

## CAPÍTULO 2

### PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO

#### 2.1 PROYECTO PRIORITARIO PROPUESTO (PRIMERA ETAPA)

La primera etapa del proyecto formulada bajo el Plan Maestro, está prevista para su implementación en 4 años dentro del período 2003-2006. Como se señala más adelante, esta primera etapa del proyecto se concentra en el mejoramiento y renovación de las instalaciones de alcantarillado existente en los 5 Distritos prioritarios en la ciudad.

Los componentes de esta Primera Etapa del Proyecto, incluye trabajos de rehabilitación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de Rafey, Cienfuegos y Los Salados; construcción de una planta de tratamiento en la Zona Sur; y la provisión de un total de 14.6km de líneas de alcantarillado sanitario (*Los detalles de estas propuestas son discutidas en el Apéndice-8 “Sistema de Recolección de Aguas Residuales” y en el Apéndice-9 “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales” Volumen III*).

#### Componentes de las Instalaciones en la Primera Etapa del Proyecto

Distrito	Sistema Colector	WWTP
1. Rafey	Construcción de 6.6km de alcantarillado sanitario de 12 a 48 pulgadas y rehabilitación de las estaciones de bombeo existentes	Rehabilitación de 35,800 m <sup>3</sup> /d WWTP
2. Cienfuegos	Construcción de 0.6km de alcantarillado sanitario de 18 pulgadas de diámetro.	Rehabilitación de 10,000m <sup>3</sup> /d WWTP
3. Los Salados	Construcción de 4.2km de alcantarillado sanitario, con variaciones entre 12 y 21 pulgadas de diámetro.	Rehabilitación de 10,000m <sup>3</sup> /d WWTP
4. Embrujo	Construcción de 0.4km de alcantarillado sanitario de 24 pulgadas de diámetro.	---
5. Zona Sur	Construcción de 2.8km de alcantarillado sanitario con variaciones entre 12 y 30 pulgadas de diámetro.	Construcción de 5,000 m <sup>3</sup> /d WWTP

#### 2.2 FUNDAMENTOS DEL DISEÑO

##### 2.2.1 DISEÑO DEL CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

Las poblaciones estimadas para el servicio del alcantarillado sanitario en cada Distrito de Alcantarillado para los años 2000, 2005 y 2007, se ha calculado de acuerdo a la proporción de la población servida en relación al total de población que en cada uno de ellos habita, como se muestra la tabla siguiente:

#### Proporción de la Población Servida por Distrito y Año

Sewerage District	2000		2005		2007	
Rafey	0.70	251,800	0.76	313,700	0.79	346,100
Cienfuegos	0.67	23,900	0.74	30,900	0.76	33,900
Los Salados	0.70	16,000	0.77	20,500	0.80	22,400
Embrujo	0.72	20,600	0.78	25,700	0.80	27,900
Zona Sur	0.74	24,000	0.83	31,200	0.86	34,200
Total		336,300		422,000		464,500

##### 2.2.2 CANTIDADES DE AGUAS RESIDUALES

El diseño hidráulico de la Primera Etapa de las Instalaciones del alcantarillado sanitario, se ha estimado a partir del diseño de las magnitudes de las plantas de tratamiento para los años 2000,

2005 y 2007. El porcentaje diario de caudal de entrada y de tratamiento de las cantidades de efluentes en la primera etapa, se sintetizan en la siguiente tabla (*Más detalles de esto se discuten en la Sección 9.6.1, Capítulo 9, Parte I, Volumen II, y Apéndice-7 “Plan de Manejo de las Plantas de Tratamiento”*):

**Caudales de Entrada de las WWTP y Efluentes Tratados (m<sup>3</sup>/día)**

Distritos de Alcantarillado Sanitario	2000		2005		2007	
	Caudales de entrada	Efluentes tratados	Caudales de entrada	Efluentes tratados	Caudales de entrada	Efluentes tratados
Rafey	43,490	25,000	79,900	35,800	97,910	35,800
Cienfuegos	5,740	0	7,820	7,820	8,740	8,740
Los Salados	3,910	0	5,290	5,290	5,880	5,880
Embrujo	4,540	3,300	5,920	4,700	6,550	4,700
Zona Sur	5,310	0	7,220	0	8,060	5,000
<b>Total</b>	<b>85,140</b>	<b>28,300</b>	<b>113,460</b>	<b>52,210</b>	<b>127,140</b>	<b>60,120</b>

