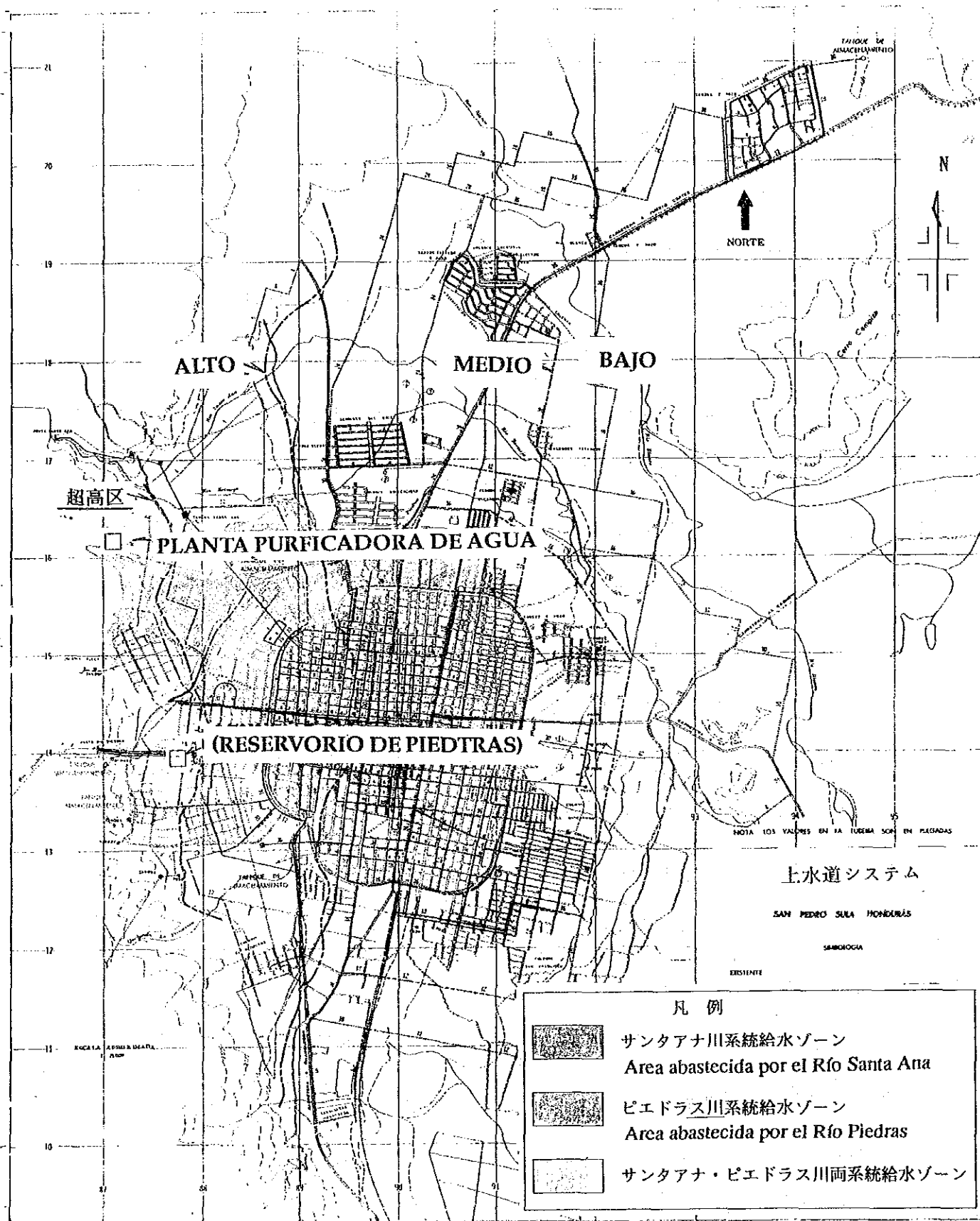


Figura - 3 Area abastecida por las fuentes de agua de los ríos, captadas por DIMA

2.1.3 Resumen de Instalaciones existentes

(1) Captación de agua

Tanto en el Río Santa Ana como en el Río Piedras hay muros para la captación de agua que permiten recoger la cantidad de agua especificada. Las inundaciones afectaron parcialmente las paredes de cemento pero son reparables. Si se eliminan los residuos y se controla el agua en la tubería de impulsión, no existirían mayores problemas funcionales excepto en el caso de grandes crecientes.

(2) Instalaciones de tubería de impulsión

Existen dichas instalaciones en ambos ríos pero, especialmente en el caso del Río Santa Ana, el proceso de envejecimiento está bastante acelerado. Hay un proceso de oxidación parcial en las juntas y la caída de rocas, etc. ha hecho que puedan apreciarse pérdidas de agua en más de 14 lugares. Debido a que la tubería pasa por zonas montañosas, cuando se producen grandes precipitaciones, puede recibir el impacto de una avalancha. La tubería de Río de Piedras corre por la costa del río pero el muro protector costero está oxidado en algunas zonas. Sin embargo, ambas instalaciones pueden seguirse usando después de hacer las reparaciones que sean necesarias.

El préstamo para el Plan Maestro del Banco Mundial en ambos ríos propone realizar algunos cambios y se están haciendo los ajustes en el trazado. El diámetro actual de las tuberías es de:

Santa Ana: 800 mm

Piedras : 450 mm

(3) Instalaciones para la cloración

Ambas instalaciones están preparadas para inyectar cloro en una proporción de 1,5 - 2,5 ppm/litro. Hay algunas localidades donde no se detecta el cloro al final de la tubería. La bomba de cloro está guardada en un lugar donde sólo hay un techo y no puede afirmarse que son suficientes las condiciones de seguridad. La nuevas plantas de purificación de agua en el presente proyecto incluyen la cloración de toda el agua captada de los ríos.

(4) Tanque de distribución

Después de la cloración, el agua se envía a los distintos depósitos de distribución y se distribuye en la ciudad. Los depósitos de distribución existentes tienen un fondo y paredes inclinadas de cemento y su construcción es muy simple.

El plan maestro del Banco Mundial propone instalar techos (tapas) en los mismos.

Santa Ana: 2.935 m³

Piedras : 896 m³

(5) Red de distribución (datos de DIMA y entrevistas)

1) Material

Parte de las tuberías están viejas, han sido puestas hace más de 30 años y son de asbesto-cemento (AC/P). La mayoría de las tuberías existentes son de PVC. Algunas de las tuberías utilizan una aleación de cinc (HG). La presión del agua es apropiada en la mayoría de los lugares pero, en determinadas zonas, puede ser más baja de lo deseable. Las tuberías se extienden aprox. 500 km. La mayoría están enterradas a una profundidad de 80 cm y la presión del agua debería ser de 40 lbs./pulg.= 2,8 kg/cm².

2) Estado de la distribución del agua

Durante el verano (la estación seca) el volumen de agua captada es menor y se producían cortes de agua (suministro durante 2 horas). A partir de este año, se establecerán limitaciones en el consumo por zonas. Debido a que el número de medidores instalados es muy bajo, es muy grande el volumen de agua desperdiciado. Si incluimos las pérdidas de agua que se producen en las tuberías, hay un consumo de 340 l/día (en base al volumen de agua distribuido).

Debido a la turbidez en algunas partes de la ciudad se produce un déficit de suministro de agua en la estación de lluvias. Esto es especialmente cierto en las áreas suministradas por el Río Piedras, y Santa Ana debido a que el estado de las instalaciones es deficiente, no es posible incorporar el agua de los pozos a la red de suministro. En verano (la estación seca) el Río Piedras y Santa Ana bajan tanto que hay que proceder a limitaciones en el consumo. (El Plan Maestro del Banco Mundial pretende eliminar este problema)

3) Mantenimiento de las redes

DIMA se encarga directamente de los trabajos de mantenimiento y reparación de la tubería. Parte de los trabajos de mantenimiento se encargan a una compañía especializada. Se dan los siguientes problemas:

- Los tanques no tienen suficiente capacidad y hay una demora grande en las reparaciones
- Hay muchos tubos viejos, hay roturas en el mismo lugar todas las semanas. El mayor problema de DIMA es la dificultad en determinar las pérdidas por fisuras no visibles.
- No hay suficientes camiones cisterna que puedan conducir el agua a las zonas donde hay cortes de suministro de agua.

- Está generalizado el robo del agua, y su vigilancia es problemática.
- Hay muchas averías en las bombas de los pozos subterránea y no existen bombas auxiliares, las reparaciones demoran mucho.
- Existen mucha corrosión en el interior de los tubos, Se realiza una limpieza de los mismos, pero esto afecta la eficiencia del suministro de agua.
- Las bombas extraen materias extrañas tales como arena, etc. que se mezclan en el agua y dañan los medidores.
- Existen pocos ingenieros con experiencia, falta personal con suficientes conocimientos universitarios o de enseñanza superior.
- El nivel profesional y de entrenamiento del personal que trabaja en el campo es muy bajo.

