

CAPÍTULO 10

CONSIDERACIONES PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

10.1 GENERALIDADES

El concepto para la recolección y disposición de las aguas residuales está basado en el criterio fundamental del diseño en ingeniería. Estas aguas residuales debe ser recolectadas separadamente en tuberías principales, sub. principales, ramales y laterales. Inicialmente, las facilidades de la planta de tratamiento pueden ser las mínimas, pero capaces de ser agrandadas y mejoradas, de manera que puedan servir los requisitos de una población en crecimiento o más estrictos estándares ambientales de calidad.

El concepto propuesto en este plan maestro, sugiere la construcción por fases tanto de las facilidades de alcantarillado como las de las plantas de tratamientos de aguas residuales. El resultado será un beneficio inmediato para una parte importante en el Área de la población incluida en el Plan Maestro, consecuentemente con limitaciones de tipo económicas.

En el ínterin, este plan promueve el uso, operación y mantenimiento apropiado de las presentes facilidades de alcantarillado. Los tanques sépticos y otras facilidades ineficientes serán finalmente eliminadas en la medida en que las nuevas redes de alcantarillado, colectores principales e interceptores, sean expandidos, y las nuevas plantas de tratamiento con suficiente capacidad sean provistas.

Para el año 2015, se ha asumido que la mayoría de la ciudad de Santiago y sus áreas periféricas tendrán un sistema separado de tuberías para recolectar y conducir las aguas residuales a las plantas de tratamiento, y donde quiera en distritos poco poblados, las aguas residuales serán tratadas en el lugar por sistemas privados de tratamiento.

10.2 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

10.2.1 CONCEPTOS EN LA PLANIFICACIÓN DE ALCANTARILLADO

El concepto de recolección para aguas residuales bajo este programa, es la inmediata recolección de las aguas residuales crudas y/o parcialmente tratadas (los efluentes de tanques sépticos u otras facilidades sanitarias existentes) de las áreas pobladas donde existen facilidades de alcantarillado.

En ciertas áreas, fuera del Área de Estudio, que se espere que razonablemente puedan contribuir al sistema de alcantarillado, éstas serán recalculadas para incluir estos caudales adicionales en cuanto se considere necesario. Cualquiera otras áreas tributarias adicionales, no deben ser permitidas sin una planificación apropiada.

10.2.2 ALCANTARILLAS PRINCIPALES E INTERCEPTORAS

(1) Generalidades

El caudal del agua residual es conducida normalmente por gravedad hacia los puntos de descarga. El perfil del interceptor principal y de los colectores se examinan para determinar que no sea necesario una estación de bombeo para subir a un nivel superior y así poder llegar a la planta de tratamiento

(2) Distrito de Alcantarillado de Rafey

El Distrito de Rafey es el más grande y le sirve mayormente a la porción central de los distritos urbanos de Santiago. Siendo la topografía del Distrito de manera tal que la superficie del suelo

generalmente declina de este a oeste, los colectores principales y los interceptores siguen la misma dirección del drenaje natural.

Debido a que al norte del Arroyo Nibaje hay un área de colinas que impide que las aguas residuales sean conducidas por gravedad a Rafey, en 1970 el plan maestro para el alcantarillado concibió una estación de bombeo para esta área. Este plan fue alterado posteriormente y un sifón invertido fue construido para cruzar el río Yaque del Norte, así como para permitir el flujo de las aguas residuales continuamente por gravedad.

El sifón invertido consiste de dos tubos separados de 24" y 30" de diámetro respectivamente. Las tuberías que siguen el sifón invertido, están colocadas cercanas a la tierra cubiertas con un metro de tierra, y están conectadas al colector principal de 70" de diámetro, para aliviar el exceso de agua cuando es tiempo de lluvias y/o se produce un apagón. Las alcantarillado existentes mencionadas más arriba, son mostradas de manera esquemática en la Figura 10.1

Las aguas residuales, que están localizadas aguas arriba del Arroyo Nibaje, que al presente están descargando sus aguas residuales a la planta existente del Embrujo, tienen que ser desviadas al Distrito de Rafey por las siguientes razones:

- El colector principal que sirve el Distrito, corre a lo largo del Arroyo Hoya del Caimito. Sin importar el hecho de que el diámetro del colector, aguas arriba, es de 24", el colector al que se conecta aguas abajo es de 12" de diámetro, desde la Autopista Duarte y así continua. Ya que la capacidad del colector aguas abajo parece insuficiente para recibir el caudal del colector aguas arriba; y
- El área tributaria del Distrito es relativamente amplia en comparación con otros Distritos, y grandes programas de desarrollos urbanos están siendo ejecutados. Consecuentemente, la capacidad actual de tratamiento de la planta existente será sobrepasada y ésta no será capaz de tratar el caudal adicional de aguas residuales.

La construcción de parte del colector principal "Colector 10 hasta Pontezuela", la cual conduce las aguas residuales hasta la planta de tratamiento de Rafey, fue iniciado, pero interrumpido más tarde y quedó incompleto. El colector principal y el que está planeado se ilustran en la Figura 10.2.

(3) Distrito de Alcantarillado del Embrujo

La planta de tratamiento tanque Imhoff de la Urbanización Thomen, es muy difícil que pueda producir un efluente que cumpla con los estándares de calidad para la descarga, y por lo tanto; las aguas residuales serán desviadas a la planta de tratamiento del Embrujo en el futuro como se ilustra en la Figura 10.2. Para este propósito, una nuevo colector será colocada al lado del canal de descarga existente, el cual a la misma vez recolectará las aguas residuales de las tuberías existentes en las partes bajas que quedan a lo largo del drenaje.

(4) Distritos de Alcantarillado de Cienfuegos y Los Salados

Los Distritos de alcantarillado de Cienfuegos y Los Salados sirven de tributarios al arroyo Jacagua, y por esta razón las aguas residuales tratadas son descargadas aguas abajo del río Yaque del Norte, el cual queda bastante lejos de los distritos urbanos centrales. En el Distrito de Cienfuegos, las tuberías del alcantarillado están bien colocadas; sin embargo, la capacidad original de diseño resulta insuficiente para manejar el caudal adicional de aguas residuales y se está colocando una nueva línea de alcantarillado paralela a la Avenida Circunvalación.

En el Distrito de Los Salados la red de alcantarillado para la recolección ha sido casi completada. Un plan se está contemplando para construir un colector a lo largo del arroyo Salado y sus tributarios. Cuando se complete la colocación del colector principal las aguas residuales de algunas áreas que tienen el servicio de alcantarillado podrán ser conectadas a la planta de

tratamiento, ya que de otra manera no tendrían acceso al sistema público de alcantarillado.