Se han encontrado muchos otros problemas.

4) Pozos

En la actualidad están funcionando 67 pozos que producen un total de 800 l/seg. (sin incluir los pozos del Chamelecón abiertos con fondos del Banco Mundial, a 10 km al sudeste del centro de la ciudad). Hay pozos donde ya no es posible extraer tanta agua y hay pozos donde el agua subterránea ha bajado mucho.

A partir de 1991 se ha creado un departamento específico que analiza el nivel del agua de los pozos de agua y su influencia. Se planea instalar dispositivos para medir la extracción del agua por las bombas y conservar registros del volumen de agua extraída. Entre los años 1991 y 1993 el nivel natural del agua ha bajado 4 m en los pozos urbanos. A partir del análisis de los datos, se llegó a la conclusión de que un volumen de agua extraída de 600 l/segundos es más realista. El volumen de agua extraída en promedio por cada pozo es de unos 5 - 100 l/seg. De acuerdo con el Plan Maestro, se piensa eliminar los pozos en el centro de la ciudad y hacer trabajar los pozos del Chamelecón, en definitiva podría suspenderse el uso de 32 de los pozos existentes. El laboratorio de análisis químicos de DIMA hace un análisis periódico de la calidad del agua. Si se descubren coliformes o bacterias que afectan la salubridad del agua, el pozo es desinfectado.

5) Cloración para la eliminación de bacterias

a) Densidad del cloro residual

La Organización Panamericana de la Salud ha establecido normas sobre la calidad del agua. El nivel del cloro residual debe estar a más de 0,1 mg/l y a más de 0,5 mg/l en caso de aparecer enfermedades contagiosas

tales como el cólera. Hace varios años se produjo una epidemia de cólera, y actualmente se trata de mantener un nivel de más de 0,5 mg/l al final de la tubería.

b) Agua superficial

Actualmente DIMA capta el agua de los ríos Santa Ana y Piedras, realiza un proceso de cloración y suministra el agua. La densidad de la cloración es de 2,5 - 1,5 mg/l, DIMA realiza un análisis diario del agua en los grifos de la ciudad, verificando el nivel de la cloración remanente, bacterias y coliformes. El nivel del cloro está entre 1,0 - 0,1 mg/l. A veces, cuando se produce un corte de agua, puede no encontrarse cloro, pero este es un problema momentáneo que se subsana a corto plazo. Sin embargo, se puede apreciar en ciertos casos un aumento peligroso en el nivel de los microbios.

c) Agua de pozo

DIMA también realiza análisis del agua cruda de los pozos con una periodicidad de una vez cada dos meses. No se hace la cloración del agua de los pozos pero, si al hacer el análisis, aparecen microbios, se hace la cloración del agua extraída.

d) Densidad de la cloración

En las nuevas instalaciones, y para mantener el nivel de cloración al final de la tubería al nivel preestablecido, se aumentará la cloración en 0,5 mg/l para evitar que sigan habiendo lugares donde no se perciben remanentes de cloro. Para ello se ha establecido un límite superior de 3 mg/l.

(6) Alcantarillado

El centro de la ciudad tiene un sistema de alcantarillado con tuberías de 6 - 12 pulgadas en el 70% de la superficie urbana. Sin embargo, el agua se vierte a los ríos El Sauce, Chotepe, Blanco, etc. sin ningún tratamiento. Tanto el agua de las lluvias como las aguas servidas se vierten en los ríos y canales de desagüe. El plan sanitario de DIMA prevee crear un sistema colector con alcantarillado de 12 - 72 pulgadas y construir una planta de tratamiento de aguas negras. Se prevee construir la planta entre el cerro Chotepe y el Río Chotepe pero también existe otro proyecto de construir la planta entre la zona norte del aeropuerto y el lago Jucutuma. En la actualidad, se está construyendo la tubería colector de acuerdo al plan. (Ver la figura 4.)