El sistema de recolección de las aguas residuales son mostrados esquemáticamente en la Figura 10.3

(5) Distritos de Alcantarillado Zona Sur y La Herradura

Solo partes de esos Distritos están servidos por alcantarillado, al momento no se ha construido una planta de tratamiento. El Distrito Zona Sur recolecta las aguas residuales mayormente del tributario de Arroyo Hondo, el cual es un ramal del río Yaque del Norte. Aunque este Distrito es adyacente al Distrito de Rafey, una planta de tratamiento independiente se ha planeado por las siguientes razones:

- Para conducir las aguas residuales de este Distrito hasta la planta de tratamiento de Rafey, sería necesario la construcción de una gran estación de bombeo;
- Las aguas residuales pueden ser recolectadas por gravedad si las tuberías se colocan a lo largo de Arroyo Hondo; y
- El colector principal existente no tiene la capacidad hidráulica para conducir este caudal hasta la planta de tratamiento de Rafey, y es evidente que no es ni técnica ni económicamente factible incrementar la capacidad hidráulica de la tubería principal existente para manejar este caudal adicional.

Una parte del Distrito de La Herradura está conectado al Distrito de Rafey, cubriendo las áreas de Corona Plaza y la Otra Banda. El área del Corona Plaza puede ser descargada por gravedad al colector principal, mientras que el área de la Otra Banda está siendo descargada al Distrito de Rafey mediante la estación de bombeo la Otra Banda. Todas las aguas residuales en este Distrito pueden ser conducidas a la nueva planta de tratamiento por gravedad; sin embargo, la nueva planta de tratamiento estará disponible solo en la última etapa, y consecuentemente las aguas residuales serán conducidas al Distrito de Rafey hasta tanto la nueva planta esté construida.

(6) Distrito de Alcantarillado de Tamboril

La mayoría de los distritos urbanos de la Ciudad están servidos por el sistema actual de alcantarillado. Todas las aguas residuales recolectadas mediante la red de tuberías son transportadas por gravedad a una planta de tratamiento convencional de lodos activados. En la ciudad de Tamboril, una ciudad satélite del Área Metropolitana de Santiago, hay una gran actividad de construcción de complejos habitacionales. Estos desarrollos habitacionales están localizados mayormente en las tierras altas al norte del centro de la Ciudad, donde un sistema de alcantarillado deberá ser provisto en el futuro cercano.

En general, esta área de alcantarillado está en tierras altas por lo que se elimina la necesidad de estaciones de bombeo y las aguas residuales pueden fluir por gravedad hacia la planta de tratamiento.

El trazado de este sistema de recolección de aguas residuales se muestra en la Figura 10.4.

(7) Distrito de Alcantarillado Sanitario de Licey

La ciudad de Licey está situada en la margen derecha del Arroyo Licey, y su distrito urbano se ha expandido a ambos lados de la Carretera Duarte. Como se está construyendo un nuevo aeropuerto internacional en la parte sur de la Ciudad, también se planea la construcción de carreteras de acceso. Por esta circunstancia, se espera que la Ciudad tenga un gran potencial de desarrollo en el futuro cercano. En el área de Uveral, localizada en la proximidad del Aeropuerto, se desarrollan grandes proyectos habitacionales, y la Ciudad es muy probable que se expanda hacia esa zona en lo inmediato. Se ha seleccionado que la nueva planta de tratamiento sea construida en esa zona por las siguientes razones:

- Todas las aguas residuales pueden ser conducidas por gravedad a la planta de tratamiento;
- Un área de terrenos suficientemente amplia puede ser asegurada para la planta de tratamiento;
- Un lugar apropiado para el drenaje está localizado cerca del sitio para descargar el efluente;
- El sitio está bastante aislado y no tendrá ningún impacto de significación para el área circundante; y
- Parece no haber mucho constreñimiento para agenciarse el terreno.

La topografía de la Ciudad es que el Arroyo Lacey fluye de norte a sur de acuerdo con el nivel del terreno que declina hacia el sur. De igual manera, las tuberías pueden ser colocadas siguiendo la topografía natural del terreno. El trazado propuesto para el sistema de recolección de las aguas residuales se ilustra en la Figura 10.5.

10.2.3 BASES PARA EL DISEÑO DE LAS ALCANTARILLADO

Los renglones principales para el criterio de diseño del sistema de recolección de las aguas residuales son discutidos aquí. En general y excepto por razones especiales, la planificación y diseño del sistema de alcantarillado está hecho de acuerdo a los siguientes criterios:

(1) Período de Diseño

En general, las tuberías deben ser diseñadas para una población de usuarios hasta el año 2015, excepto por la parte del sistema que puede ser agrandado en su capacidad.

(2) Factores de Diseño

Para determinar la capacidad requerida para las redes sanitarias, los siguientes factores serán considerados:

- Caudal máximo de aguas residuales por hora; El caudal máximo por día x 1.5+infiltración+aguas residuales industriales;
- Caudal máximo adicional de aguas residuales de cualquier facilidad si se justifica necesario;
- Infiltración de 25 litros per cápita diario (lpcd);
- Topografía del área, vertientes, hondonadas, etc.;
- Profundidad de excavación para tuberías, en general menores de 6 metros; y
- Requisitos de bombeo

(3) Bases de Diseño

Alcantarillas públicas no deben ser menores de 200 mm de diámetro, excepto para las tuberías de conexión a las casas. La ecuación Manning debe ser usada en principio para tuberías por gravedad.

(4) Velocidad de Flujo

Todas las tuberías deben ser diseñadas y construidas para velocidades medias, cuando la altura de agua llega un 60 % del diámetro de la tubería, de no menos de 0.6 m/seg basado en la fórmula de Manning. La velocidad no debe exceder los 3 m/seg en cualquier tipo de tubería para evitar la erosión. Las pendientes de las tuberías deben ser tal que el flujo de las aguas residuales con velocidades promedio de más de 0.6 m/seg cuando fluyendo a todo su capacidad.

(5) Alineamiento

Las tuberías deben ser colocadas, generalmente, alineadas entre registros.

(6) Incremento de Tamaño de las Alcantarillas

Cuando una tubería intercepta para conexión a otra de mayor tamaño, el nivel del final del tubo mas grande debe bajarse suficientemente para mantener el mismo gradiente de energía. Un método aproximado para lograr estos resultados es el de colocar las campanas de las dos tuberías (la de mayor diámetro y la de diámetro más pequeño) al mismo nivel.

(7) Juntas e Infiltración

Las juntas de las tuberías deben diseñarse de manera tal que minimicen la infiltración y también impedir la entrada de raíces y otros obstáculos.

(8) Registros

Los registros deben ser instalados al final de cada línea; en todo cambio de pendiente, tamaño, o alineación; en todas las intersecciones; y a las distancias que se muestran en la siguiente tabla:

Espaciamiento Máximo entre Registros	
Diámetro de la Tubería (mm)	Espaciamiento Máximo del Registro (m)
200 o menor	30
200 a 500	45
600 a 1,000	80
1,000 o mayor	100

10.2.4 DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO

Aunque las tuberías se diseñan en principio para conducir las aguas residuales por gravedad, pueden existir algunos sitios, en donde una estación de bombeo sea económicamente justificable. En esos casos, una estación de bombeo debe ser diseñada. Todo el equipo de bombeo, tuberías y conductos tienen que ser diseñados para manejar los caudales picos esperados.

Para una estación de bombeo de gran capacidad, para elevar las aguas de un colector o subcolector principal o principal, esta debe generalmente ser del tipo de cárcamo seco. Provisión debe ser hecha en la facilidad para la remoción de las bombas y los motores. Un acceso apropiado y seguro debe ser provisto al cárcamo de las estaciones de bombeo y a los cárcamos húmedos que tienen rejillas de barras y equipo mecánico que requieren de inspección y mantenimiento.

Para estaciones de bombeo intermedias, requeridas para elevar las aguas de un ramal o subramal, las bombas deben ser del tipo sumergible con su registro o cualquier estructura similar. Las bombas sumergibles deben permitir ser desmontadas y reemplazadas sin que se pierda el cebado de la tubería, y se pueda continuar la operación con las otras bombas.

10.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES**10.3.1 META EN LA CALIDAD DEL EFLUENTE**

El diseño de las cualidades efluente de WWTP a las aguas públicas son determinados basando los estándares de calidad de las aguas descargadas al suelo sirven de base para el desempeño esperado de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Estos requisitos incluye una cierta remoción del DBO₅, y de otros reglones de nutrientes como se muestra más abajo:

- DBO₅ = 35 mg/L
- SS = 35 mg/L
- T-N = 18 mg/L
- T-P = 2 mg/L
- Número Total de Coliformes (MPN) = 1,000/100mL

10.3.2 EVALUACIÓN DE PROCESOS DE TRATAMIENTO ALTERNATIVOS

(1) Procesos Alternativos

Los requisitos mínimos para un proceso de tratamiento seleccionado son el alcanzar las eficiencias de remoción de nutrientes que cumplan con los estándares de la calidad del efluente. Cualquier proceso de tratamiento cuya eficiencia de remoción de BOD₅ y del SS en un 80 % o menos difícilmente puede cumplir con estos requisitos, ya que las concentraciones de BOD₅ en el agua cruda para el 2015 serán en el orden de 160 a 200 mg/L y hasta más altos en algunos distritos de alcantarillado.

En la selección del proceso adecuado para el tratamiento, aquellos que no cumplan con los requisitos son los primeros en ser descartados para un estudio más detallado, y los siguientes procesos han sido considerados:

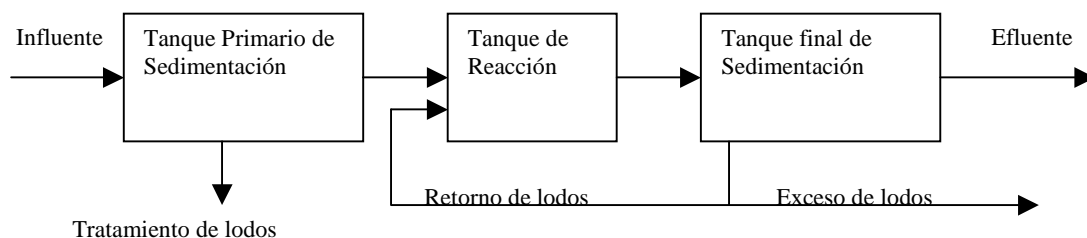
- Sistema convencional de lodos activados.
- Zanja de oxidación.

Para la comparación de los procesos alternativos arriba mencionados, elementos importantes como son el capital y los costos de la operación y mantenimiento, requisito de tierra, complejidad del proceso en su operación y mantenimiento, producción de lodos, eficiencia en la remoción de elementos orgánicos, etc., han sido evaluados.

(2) Procesos Convencional de Lodos Activados

Este proceso consta de un desarenador, un tanque primario de sedimentación, un tanque de aeración, tanque final de sedimentación, tanque de clorinación de contacto, espesadores de lodos, digestores de lodos, secadores de lodos y otras facilidades auxiliares. El agua residual se airea comúnmente por un período de unas 6 a 8 horas, basado en el caudal promedio de diseño en la presencia de una porción de lodo secundario. La razón de retorno de lodo expresado como un porcentaje del caudal de diseño de aguas residuales que ingresan al proceso es normalmente de un 25 %, con un mínimo y máximo que van del 15 al 75 %.

La eficiencia esperada en la remoción del DBO en un proceso de lodos activados es de un 90 % o mayor cuando el sistema es operado apropiadamente. El diagrama de flujo típico de un proceso convencional de lodos activados es ilustrado más abajo.

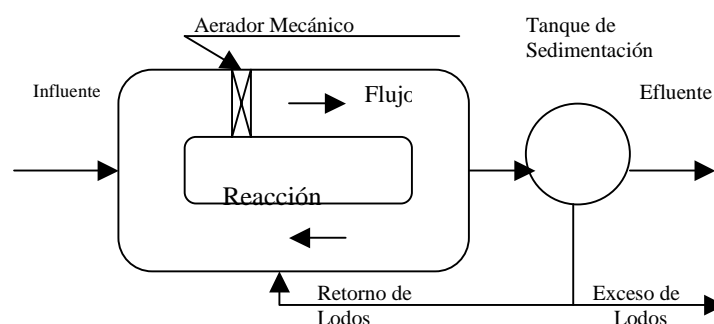


Hay diferentes bases para la planificación de los procesos convencionales de lodos activados dependiendo de su localización y las condiciones de los alrededores, tales como el tiempo de retención en los tanques de reacción, densidades de los MLSS, profundidad de los tanques, forma de los tanques, etc.

(3) Proceso de Tratamiento en Zanjas de Oxidación

El proceso de la laguna de oxidación es una aeración extendida consistente en un canal en forma de anillo, de 1.0 a 3.0 metros de profundidad y otras facilidades iguales a aquellas para procesos de aeración extendidos. Aeradores son colocados a lo ancho de la zanja para proveer aeración y circulación a las aguas residuales. La eficiencia de la remoción del DBO es casi la misma de la del proceso convencional.

El proceso de la zanja de oxidación generalmente omite la sedimentación primaria y utiliza largos canales como reactores, los cuales están provistos de aeradores para la aeración. Las zanjas de oxidación son usadas para tratar las aguas residuales con una baja carga de lodos activados, y la separación de sólidos-líquidos se hará en tanques secundarios de sedimentación. Un diagrama esquemático de flujo del proceso se ilustra a continuación:



El equipo de aeración suplente el aire al proceso biológico, para mezclar el agua residual el lodo activado en las zanjas, recirculación del licor mezclado, y prevenir la sedimentación de los lodos. Estos son discutidos en detalle más adelante en el Apéndice 9.2.1 “Selección del Proceso de Tratamiento de las Aguas Residuales”.