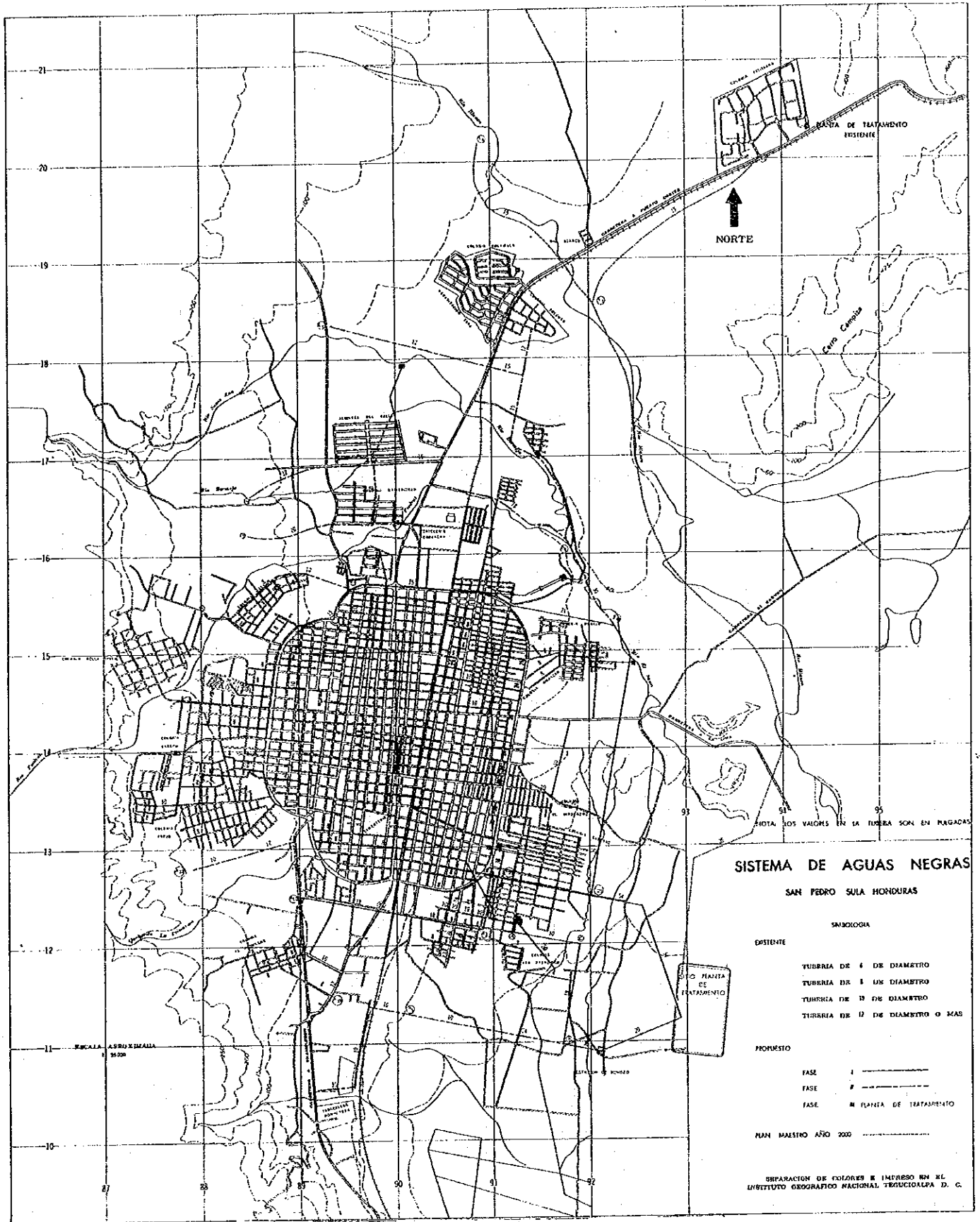


Figura - 4 Sistema de alcantarillado

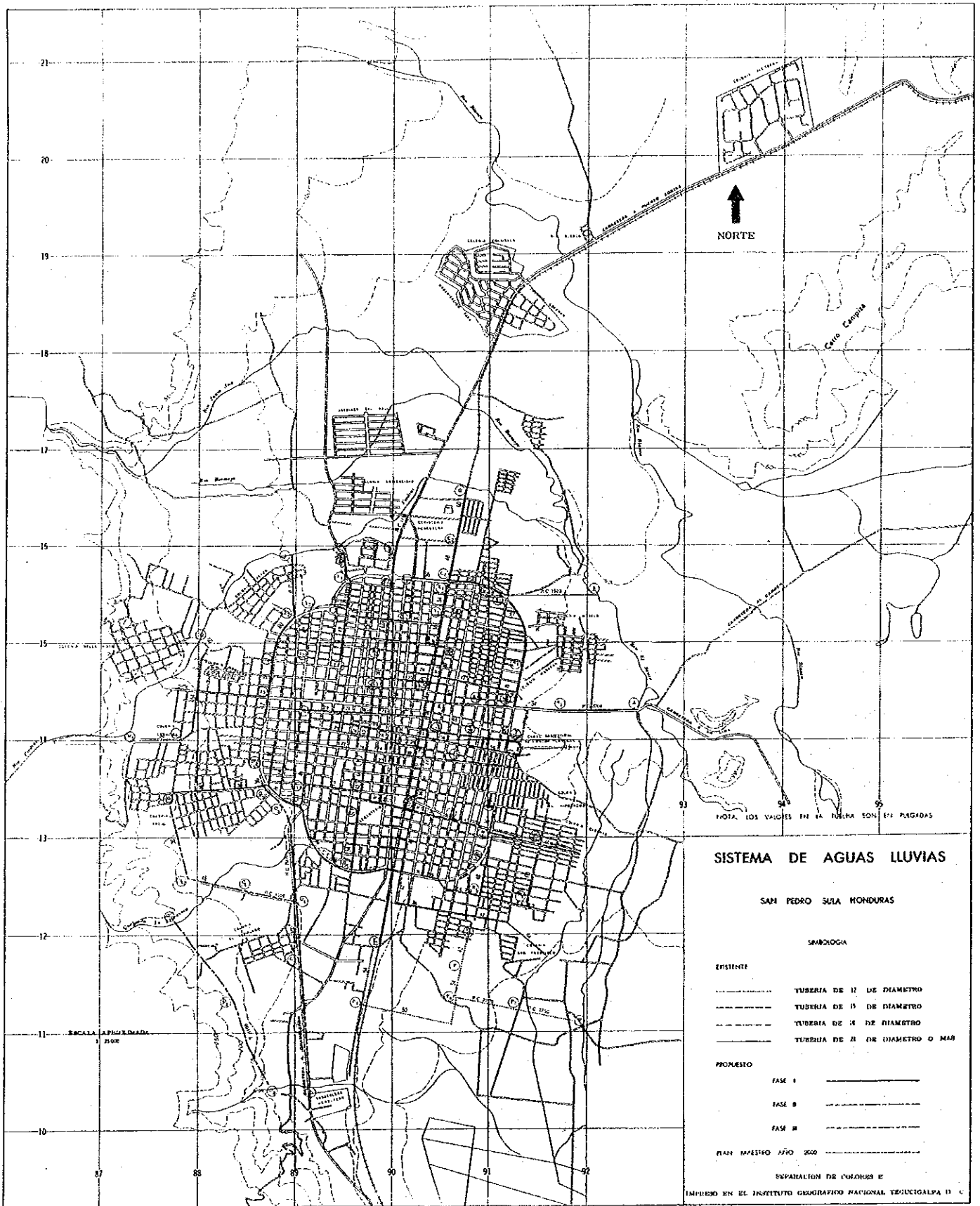


Figura - 5 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

(7) Alcantarillado para evacuar el agua de lluvia

El agua de la lluvia se evacúa mediante tubos de 12 - 21 pulg. en el centro y en las carreteras al sur. Las conexiones de estas tubos serán de 1.500 - 2.000 de diámetro y se construirán en tres etapas. (Ver la figura 5.)

2.1.4 Sistema de mantenimiento de las instalaciones

El mantenimiento de las instalaciones está a cargo del departamento técnico mientras que son 161 empleados los que trabajan directamente con el departamento de mantenimiento. El personal asignado a cada una de las instalaciones es el siguiente:

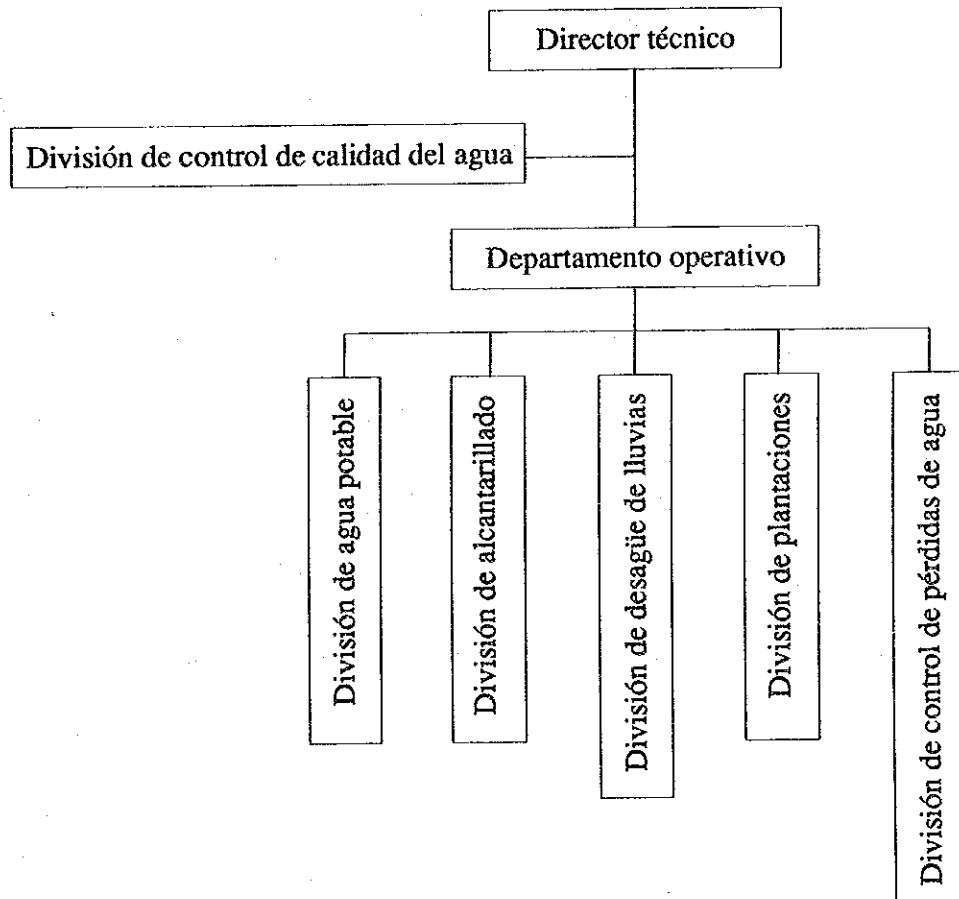


Figura 6 Estructura organizacional para la administración y mantenimiento

- División de control de calidad del agua 7 personas
Encargado responsable, técnico en microorganismos y químico
(2 personas) y encargados de hacer las mediciones (3 personas)
- Departamento operativo 6 personas
Encargado responsable, personal encargado del funcionamiento

- Departamento operativo. División de agua potable 56 personas
Encargados responsables técnicos, capataces de la red de distribución, obras de instalación de tuberías, etc.
- División de alcantarillado 18 personas
Encargados responsables técnicos, capataces de la red de distribución, obras de instalación de tuberías, obreros, etc.
- División de desagüe de lluvias 10 personas
Encargados responsables técnicos, capataces de la red de distribución, obras de instalación de tuberías, obreros, etc.
- División de plantaciones 55 personas
Encargados responsables técnicos, capataces, operadores de bombas, etc.
- División de control de pérdidas de agua 9 personas
Encargados responsables técnicos, capataces, obras de instalación de tuberías, etc.

2.2 Contenido y parámetros de la solicitud de ayuda económica

2.2.1 Parámetros de la solicitud de ayuda económica

San Pedro Sula es la segunda ciudad en importancia de la República de Honduras y el plan de industrialización del Gobierno ha acelerado el proceso de industrialización tanto dentro de la ciudad como en los alrededores. Especialmente en la costa del Caribe, en la ruta de acceso al Puerto Cortés se han creado una serie de fábricas nuevas que atraen nueva mano de obra a la región. La población ha crecido a un ritmo vertiginoso.

Debido a la falta de agua en la estación seca, por la no existencia de las lluvias y a una bajante de los ríos de donde se efectúa la captación de agua, y a la población creciente la División municipal de aguas (DIMA) de San Pedro Sula ha decidido preparar un plan de mejoramiento para el abastecimiento de agua para el año 2010. Este plan maestro ha sido preparado con la ayuda del Banco Mundial y del Reino Unido. Los distintos planes sectoriales se harán en base al Plan Maestro. Contiene los siguientes puntos.

1. Construcción de 10 pozos en la parte sur y oeste, con capacidad para 13.000 m³/día
2. Construcción de 3 tanques elevado (capacidad total de 10.000 m³)
3. Instalación de una red de distribución para el suministro de agua de 80 km de largo.
4. Obras para el mejoramiento del agua cruda de los ríos
5. Fortalecimiento de la estructura administrativa de DIMA

Junto con las obras de mejoramiento en el fuente de l agua y para un aprovechamiento económico del agua de los ríos será necesario construir una planta de tratamiento del agua. Debido a que la financiación de esta planta está fuera de los planes del Banco Mundial, se ha solicitado la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón.

Respondiendo a esta solicitud, el Gobierno del Japón ha enviado una Misión de Estudio Preliminar en abril del presente año y hemos analizado el Informe Preliminar. Debido a que este proyecto es prioritario dentro del plan de desarrollo del Gobierno de la República de Honduras, y debido a su urgencia se ha decidido enviar una Misión para el Estudio de Diseño Básico.

2.2.2 Contenido de la solicitud

El Gobierno de la República de Honduras solicita la construcción de plantas de purificación de agua con el método de filtrado lento, en dos lugares. Una de las instalaciones está ubicada en las cercanías del Río Santa Ana (Colonia Gracias a Dios), con una capacidad de procesamiento de 15.000 m³/día, la otra está ubicada en las cercanías del Río Piedras (Región Río Piedras) con una capacidad de procesamiento de 10.000 m³/día. Las principales instalaciones se detallan a continuación.

1. Depósitos para la regulación de agua cruda y maquinaria relacionada
2. Depósitos para tratamiento con el método lento de agua y maquinaria relacionada
3. Equipos para ajuste de caudal de agua y maquinaria relacionada
4. Mecanismos para cloración del agua, depósito para mezcla y maquinaria relacionada
5. Otras instalaciones y maquinaria necesaria para cumplir el proyecto.

CAPITULO 3 RESUMEN SOBRE LA ZONA DEL PROYECTO

CAPITULO 3 RESUMEN SOBRE LA ZONA DEL PROYECTO

3.1 Condiciones naturales de la zona del proyecto

(1) Ubicación

La ciudad de San Pedro Sula se encuentra a 30 minutos de la capital Tegucigalpa y a 246 km por la ruta Centroamericana, a aproximadamente 5 horas de viaje. La ciudad tiene 20 km de este a oeste y 80 km de sur a norte, con una superficie total de 1.820 km², situada en el centro de la planicie Sula, entre dos grandes ríos que desembocan en el Mar Caribe, el Río Ulúa y el Río Chamelecón. Además se encuentra a 60 km del Puerto Cortés sobre el Mar Caribe, a 1 hora por carretera, lo que facilita las exportaciones a los EE UU.

(2) Clima

Geográficamente se encuentra en la zona tropical. Además, la cercanía al Mar Caribe hace que el lugar tenga como características: altas temperaturas, alto porcentaje de humedad y un volumen importante de precipitaciones. La humedad es casi siempre de más del 80%. No es uno de los climas más placenteros. A continuación se da una descripción de las temperaturas y precipitaciones en la región.

Cuadro 4 Clima en la ciudad de San Pedro Sula

Por mes		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura (°C)	Máxima	37,6	34,6	38,9	39,8	38,3	37,2	37,8	36,6	34,0	32,3	32,2	30,0
	Mínima	16,0	16,0	20,0	21,6	20,9	22,6	21,9	21,5	23,0	23,2	21,6	21,6
	Promedio	23,8	23,7	26,1	28,2	28,2	27,4	27,8	27,2	27,1	26,4	24,5	23,5
Precipitaciones (mm)		51,3	88,4	15,0	44,7	66,3	110,0	90,2	165,6	245,6	138,7	257,8	152,1
Humedad (%)		89	88	86	82	78	84	86	87	86	88	86	88

(3) Topografía, geología

Topografía La ciudad de San Pedro Sula se encuentra en una planicie entre los ríos Chamelecón y Ulúa con una pendiente que va subiendo hacia el oeste, hacia montañas con altitudes de 1.800 m sobre el nivel del mar. Al norte y al este están los ríos Piedras y Santa Ana, tributarios del Chamelecón que fluyen de norte a sur.

Geología Las montañas al oeste se componen por el grupo Cacaguapa de esquisto cristalino que conforma la cordillera que atraviesa el centro

del continente americano. Las parte norte y este del continente se han formado por el granito del Terciario. La planicie donde se encuentra San Pedro Sula está formada por los sedimentos de los ríos Piedras y Santa Ana, sobre lo que era el fondo marino. A 10 km al noroeste de la ciudad están los estratos del Chameleón y a 10 km al sur están los estratos del Aguán, que fluye de este a oeste. (Ver la figura 7.)

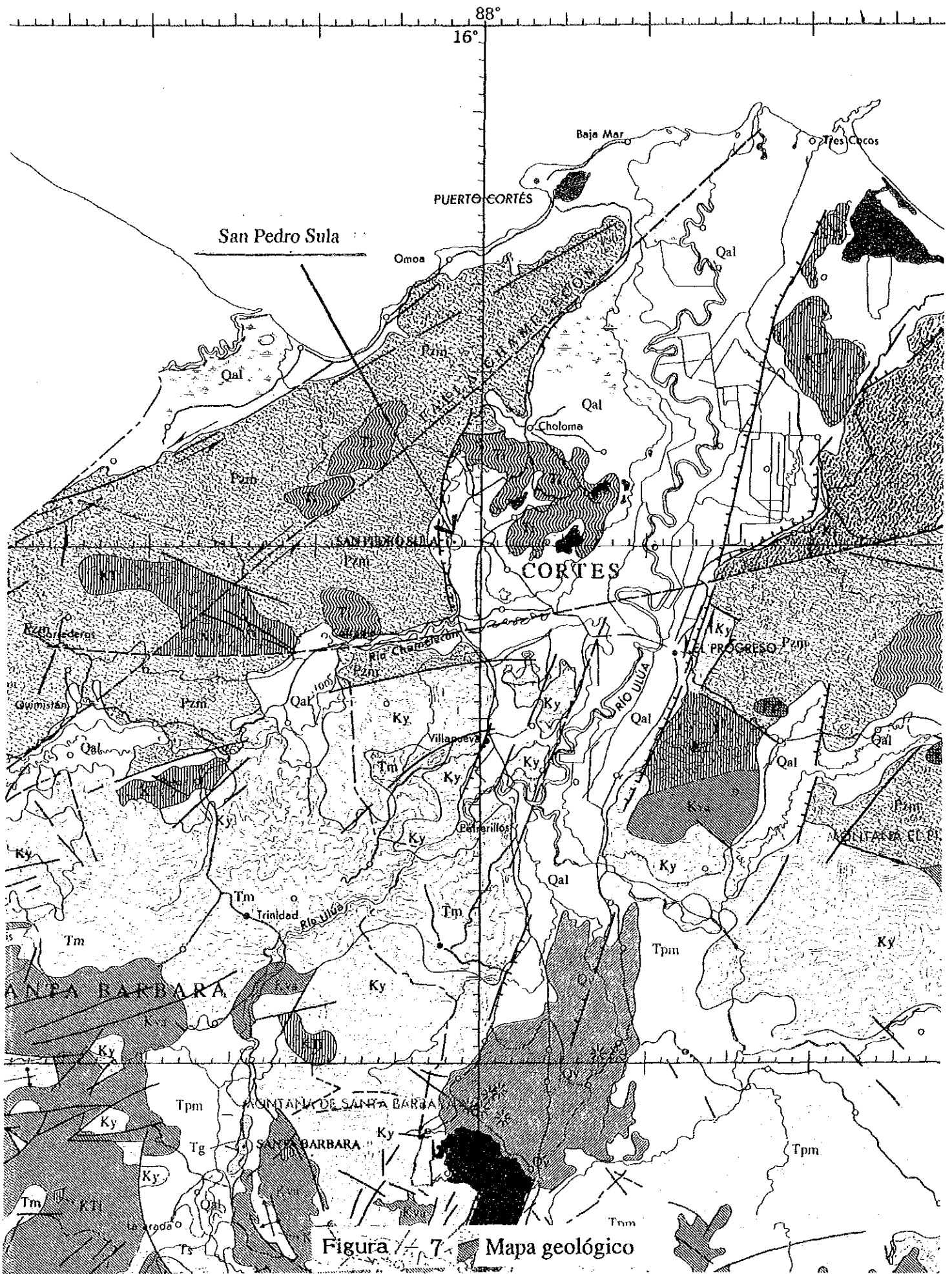
3.2 Población

La población de San Pedro Sula según los censos nacionales de 1974 y 1988 era de 150.971 en 1974 y de 287.351 en 1988. El departamento de estadísticas de la ciudad ha preparado un parámetro de crecimiento poblacional de 1.047,04, pronosticándose la siguiente curva demográfica

Cuadro 5 Población en la ciudad de San Pedro Sula

Año	1974	1988	1993	2000	2010
Población	150.791	287.351	361.601	498.852	790.186
Población en las áreas suministradas por DIMA	124.495	177.572	223.455	308.272	430.283

Este pronóstico ha sido revisado mediante tres misiones de estudio del Banco Mundial y por un estudio en 1992 de la Organización Panamericana de la Salud y se considera apropiado. Para el año 2000 habrá 500.000 habitantes y para el año 2010 habrá 790.000 habitantes.