10.3.3 SELECCIÓN DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

(1) Generalidades

Las tres nuevas plantas de tratamiento en la Zona Sur, La Herradura y Licey recibirán en el 2015 caudales en el orden de 14,000 m³/día, 11,800 m³/día y 3,200 m³/día, respectivamente. En la selección del proceso de tratamiento más deseable, tres típicos modelos de planta de tratamiento con capacidades de 15,000 m³/día, 10,000 m³/día y 5,000 m³/día han sido estudiado para ambos procesos; el de lodo activado convencional (CAS) y el de zanja de oxidación (OD) como a las siguientes características fundamentales:

- Cantidad Requerida de Terreno
- Características de rendimiento y operación
- Costos de capital
- Costos de operación y mantenimiento

(2) Resultados de Evaluación

Los resultados de la evaluación de arriba están resumidos a continuación:

Resultados de la Evaluación de los Procesos Alternativos de Tratamiento

Artículos Evaluación	Proceso de Tratamiento	Capacidades Planta de Tratamiento		
		15,000 m ³ /d	10,000 m ³ /d	5,000m ³ /d
1. Cantidad Requerida de Terreno (ha.)	CAS	2.65	2.05	1.32
	OD	3.54	2.64	1.60
2. Costos de Capital RD\$1,000)	CAS	338,200	252,700	153,500
	OD	267,000	183,600	96,800
3. Costos O/M (RD\$1,000/año)	CAS	21,600	16,946	11,200
	OD	12,900	10,169	6,728

Nota: Mientras que los valores de arriba son lo suficientemente precisos para la comparación propuesta, estos no deben ser usados para los detallados análisis financieros o de ingeniería.

Requerimiento de Terreno: El área de terreno requerida para los métodos OD y CAS con la misma capacidad es aproximadamente de 1.5 a 1, debido a la poca profundidad en las zanjas de oxidación y las áreas amplias de superficie de los tanques de sedimentación. El costo del terreno para los sitios candidatos de la planta en Santiago y Licey son sin embargo relativamente bajos (como 200 a 300 RD\$/m²) y áreas suficientemente amplias están disponibles para la planta. No hay ni facilidades residenciales ni comerciales localizadas alrededor de 300 m desde el límite de ambos sitios, por lo tanto, envolverá menos problemas socioeconómicos y ambientales. La extensión de área de terreno requerida para el proceso de OD no afecta significativamente al costo de adquisición también. Las áreas de terreno comprende todos los espacios necesarios como edificios, parqueos, carreteras, áreas verdes, etc. El requerimiento de terreno es calculado por las ecuaciones peculiar en la región.

Costos de Capital: Las funciones de costo de capital para las plantas de tratamiento han sido desarrolladas tomando el índice de precios para el 2001 en el área de Santiago. El costo de las obras civiles, equipos eléctricos y mecánicos, utilidades y otras facilidades han sido estimadas y las funciones desarrolladas para cada proceso. El costo de capital para el proceso CAS es generalmente de un 120 a un 150 % mayor que el de OD. Como implican las funciones de costo del proceso de OD, entre mas grande es la capacidad de la planta de OD, menos ventajoso será el proceso de OD. (Para detalles refiérase al Volumen III; Apéndice 9.2.1 “Selección del Proceso de Tratamiento de las Aguas Residuales”). Como el proceso de OD requiere de un área de superficie amplia casi en proporción a la capacidad de tratamiento, la escala de economía no puede ser esperada.

Costos de O/M: El método OD tiene mucho menos complejidad en cuanto a Operación y Mantenimiento que el método CAS, el cual es complejo. El costo de O/M para el proceso CAS es en general mucho mayor y puede ser explicado porque el proceso mismo es más complicado, teniendo digestión anaeróbica de lodos, y facilidades para el desagüe de los lodos, un más sensible control para la operación de los tanque arreadores, tanques sedimentadores, y adición de químicos para el manejo de los lodos. Comparado con otras tecnologías de tratamiento, el requerimiento de energía para el proceso OD es bajo, la atención del operador es mínima y la adición de químicos usualmente es innecesaria. El estimado de costos para los dos procesos indican que el costo del proceso OD es un 70 % del CAS.

Rendimiento y Características Operacionales: El largo tiempo hidráulico de retención y la mezcla completa en el proceso OD minimiza el impacto por una carga de súbito o pico hidráulico. Operado apropiadamente, el proceso puede lograr la remoción de más del 90 % del DBO, SS, y nitrógeno de amonio cuando se requiera. Las concentraciones de SS en el efluente son más altas en el proceso OD comparado con el CAS.

El proceso OD produce menos lodos permitiendo una extendida actividad biológica durante el proceso de lodos activados. Para las pequeñas plantas de tratamiento, la mayoría de los procesos de lodos resultan muy complicados y requieren un alto nivel de experiencia que usualmente no está disponible, y por estas razones, facilidades de tratamiento por lodos (ambos métodos CAS y OD) generalmente no se incluyen en pequeñas plantas de tratamiento.

Para sistemas de tratamiento para pequeñas capacidades, particularmente de proceso OD, el tratamiento y disposición de los lodos no es gran problema, ya que las cantidades son pequeñas, fáciles de manejar y remover. La digestión de lodos puede ser no necesaria en la zanja de oxidación, pero en caso de que se haga necesario digerir el exceso de lodos para ser botado o por cualquier otra razón, un proceso de digestión de lodos puede ser fácilmente añadido a la planta.

Comparación de los Procesos Alternativos

Proceso de Tratamiento	Características	Remoción de DBO
Lodos Activados Convencional(CAS)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alta eficiencia en la remoción de orgánicos. 	90% o más
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gran producción de lodos. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Proceso usado ampliamente con larga experiencia en la Operación. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ O/M complejo y requiere operadores entrenados 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Proceso complejo de tratamiento de lodos 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sensible a cargas de choque 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expandible si es diseñado conservativo 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Área de tratamiento requerida más pequeña que el proceso OD 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Consumo de energía no tan alto 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Secado de lodos difícil con camas de arena 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Produce exceso de lodos. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aeración dificultada por acumulación de arenas 	
Zanja de Oxidación (OD)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Necesita de gran superficie de terreno 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Robusto ante cargas de choque y variaciones de caudal. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplicado a pequeñas plantas en vez de CAS 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Poca producción de lodos, secado fácil en cama de arena 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ O/M relativamente simple, requiere alguna destreza del operador 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requiere proceso de tratamiento de lodos simple 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Remoción de Nitrógeno posible pero pobre en remoción de bacterias 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sistema más flexible para mejoras y expansión 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Puede omitirse el clarificador primario 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Generación moderada de olores 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gran capacidad para soportar lodos 	

El proceso de CAS no es resistente a choque orgánico o contaminación tóxica, mientras que el proceso de OD es en general resistente a dichas contaminaciones. Cuando en el futuro sea mandatario mejorar el proceso, el proceso de OD puede modificar fácilmente su método de operación, particularmente para remover dichos nutrientes de N y F. Estos se ven en la tabla de arriba.

(3) Conclusiones

Los análisis y discusiones mostrados más arriba, nos confirman que ambos procesos, CAS y OD, son considerados apropiados para las plantas de tratamiento de Santiago y Lacey. Sin embargo, para plantas de tratamiento a pequeña escala como las nuevas, el proceso OD es económicamente aplicable, debido a la facilidad de su operación y mantenimiento, y su robusto proceso de operación; alta efectividad de costos; y una mayor flexibilidad para una mejora futura para la remoción de mayor cantidad de nutrientes.