3.3 Condiciones sociales

(1) Transporte

El principal medio de transporte de la ciudad es el carretero. El ferrocarril va del norte, pasa por Choloma y comunica con el puerto Cortés. Se utiliza principalmente como tren de carga. Los automóviles se han ido popularizando cada vez más, pero debido a que son todos importados, los precios son elevados y la mayoría de la población no puede acceder a los mismos. La mayoría de la población utiliza los autobuses. La red de carreteras está muy desarrollada y en buen estado y existe un sistema de transporte público bien estructurado, tanto para los de larga distancia como para viajar dentro de la ciudad. Hay cuatro empresas que realizan el viaje a la capital, Tegucigalpa. También es conveniente para ir al puerto Cortés y para viajar a los países vecinos de Guatemala o El Salvador. Hay vuelos internos y hacia los EE UU que salen diariamente.

(2) Comunicaciones

La red telefónica está muy desarrollada pero no está muy difundida (1 teléfono cada 100 personas). Es posible hacer llamadas internacionales y si bien son aún pocos, hay también algunos teléfonos públicos.

Las comunicaciones en DIMA se hacen por radios de onda corta.

(3) Generación eléctrica

A partir del aumento en el precio del crudo, hay una tendencia a aumentar la generación hidroeléctrica. Últimamente hay pocos cortes de electricidad y se ha estabilizado el suministro eléctrico. Actualmente está construida una represa de generación hidroeléctrica en El Cajón, en uno de los afluentes del Río Ulúa, el Río Umuya, con lo que se mejoran ampliamente las condiciones del suministro eléctrico.

3.4 Condiciones sociales y económicas

La ciudad se encuentra en la planicie de Sula y es la capital del departamento de Corté. Se han utilizado fondos del Gobierno Central y del Banco Interamericano de Desarrollo para establecer un plan de desarrollo general de la planicie de Sula. (Desarrollo agrícola, generación hidroeléctrica, desarrollo de agua cruda, tratamiento del agua, etc.). El desarrollo de la planicie de Sula es muy importante para el país. La región produce el 60% de las bananas, el 75% de la caña

de azúcar y el 70% de la producción agrícola exportada se produce en esta región, concentrando el 40 - 50% del PBN. La ciudad de San Pedro Sula concentra la comercialización y la exportación de la producción de las ciudades vecinas. La política de desarrollo industrial también tiene su razón de ser en el hecho de que es la región más cercana a los EE UU. La infraestructura para tales industrias también se va desarrollando acompañado con el desarrollo industrial.

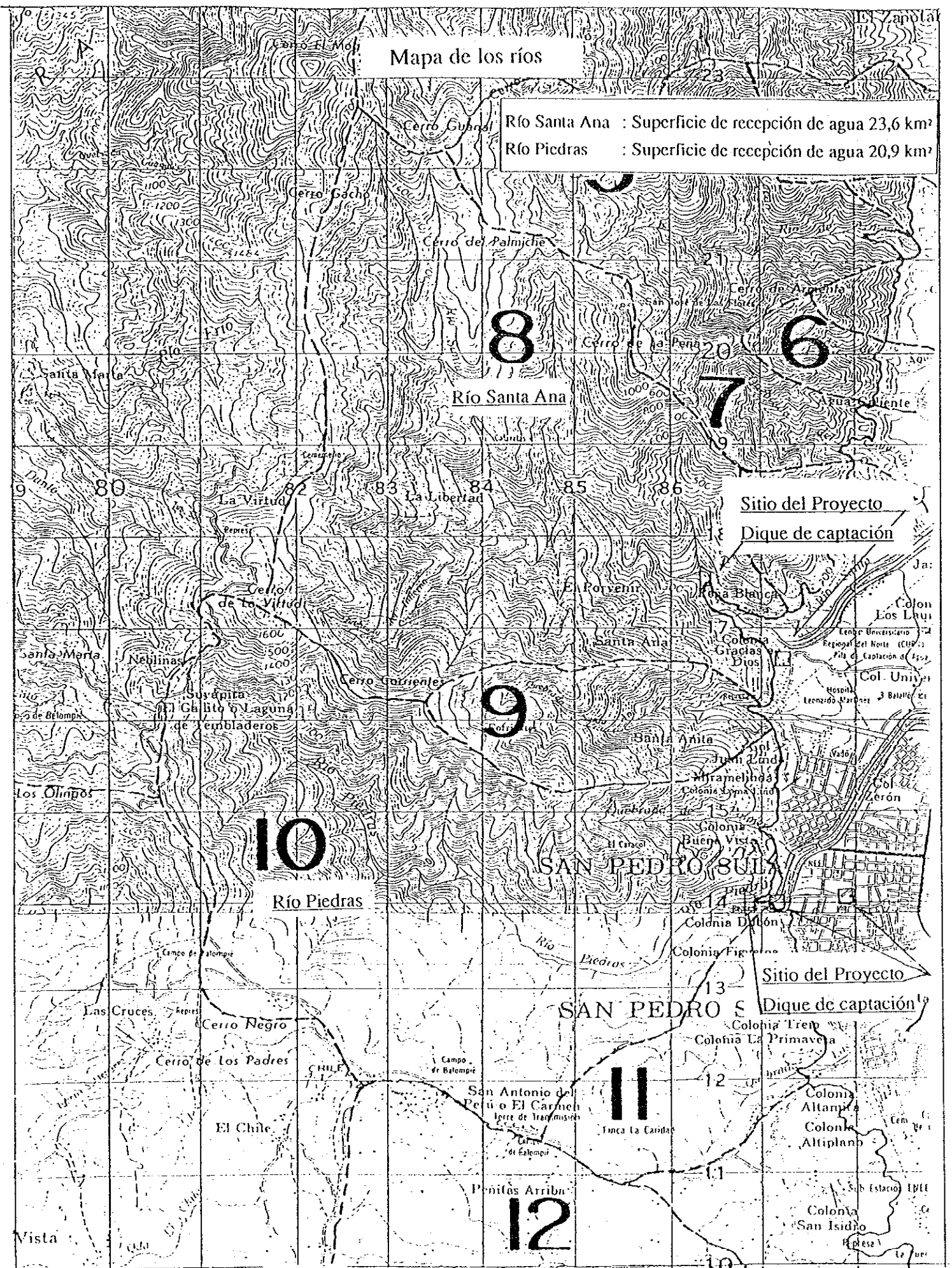


Figura - 8 Mapa de los ríos

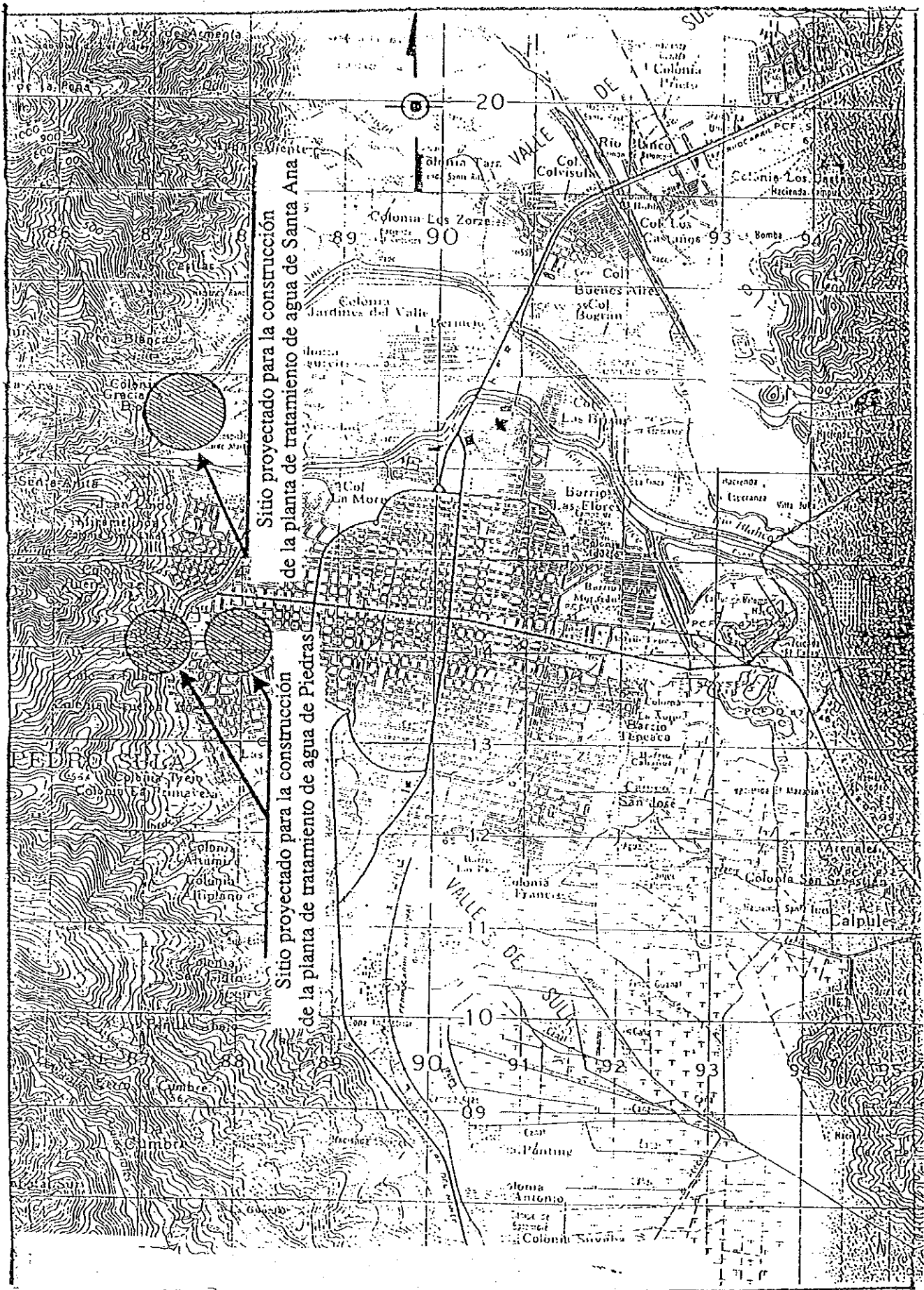


Figura - 9 Mapa de la ciudad de San Pedro Sula y zona de los proyectos

CAPITULO 4 CONTENIDO DE LA PLAN

CAPITULO 4 CONTENIDO DE LA PLAN

El contenido de la solicitud presentada por el Gobierno de la República de Honduras fue establecido en el momento del Estudio Preliminar y consistía en el tratamiento del agua cruda utilizando un método de filtrado lento. Sin embargo, el presente estudio en la República de Honduras ha permitido apreciar un grado de opacidad alto (opacidad, coloración) que puede solucionarse sólo si se le agrega un procedimiento previo mediante un depósito de mezcla de coagulantes como paso previo al depósito de sedimentación. Se ha llegado a un acuerdo al respecto con la contraparte. Además, para los estudios de calidad del agua que no pudieron hacerse con los equipos portátiles ni en los laboratorios de DIMA, se ha llevado el agua cruda al Japón para hacer, en lo posible, una prueba de jarra dentro de los análisis de calidad del agua.

Como resultado (para una descripción detallada, lea las condiciones básicas de calidad del agua) la causa del alto grado de coloración está en el humus (principalmente el ácido húmico) y su eliminación es muy difícil mediante el procedimiento mencionado anteriormente. Se ha llegado a la conclusión de que el mejor método para tratar el agua es un filtrado rápido. Por consiguiente, tanto el primer borrador como el segundo borrador han comparado ambos métodos de filtrado y se ha preparado un informe al respecto.

4.1 Objetivos del plan

El plan de suministro de agua de la ciudad de San Pedro Sula está basado en el Plan Maestro del Banco Mundial. El Plan se basa en la perforación de nuevos pozos para el bombeo de agua subterránea. En la actualidad se está utilizando el agua subterránea de los pozos y el agua fluvial de los ríos Santa Ana y Piedras. Debido a que el agua de los ríos puede distribuirse desde un punto cercano a los cerros, es posible aprovechar la fuerza de la gravedad para suministrar el agua utilizando la Naturaleza. Cuando comparamos este método con el uso de pozos que requieren el uso de bombas para hacer la distribución, el costo del suministro de agua es más bajo. (Cuando comparamos la energía eléctrica utilizada para suministrar la misma cantidad de agua por los pozos del Chamelecón, los costos necesarios en la planta de tratamiento de agua son de menos de la mitad: ver el capítulo 4). Por lo tanto, se recomienda utilizar al máximo el agua superficial de los ríos. Debido a que se le deberá dar prioridad a esta fuente de agua, será necesario construir nuevas plantas de tratamiento del agua y sólo se empleará el agua de los pozos como auxiliar para cubrir el faltante del agua

de los ríos.

4.2 Análisis del contenido del solicitud

4.2.1 Necesidad y ventajas del Proyecto

El contenido de la solicitud presentada por la República de Honduras fue la construcción de dos plantas de tratamiento de agua con el método de filtrado lento. Una de las plantas estará en el Río Santa Ana y tendrá una capacidad de tratamiento del agua de 15.000 m³/día. La otra planta estará en el Río Piedras y tendrá una capacidad de 10.000 m³/día. Sin embargo, hemos llevado las muestras de agua cruda del río Santa Ana y del río Piedras al Japón y hemos hecho varios análisis de calidad del agua, incluyendo una prueba de jarra. Se ha llegado a la conclusión de que la coloración es muy alta debido a la existencia de humus. Se han estudiado varias formas de eliminar el humus y se ha llegado a la conclusión de que, técnicamente, el método de filtrado lento solicitado no permite eliminar este problema. Desearíamos construir instalaciones de tratamiento del agua utilizando un método de filtrado rápido.

4.2.2 Estudio y resultados del método de tratamiento del agua

Hacemos la comparación de los métodos de procesamiento sugeridos y a continuación describimos un análisis de las distintas propuestas y sus resultados.

(1) Puntos de análisis comparativo de los métodos de purificación de agua

Cuadro 6 Puntos de análisis comparativo de los métodos de purificación de agua

Items de comparación	Río Santa Ana			Río Piedras		
	Filtrado lento	Filtrado lento (con coagulación)	Filtrado rápido	Filtrado lento	Filtrado lento (con coagulación)	Filtrado rápido
Color						
Menos de 15 grados O.M.S.	×	×	⊙	△	○	⊙
Menos de 5 grados O.P.S.	×	×	⊙	×	×	⊙
Permanganato de potasio						
Consumo 12 mg/l	×	×	⊙	×	△	⊙
BOD 2 mg/l	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Coliforme total 1.000	△	△	⊙	○	○	⊙
Opacidad menos de 10-30 grados (evaluación tomando en consideración la parada en la toma de agua)	○	⊙	⊙	○	⊙	⊙
Costos de mantenimiento y administración						
Costos de reparación	⊙	○	△	⊙	○	△
Costos de químicos	⊙	△	×	⊙	○	×
Personal	△	△	○	△	△	○
Costos de construcción						
Evaluación general	×	×	⊙	×	○	○

Niveles de evaluación	Utilización	Costos
	Bueno	----- ⊙ -----
Posible	----- ○ -----	Bastante barato
Sin comentario	----- △ -----	Bastante caro
Diffcil	----- × -----	Caro

(2) Análisis comparativo de los métodos de purificación de agua

1) Calidad del agua

a) Coloración

La coloración del agua se supone que se origina en el ácido húmico y, para su eliminación se debe utilizar un proceso de sedimentación por coagulación utilizando ácidos. Sin embargo, no ha sido posible inyectar coagulantes de tipo ácido para eliminar el ácido húmico con una formación de grumos de tamaño apropiado y se traslada una gran cantidad de estos al siguiente proceso. Durante casi toda la estación de lluvias el grado de coloración es muy alto y el tiempo de duración de toma continua es muy largo; se produce un gran traslado al depósito de filtrado y se tapa el filtrado muy rápidamente. Para evitar este problema, se sugiere un método de filtrado rápido. Si analizamos por el nivel de eliminación del color, durante la estación de lluvias el Río Santa Ana tiene un grado de coloración muy alto; se hace muy difícil cumplir con un valor de menos de 15°, propuesto por la O.M.S. utilizando el método de filtrado lento. A veces la coloración del Río Piedras es de menos de 15° y, dependiendo de la forma de hacer funcionar la planta, es posible llegar a las normas de la O.M.S. pero para ello, será necesario lavar la arena muy seguido, por lo que se hace difícil tomar una decisión sobre las ventajas en la administración del depósito de filtrado.