Por estas razones, el proceso de zanja de oxidación debe aplicarse para las nuevas plantas de tratamiento de la Zona Sur, La Herradura y Lacey. Un típico plan de capacidad de tratamiento de una WWTP de OD de 10,000m³/día (dos trenes de plantas de 5,000m³/día) aparecen en la Figura 10.6.

10.3.4 SELECCIÓN DEL SITIO PARA LAS PLANTAS

Las nuevas plantas de tratamiento OD para la Zona Sur, La Herradura y Licey, requieren de terreno llano de 3.6 ha, 3.0 ha y 1.2 ha respectivamente. Debido a la existencia de una red de alcantarillado, y por razones topográficas hay pocos sitios candidatos para las plantas de tratamiento.

Después de una revisión preliminar, los tres sitios más apropiados para las plantas de tratamiento fueron ya seleccionados, y evaluados por su características como parte de un plan regional integrado de sistemas de alcantarillado. *(Los sitios seleccionados para las plantas de tratamiento están en las Figuras 9.1 y 9.3, Capítulo 9).*

Los sitios candidatos para las plantas de tratamiento para Santiago Zona Sur, La Herradura y Licey, disponen de suficiente terreno para ser adquiridos. Todos los sitios están vacantes al presente, localizados en tierras bajas aptas para recibir las aguas residuales en la mayoría de los casos por gravedad. El sitio para la planta de tratamiento para la Zona Sur, aunque está localizado en una zona bastante baja, el nivel del terreno es más elevado que el nivel de las aguas del río. Por lo tanto, esta planta de tratamiento permanecerá accesible y totalmente operacional todo el tiempo.

Alrededor de los sitios candidatos para las plantas de tratamiento no hay casas o edificios en 300 metros a la redonda. Debido a estas circunstancias, habrá menos molestias a las áreas circundantes como olores, ruido, vibraciones, etc. debido a la construcción y operación de las plantas de tratamiento. El acceso a los sitios está disponible por medio de carreteras públicas suficiente anchas para el transporte de la maquinaria pesada y materiales para la construcción y operación de las plantas de tratamiento.

10.3.5 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN DE NUEVAS PLANTAS DE TRATAMIENTO

Ya que existen muchas guías detalladas para la planificación y diseño de las plantas de tratamiento, las siguientes bases tienen la intención de indicar la planificación general preliminar y el diseño de las facilidades para las plantas de tratamiento. Más detalles del diseño preliminar de ingeniería del proceso de WWTPs de OD son discutidos en el Volumen III Reporte de Apoyo, Apéndice 9.2.2 “Diseño Hidráulico y Orgánico de las Facilidades Componentes”, y Apéndice 9.2.3 “Conceptos de Planificación de Facilidades Componentes”.

(1) Colocación de las Unidades

Las partes de los componentes de la planta deben ser colocados de manera que aseguren la mayor conveniencia operacional, flexibilidad, economía, y para facilitar la instalación de futuras unidades.

(2) Desvíos

Con la excepción de donde hayan unidades duplicadas, estructuras de desvío colocadas apropiadamente deben ser provistas para que cada unidad de la planta pueda ser independientemente removida de servicio. En donde la descarga de aguas residuales al suelo no sea

(3) Planta Eléctrica de Emergencia

Una planta eléctrica de emergencia debe ser provista para asegurar la continuidad de la operación de equipos tan importantes como son las bombas a la entrada, un número mínimo de areadores, e iluminación de emergencia.

(4) Facilidades Esenciales

Las facilidades necesarias para la operación y mantenimiento de la planta deben ser provistas, incluyendo:

- Facilidades de suministro de agua;
- Facilidades de drenaje;
- Facilidades de calles de acceso y parqueos;
- Facilidades de servicios; y
- Conductos de conexión.

(5) Zanjas de Oxidación

Las dimensiones particulares para cada zanja de aeración debe ser de tal manera que optimice la mezcla y la utilización del aire. La profundidad de líquido debe ser en general de 1.5 a 3.0 metros. Las entradas y salidas para cada tanque de aeración deben estar adecuadamente equipadas con válvulas, compuertas, compuertas de cierre, y otros mecanismos que permitan controlar el flujo y mantener el nivel del tanque razonablemente constante.

El mecanismo y el propulsor deben ser diseñados para operar en las condiciones esperadas en una zanja de oxidación, en términos de ser apropiado para el trabajo. La instalación de múltiples aeradores mecánicos debe ser diseñada de manera que supla la demanda máxima de aire necesario con la unidad más grande que esté fuera de servicio. El diseño también debe proveer la capacidad de transferir oxígeno en proporción a la demanda de carga de la planta.

(6) Tanque de Sedimentación

Las entradas deben ser diseñadas para reducir las velocidades de entrada, para distribuir igualmente el flujo, y prevenir cortocircuitos. Los canales deben ser diseñados para mantener una velocidad de por lo menos 0.3 m/seg a la mitad del flujo de diseño. Debe hacerse provisión para la eliminación o remoción de materiales flotantes en las estructuras de entrada, cuya entrada se encuentre sumergida.

Facilidades para la remoción efectiva de espuma, incluyendo la provisión de mamparas adelante de las canaletas de salida en todas los tanques de sedimentación. Provisión debe ser hecha para la descarga de la espuma junto con los lodos.

Un cárcamo para lodos debe ser provisto o un equipo apropiado para revisión y muestreo de lodos. Provisión debe ser hecha para permitir una remoción continua de lodos en los tanques finales de sedimentación cuando estos son retornados a las zanjas.

(7) Tanque de Clorinación por Contacto

La desinfección es lograda mediante el uso de cloro líquido, hipoclorito de sodio o dióxido de cloro. Los químicos deben ser seleccionados después de considerar los caudales de aguas residuales, la tasa de aplicación y demanda, pH de los desperdicios, el costo del equipo, la disponibilidad de los químicos y los problemas de mantenimiento.

La capacidad del clorinador requerido debe ser determinado en función de proveer un tiempo de contacto suficiente entre el compuesto de cloro y las aguas residuales, el cual debe ser de 20 minutos o más en general para asegurar la destrucción de las bacterias.

(8) Manejo de Lodos

El exceso de lodos será removido del (los) clarificador (es) final (es) y llevado a los lechos para su secado mediante bombas para lodos. El lodo seco será entonces removido manualmente y

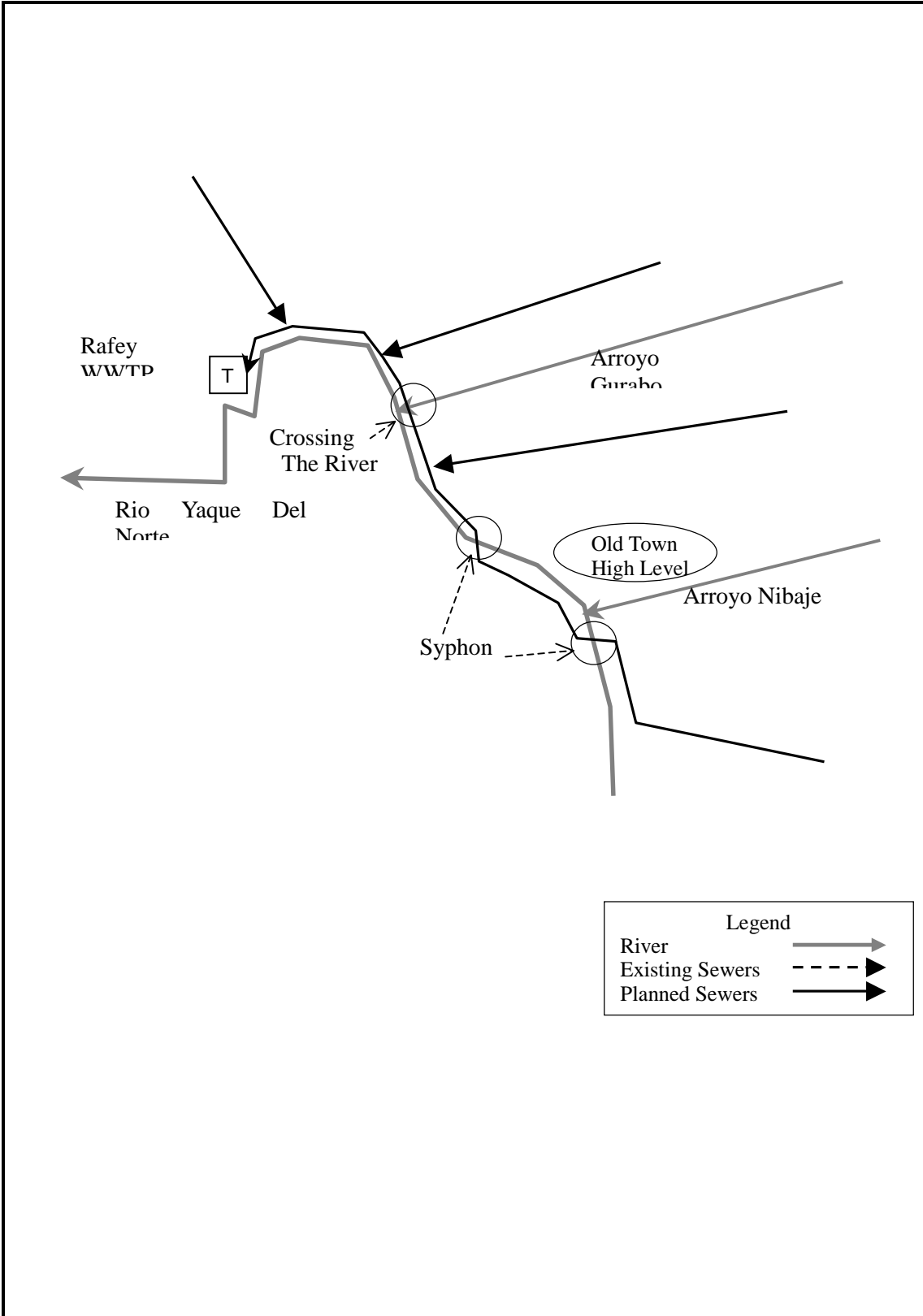
desechado en el vertedero municipal.

10.4 MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Para la implementación efectiva y el manejo apropiado de las aguas residuales industriales, las aguas residuales industriales en el distrito de alcantarillado sanitario deberán conducirse principalmente al alcantarillado público después del pre-tratamiento apropiado, para el tratamiento integrado en las WWTPs propiedad pública. Antes de descargar en el alcantarillado sanitario o en los ríos, las aguas residuales industriales deberán ser tratadas correctamente de acuerdo con los estándares de efluentes respectivos.

Básicamente, las industrias deberán obtener los fondos para proveer las facilidades de tratamiento de aguas residuales por ellos mismos. Esto va a ser un carga muy pesada para las industrias, particularmente las pequeñas industrias y puede tardarse su implementación. En vista de esto, ciertos programas de asistencia financiera gubernamental apropiada para condiciones locales, deberá ser establecido para promover la provisión del sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales. También es sugerido que un apropiado arreglo de impuestos debe ser considerado para el impuesto nacional y/o local.

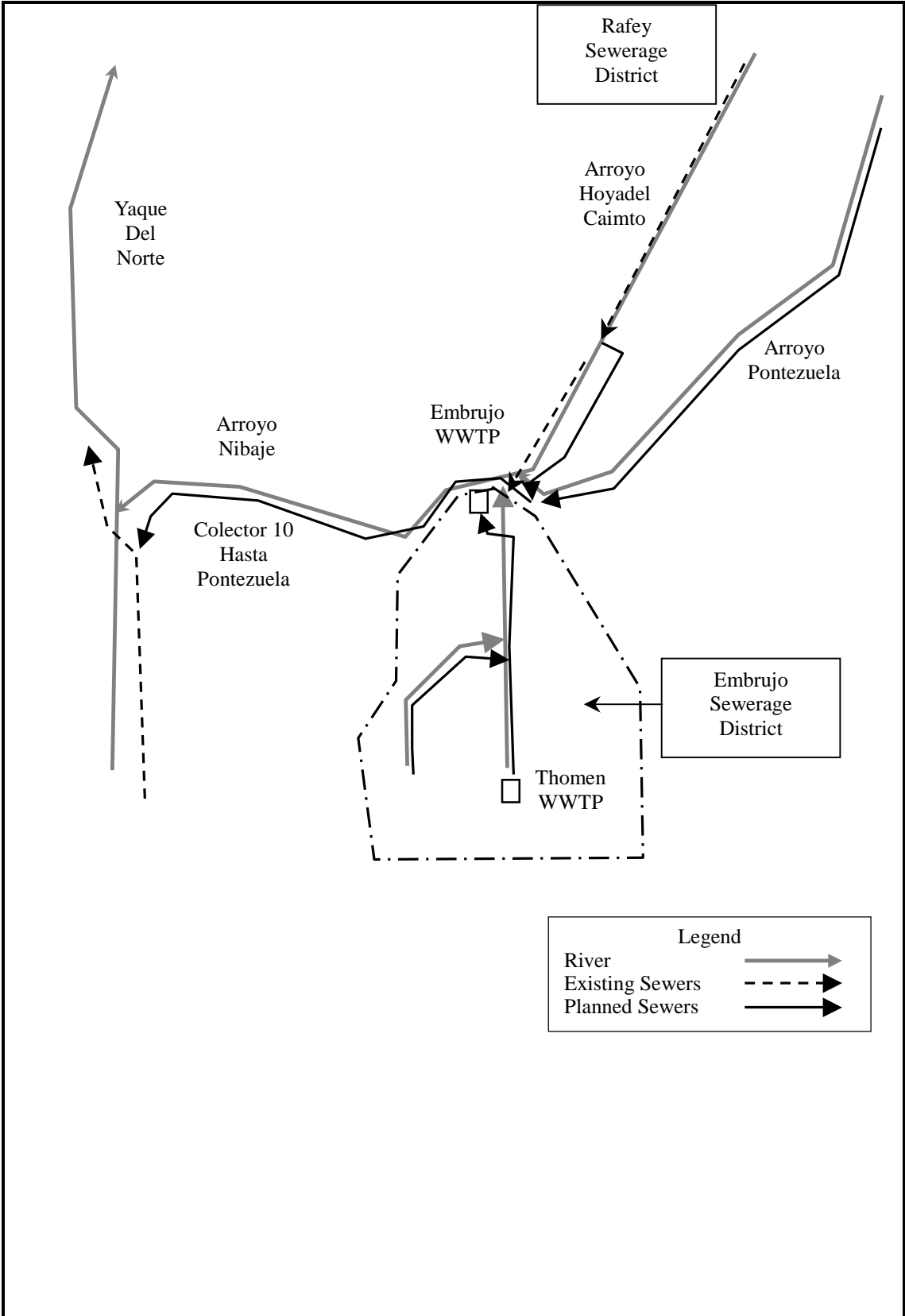
Para asegurar la autorización gubernamental y el monitoreo necesario para el manejo de las aguas residuales industriales, ambos SEMARENA y CORAASAN pueden considerar organizar una unidad especial. Más discusiones sobre el tratamiento y manejo de las aguas residuales industriales están en Apéndice 10 “Manejo y Tratamiento de las Aguas Residuales Industriales”