Las normas de la Organización Panamericana para la Salud establecen una norma de coloración de menos del 5° por lo que será necesario utilizar un gran volumen de alumbre lo que hace que se tape el depósito de filtrado; se recomienda por lo tanto el método de filtrado rápido. En cuanto a la turbiedad en el depósito de sedimentación, un método que elimine las partículas que dan origen a la turbiedad se eliminarán junto con las que dan origen a la coloración es la mejor solución. En este caso, el tiempo continuo necesario para la turbiedad es menor que para la coloración y pensamos que no es una solución efectiva. Es posible agregar algunos coagulantes adicionales tales como el silicio para eliminar los microgrumos que producen la turbiedad, pero en lugar de ello, sugerimos que el método más efectivo es el de crear un depósito de filtrado rápido.

b) Volumen consumido de permanganato de potasio

El volumen consumido de permanganato de potasio muestra también el nivel de materias orgánicas tales como el humus y se puede utilizar el mismo método que el usado para eliminar la coloración.

c) BOD

El valor de BOD es muy bajo y no presenta ningún problema sea cual sea el método escogido.

d) Coliformes

El número de coliformes aumenta mucho en el Río Santa Ana después de una lluvia pero puede resultar una carga muy grande cuando se utiliza el método de filtrado lento. Pero debido a que la mayoría de los coliformes se elimina junto con las partículas de la turbiedad en el depósito de sedimentación, se piensa que no habrá mayores problemas.

e) Turbiedad

Debido a que se piensa utilizar un depósito de sedimentación en ambos métodos, excepto en los casos donde la turbiedad es excepcionalmente alta no habrá mayores problemas en eliminar la turbiedad.

2) Costos

a) Costo de reparación

En términos de costos de reparación, el método de filtrado rápido los equipos para el lavado y los equipos para la inyección de productos químicos son más complicados y el costo de administración y mantenimiento se vuelve, consiguientemente, más elevado.

b) Costo de los productos químicos

Para eliminar la coloración se utiliza la coagulación por productos químicos y un depósito de filtrado, si pretende obtener suficiente eliminación de la coloración, el volumen de productos químicos utilizado en el método de filtrado rápido será mayor.

Por otro lado, la inyección de productos químicos en el método de filtrado lento tiene limitaciones y puede no ser posible eliminar completamente la coloración. En ese sentido el costo de los productos químicos es menor.

c) Personal

Cuando se inyecta una gran cantidad de coagulantes en el método de filtrado lento, la experiencia indica que será necesario lavar la arena más de dos veces al mes. Esto requiere una gran cantidad de obreros. En la práctica, si se procede a lavar la arena más de 2 veces al mes, no hay suficientes depósitos de reserva para el filtrado por lo que pierde rápidamente la eficiencia

del filtrado lento durante su funcionamiento. Esto hace que la eficacia de la purificación de agua deje de ser suficiente. Por lo tanto, un aumento del número de personas no es suficiente para solucionar el problema.

d) Costos de la construcción

En general, la construcción de un depósito de filtrado lento es más caro. No es posible hacer un estudio comparativo a niveles iguales pero en el caso de la República de Honduras, el cemento es el material más barato y no existirían mayores diferencias de costos. Sin embargo, debido a la falta de espacio en el terreno y considerando la necesidad de ampliar las instalaciones en algún momento en el futuro, es mejor seleccionar el método de filtrado rápido.

(3) Evaluación general

Río Santa Ana:

Para eliminar la coloración (hasta los valores normales establecidos por la O.M.S.) el método de purificación de agua recomendado es el del filtrado rápido. Desde el punto de vista de los costos, el funcionamiento es relativamente más caro. Sin embargo, el costo es la mitad de lo que cuesta bombear el agua de los pozos del Chamelecón y distribuirla al centro urbano, y el nivel del agua suministrada es excelente.

El método de filtrado lento no permite eliminar completamente la coloración y, debido a que es necesario contratar personal para el lavado de la arena, es difícil determinar la eficacia en términos del costo de la mano de obra.

Río Piedras:

Debido a que la calidad de agua es básicamente buena, podrá alcanzar el nivel normal establecido por la O.M.S. incluso con el método de filtrado lento. Cuando se hace una purificación utilizando los pasos normales, la calidad del agua no mejora notablemente. Es muy difícil llegar al nivel de calidad de agua de las fuentes de agua obtenidas de los pozos.

Tanto el método de filtrado rápido como el método de filtrado lento tendrán un costo adicional de aproximadamente 1.000.000 de lempiras al año (un 10% de los ingresos por el suministro de agua potable). Esto es aproximadamente la mitad de los costos del consumo eléctrico de la misma cantidad de agua obtenida de los pozos del Chamelecón y, desde el punto de vista de la administración de aguas, de ser posible, conviene utilizar el método de filtrado rápido que produce un nivel de calidad de agua comparable al de los pozos de agua.

Material de referencia Comparación de capacidades de los depósitos de filtrado

Comparación de capacidades de los depósitos de filtrado

Cuadro 7 Comparación de capacidades de los depósitos de filtrado

		Depósito de filtrado lento	Depósito de filtrado rápido
Valores normales	Diámetro de las partículas de arena para el filtrado	0,3-0,45 mm	0,45-0,7 mm
	Espesor de la capa de arena	70-90 cm	60-70 cm
	Capacidad de filtrado	Atrapa los organismos Filtrado superficial en capa de arena (parcialmente en el interior) (atrapa las partículas microscópicas)	Filtrado en la capa superficial de arena (parcialmente en el interior) (atrapa los grumos)
	Salubridad	1-2 semanas (se multiplican microorganismos)	No es necesario
	Velocidad de filtrado	5 m/día	120 m/día
	Tiempo para lavado (normal)	30 días	48 horas
Valores reales	Traslado al siguiente proceso u turbiedad	Opacidad máximo 10° (No es necesario utilizar coagulantes)	Normalmente se traspasan al siguiente proceso menos del 20% de los grumos
	Límite de pérdida de capacidad del filtrado	30 cm	30 cm
Utilizados	Eliminación del color (ácido húmico)	Se realiza en la etapa previa	Se acumulan grumos hasta una profundidad de 40 cm en el filtrado
	Método de microfloculación	No es posible	Aceptable

4.2.3 Condiciones del lugar donde está ubicado el Proyecto

El Capítulo 2 estuvo destinado a describir el área geográfica y condiciones naturales del lugar del proyecto. En esta sección describiremos las condiciones y terreno específico en el que se proyecta la construcción de la planta de purificación de agua. (Ver la figura 8,9.)

(1) Sistema del Río Santa Ana

El agua cruda del presente sistema proviene del Río Santa Ana, rodeado por montañas escarpadas. A una altitud sobre el nivel del mar de 1.711 m, tiene su fuente en el cerro de La Virtud. Se junta el agua para la toma de la fuente del río entre los bosques en una superficie de aproximadamente 24 km² para suministrarla a la ciudad de San Pedro Sula.

El sitio proyectado para la planta de purificación de agua está en el final del valle del Río Santa Ana, en un lugar amplio con forma de abanico alto en la orilla derecha. Está a una altitud sobre el nivel del mar entre 175 m y 150 m lo que significa que hay un desnivel importante en la ladera de la montaña.

Parte del sitio ha quedado erosionado y la piedra arenisca está expuesta. Para preparar el terreno, será necesario construir muros de contención. El terreno es de propiedad municipal y, debido a que el terreno está siendo usado ilegalmente por varias personas, se están construyendo viviendas públicas para ellos y ya se ha llegado un acuerdo con estas personas para que abandonen el lugar. (Hay 33 viviendas precarias en el lugar)

Se tiene previsto finalizar las tratativas con los ocupantes para ENERO del 1994 (mil novecientos noventa y cuatro), y se espera que abandonen pacíficamente el lugar.

(2) Sistema del Río Piedras

El agua cruda presenta las mismas características que el Río Santa Ana. La superficie de la captación de agua es de unos 21 km². La calidad del agua es mejor que la del Río Santa Ana pero en volumen es ligeramente inferior. No ha sido posible obtener un terreno con el área necesaria para la instalación de la planta de purificación de agua. Se ha decidido establecer un depósito de sedimentación (depósito de agua cruda) en la orilla derecha, cerca de la salida del valle del Río Piedras (en los terrenos que lindan con el río). Se piensa que el depósito de filtrado pueda construirse en los terrenos utilizados actualmente para el depósito de distribución.

4.2.4 Alcance y dimensiones del plan

(1) Alcance del plan

1) Para el Río Santa Ana

El tubo de 700 mm de diámetro para la tubería de impulsión a la planta de purificación de agua proyectada deberá conectarse a un punto de bifurcación del tubo de 800 mm de diámetro ya existente. Se incluye como parte de este proyecto la conexión con la tubería de impulsión ya existente así como la construcción de tuberías de desagüe de las 2 plantas a los sistemas de alcantarillado. (Ver la figura 10.)

2) Para al Río Piedras

El proyecto de la planta de purificación de agua incluye la conexión entre el reemplazo de un tubo de 600 mm de diámetro desde el punto de bifurcación de la tubería de impulsión a la planta de purificación de agua y la construcción de una tubería de impulsión con válvula entre el depósito de distribución en la planta de purificación de agua y el depósito de distribución existente. Además, se incluye una tubería de impulsión de 700 m con un diámetro

de 600 mm entre el depósito de agua cruda y el pozo de recepción del agua. (Ver la figura 11.)

(2) Conceptos sobre las dimensiones del proyecto

1) Para el Río Santa Ana

Volumen procesado 15.000 m³/día

- A. Pozo de recepción de agua
1 depósito, 96 m³
- B. Depósito de mezcla de productos químicos
Instalación de la mezcla de coagulantes 1 depósito, 48 m³
Tiempo de permanencia: 4, 6 minutos (Max. 2,3 min.)
- C. Depósito de formación de grumos
2 depósitos: Capacidad 203,7 m³ x 2 depósitos
Tiempo de permanencia: 39 minutos (Max. 20 min.)
- D. Depósito de sedimentación
Tipo: Depósito de sedimentación por productos químicos de tipo flujo horizontal, 1 depósito 2 recipientes
Tiempo de permanencia: 4,1 horas Profundidad: 3~4 m
Capacidad: 1.280 m² x 2 recipientes
- E. Depósito de filtrado
Tipo: Depósito de filtrado rápido por gravedad
Velocidad del filtrado: Estándar 120 m (5 depósitos funcionando, 1 de reserva), Máximo 200 m
Superficie: 180 m² (en funcionamiento normalmente 150 m²)
Número de depósitos: 6 (1 de reserva)
Cada depósito: 30 m²
- F. Instalaciones para cloración
Máximo (100%) 44.000 m³/día - 3 mg/l, Tipo húmedo
- G. Depósito de distribución
1 depósito 2 recipientes
Capacidad efectiva 5.000 m³ (para 8 horas)
- H. Medidor de caudal
Tipo dique, tipo parcial, tipo Venturi
- I. Otros, Tubería de impulsión/salida de flujo, Tubos en la planta de purificación, Red de drenaje, Red de sobrelenado

2) Para el Río Piedras

Volumen procesado 10.000 m³/día

- A. Pozo de recepción de agua, 66,3 m³
- B. Depósito de mezcla de productos químicos
Instalaciones de la mezcla de coagulantes 1 depósito, 34,7 m³
Tiempo de permanencia: 5 minutos (Max. 2,5 min.)
- C. Depósito de formación de grumos
2 depósitos, Capacidad: 123 m³ x 2 depósitos
Tiempo de permanencia: 35,4 minutos (Max. 17,7 min.)
- D. Depósito de sedimentación
Tipo: Depósito de sedimentación de productos químicos de tipo flujo horizontal, 1 depósito, 2 recipientes
Tiempo de permanencia: 4,0 horas
Profundidad: 3~4 m
Capacidad: 832 m² x 2 recipientes
- E. Depósito de filtrado
Tipo: Depósito de filtrado rápido por gravedad
Velocidad del filtrado: Estándar 120 m (5 depósitos funcionando, 1 de reserva), Máximo 200 m
Superficie: 120 m² (en funcionamiento normal 100 m²)
Número de depósitos: 6 (1 de reserva)
Cada depósito: 20 m²
- F. Instalaciones para cloración
Máximo (100%) 35.000 m³/día - 3 mg/l, Tipo húmedo
- G. Depósito de agua purificada, 1 depósito, 2 recipientes, 2.500 m³ (para 6 horas)
- H. Medidor de caudal Tipo dique, tipo parcial, tipo Venturi
- I. Otros, Tubería de impulsión/salida de flujo, Redes en la planta de purificación, Redes de drenaje, Redes de sobrellenado

4.3 Estudio de compatibilidad con proyectos relacionados

Este proyecto tiene relación estrecha con otros proyectos de ayuda del Banco Mundial. Para que este proyecto sea de utilidad, será necesario analizar el contenido de la ayuda económica del Banco Mundial, para compatibilizar sus objetivos en la medida de lo posible.

El contenido del Plan Maestro ya fue esbozado en la solicitud de la Cooperación Financiera no Reembolsable, pero, a continuación, daremos algunas explicaciones

adicionales al respecto.

(1) Se planea utilizar 10 pozos con una capacidad de 13.000 m³/día en la zona Sur y en la zona Oeste.

6 de los pozos se perforaron en el Chamelecón y 4 en el Sunseri. Se abrió una licitación internacional, ganada por una empresa mexicana. Se ha hecho una prueba de bombeo y los resultados han sido los siguientes:

Chamelecón 150 l/seg. x 6 = 900 l/seg.

Sunseri 100 l/seg. x 4 = 400 l/seg.

Total = 1.300 l/seg.

Con esto se aseguró un suministro diario de 112.000 m³ de aguas subterráneas. En la actualidad sólo un pozo del Chamelecón está funcionando para el suministro de la población adyacente. Se ha terminado de diseñar la tubería de impulsión del agua del pozo al tanque.

(2) Construcción del recipiente de distribución alto (Capacidad total 10.000 m³) Se debe terminar la construcción en octubre de 1995. En la actualidad está en la etapa de diseño. Se prepararán antes de fin de año los documentos para la licitación, se publicará y se seleccionará al ganador. Se empezará a construir el tanque en junio de 1994 y se estima que el período de construcción será de un año.

(3) Construcción de una red de distribución de agua de 80 km Debido a las diferencias en la altitud sobre el nivel del mar, la zona del suministro de agua se ha dividido en 4 subzonas. Los trabajos de construcción se dividirán en dos etapas, I y II. La tubería para la zona alta ha empezado a diseñarse a partir de junio de 1993. Se tiene proyectado entrar en la segunda etapa en octubre de 1994. Se estima que el período de construcción será de 6 meses. Se tiene proyectado completar toda la red de tubos de suministro de agua antes de que empiece a funcionar la planta de purificación de agua.

(4) Obras para el mejoramiento de la boca de captación Las obras para el mejoramiento de la boca de captación de agua y de la tubería de impulsión al depósito de distribución existente están en la etapa de diseño. Para setiembre de 1993 se tiene proyectado tener todos los documentos para la licitación, se seleccionará la empresa adjudicataria y empezarán los trabajos. Este es el trabajo más relacionado con la construcción de la planta de purificación y se ha discutido con las autoridades del Banco Mundial y de DIMA a cargo

del Plan Maestro para que se hagan responsables de completar los trabajos de cambio de la tubería de impulsión y del mejoramiento de las instalaciones de captación de agua antes de la puesta en marcha de la planta de purificación de agua. El resultado de estas divisiones ha quedado registrado en las minutas. Será necesario continuar permanentemente las discusiones sobre el calendario de las obras.

(5) Fortalecimiento de la organización de DIMA

Deberá fortalecerse la organización administrativa y deberán realizarse entrenamientos técnicos para mejorar la capacidad técnica, adquiriendo e instalando los equipos necesarios para la administración y mantenimiento de la planta. Se ha planeado la compra e instalación de medidores para setiembre de 1994, contribuyendo a convertir este organismo en una empresa más eficiente y sufragando de esta forma los costos de administración del mantenimiento y funcionamiento de la planta de purificación de agua.

4.4 Sistema organizacional encargado del proyecto

La responsabilidad del proyecto por parte de la República de Honduras corre por cuenta de la División Municipal de Aguas (DIMA) de la Ciudad de San Pedro Sula, un organismo público local independiente financieramente de los organismos gubernamentales.

DIMA está dirigido por una Junta Municipal de Aguas compuesta por 7 miembros gobernado por un presidente. El organismo puede dividirse básicamente en tres grandes Gerencias: Técnica, Administrativa y de Personal. Cada una de ellas está bajo la dirección de un Gerente. La Gerencia técnica se divide a su vez en una sección de control de calidad, plan maestro, perforación de pozos, administración de agua potable, etc. conformando 14 secciones. La Gerencia Administrativa se compone de una sección contabilidad, una sección de comercial, etc. con un total de 11 secciones. La Gerencia de Personal se divide en una sección de control de personal y una sección de desarrollo y entrenamiento de personal. Además, hay personal de apoyo tales como la asesoría legal o la auditoría interna. Actualmente, a agosto de 1993, debajo del Presidente hay 402 personas trabajando para este organismo. (Ver el organigrama.)

En la actualidad, el control del funcionamiento de las instalaciones existentes está a cargo de la gerencia técnica, sección de control y, una vez finalizado el presente proyecto, la misma sección estará a cargo del funcionamiento de las plantas. El actual gerente técnico ha estado a cargo de la construcción y control