EL ESTUDIO SOBURE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

Figura 10.1
Esquema de Sistema de Colector de Alcantarillado Sanitario en Rafey

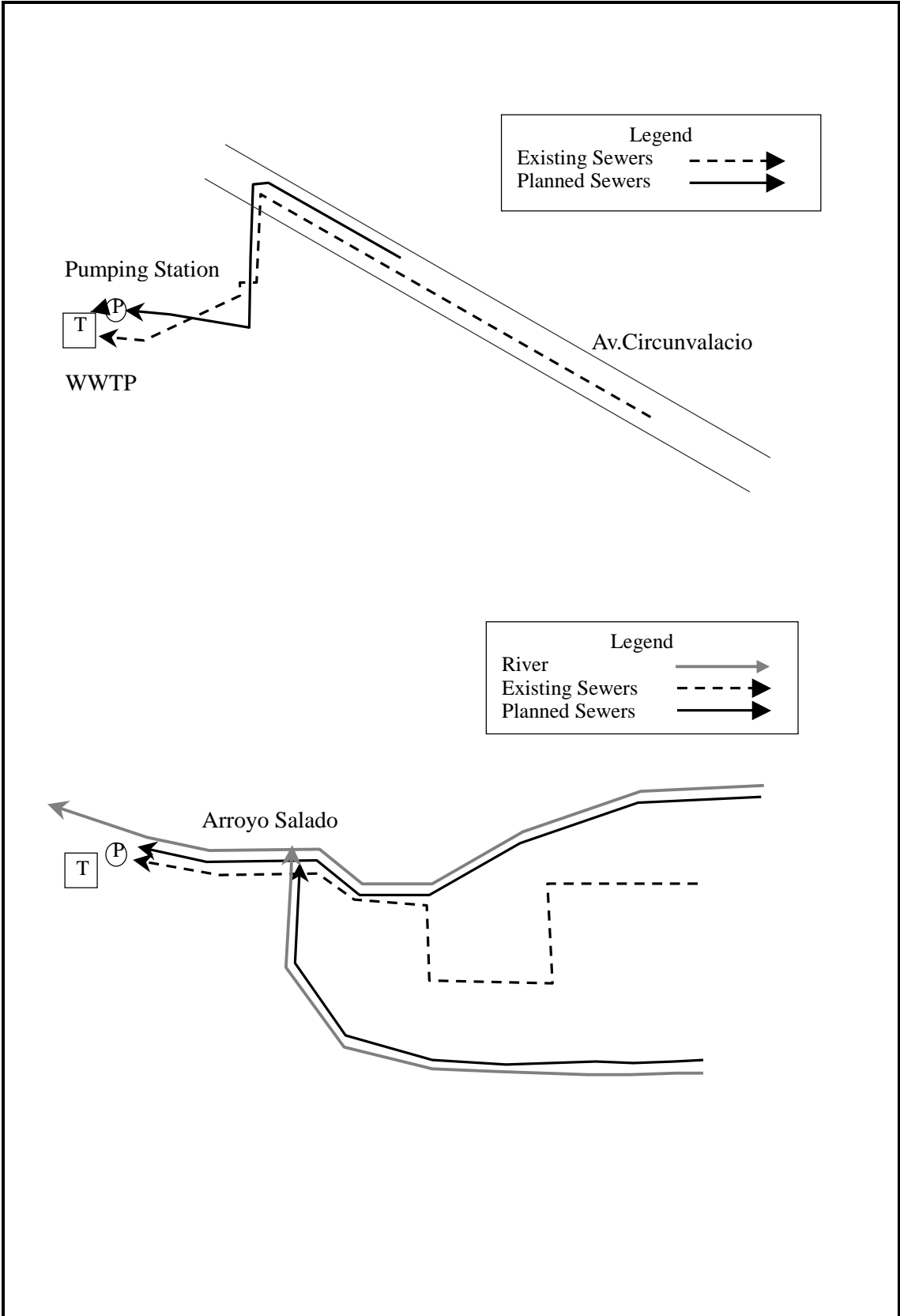
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



EL ESTUDIO SOBURE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

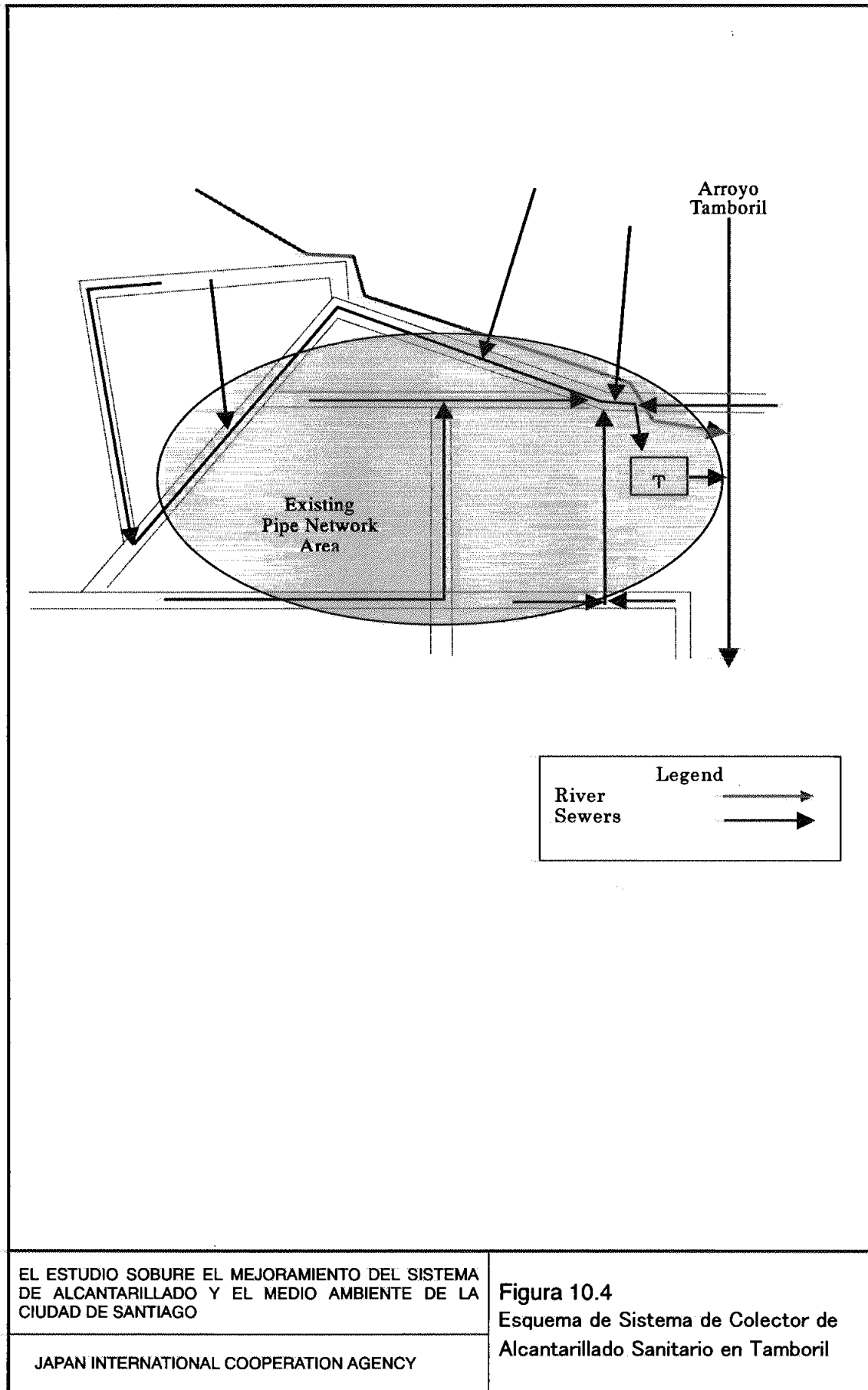
Figura 10.2
Esquema de Sistema de Colector de Alcantarillado Sanitario en Rafey y Embrujo



EL ESTUDIO SOBURE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

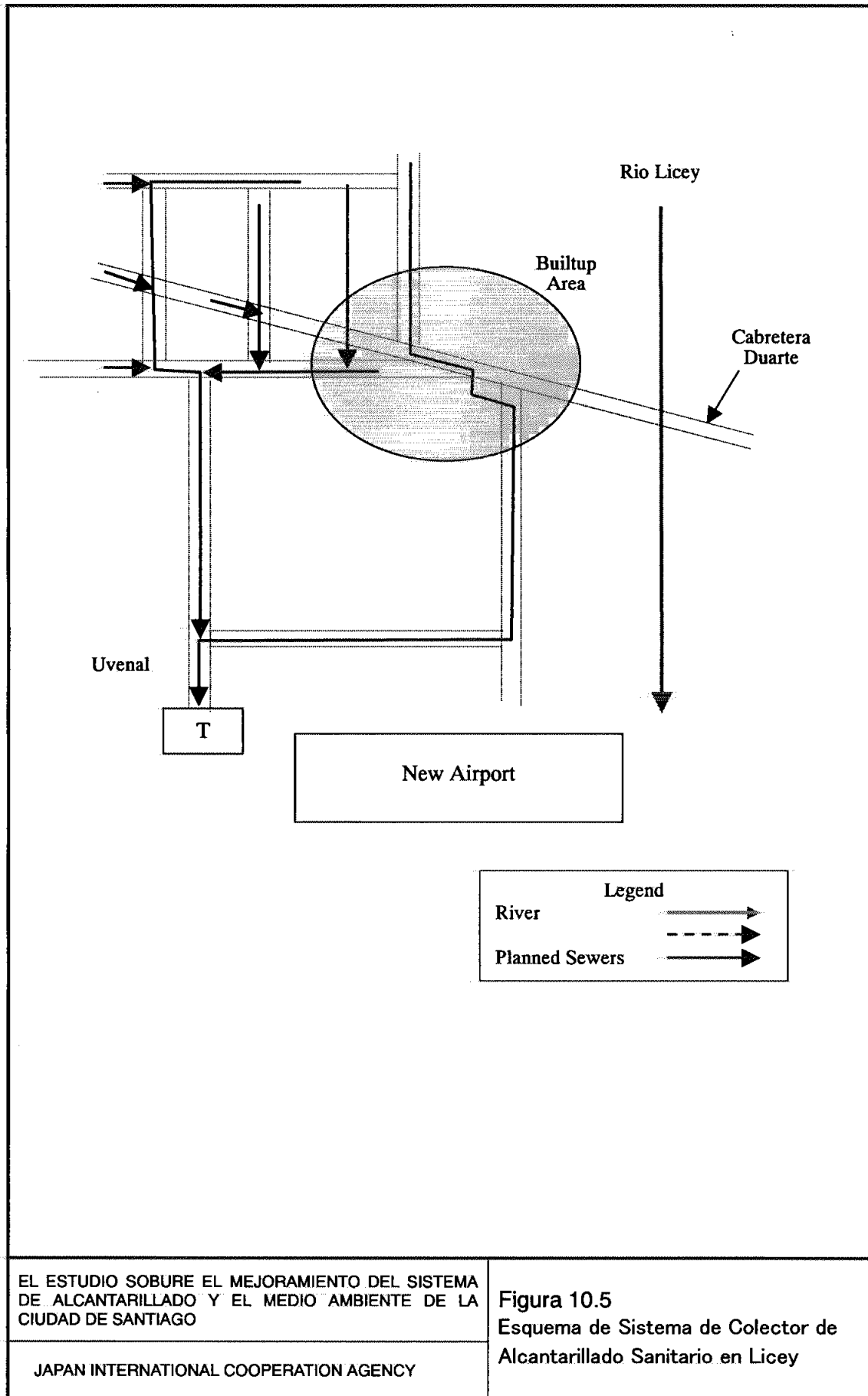
Figura 10.3
Esquema de Sistema de Colector de Alcantarillado Sanitario en Cienfuegos y Los Salados



EL ESTUDIO SOBURE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Figura 10.4
Esquema de Sistema de Colector de Alcantarillado Sanitario en Tamboril



EL ESTUDIO SOBURE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Figura 10.5
Esquema de Sistema de Colector de Alcantarillado Sanitario en Licey