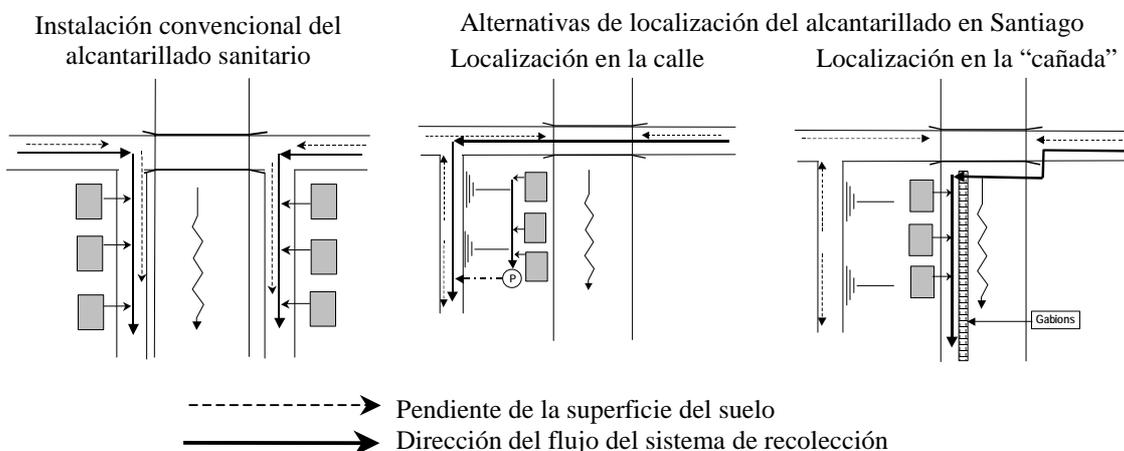
### 2.3 DISEÑO DEL SISTEMA COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES

#### 2.3.1 PRIMERA ETAPA DEL SISTEMA COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES

En la planificación del sistema colector de aguas residuales, se han considerado cuidadosamente las condiciones topográficas de cada uno de los Distritos de Alcantarillado Sanitario, de manera que los flujos de aguas residuales se conduzcan por gravedad. Según las condiciones topográficas de la ciudad de Santiago, en la cual predominan un terreno accidentado con ondulaciones en su superficie, la mayor parte de las aguas residuales son recolectadas y transportadas por gravedad a través del sistema actual de recolección.

A causa de las condiciones favorables de la topografía para la planificación del alcantarillado sanitario, no es necesario la construcción de estaciones de bombeo a gran escala, sino 2 pequeñas estaciones para servir a pequeñas áreas de servicio de baja elevación.

Geológicamente, la región tiene un único rasgo característico. Los flujos de los cursos de agua (“cañadas”) que atraviesan la ciudad, son profundos a causa de la erosión del suelo, y, la superficie del terreno presenta una inclinación hacia dichos cursos. Bajo estas condiciones particulares, existen calles que cierran estos cursos de agua; por lo tanto, las aguas residuales pueden ser recolectadas más fácilmente por el sistema de recolección localizado debajo de las vías de la ciudad.



Aunque las vías a lo largo de los arroyos se localizan generalmente de manera paralela a los mismos, la mayoría de ellas ocupan un lado de los arroyos, excepto algunos escasos casos.

Además las superficies de las vías tienen una dirección que no necesariamente siguen la dirección de los flujos de los arroyos.

Estas condiciones dificultan la localización del sistema colector principal debajo de las vías públicas, de manera paralela a los arroyos. En muchos casos, el alcantarillado sanitario no puede drenar por gravedad. De esta manera, las aguas residuales en crudo no pueden descargar directamente en los arroyos sin ningún tratamiento. Esta condición, requiere justificaciones técnicas y económicas de cómo se transportará el flujo de aguas residuales a una planta de tratamiento.

CORAASAN tiene un plan para localizar el sistema principal del alcantarillado sanitario en los Distritos de Rafey, Los Salados y la Zona Sur, recolectando las aguas residuales que provienen desde las zonas más elevadas en los arroyos. De esta manera, los flujos de aguas residuales se conducirían por gravedad siguiendo el curso de las aguas de los arroyos, y, en caso de que hubiese desechos líquidos en el lecho del río, estos serían fácilmente recolectados por gravedad hacia el sistema localizado en paralelo a la dirección de los arroyos.

Desde el punto de vista del sistema de recolección de aguas residuales, sería ideal instalar el sistema colector en las reservas de estos arroyos, sin embargo, es dificultoso obtener la aprobación de ello por parte de las autoridades encargadas del control de los arroyos porque esa instalación puede dificultar la capacidad del flujo de los arroyos. Los flujos de los arroyos a través de la ciudad se están socavando los mismos por una acción natural de la erosión del suelo.

En República Dominicana, este método ha sido practicado sin ocasionar problemas. En el sistema de alcantarillado de Santiago, parte del sistema colector del Distrito de Los Salados se encuentra ubicado en el lecho de los arroyos y su porción superior está convenientemente conectada al sistema principal ubicado fuera del lecho del río.

Un estudio de alternativas puede considerar dos casos: i) Localización del alcantarillado sanitario en el lecho de los arroyos ii) Derecho de paso público, justificando cuál método sería técnica y económicamente más apropiado para su aplicación en la Primera Etapa del Proyecto. Para el estudio, una investigación topográfica fue asumida y un plan para el sistema colector fue desarrollado y comparado para cada una de las alternativas, considerando las ventajas y desventajas.

Como se sintetiza más abajo, los resultados del estudio de alternativas, concluye que el sistema colector puede ser más apropiado para ser instalado en el lecho de los arroyos donde no requiere de un derecho de paso público cerca de los arroyos (*Para más información, ver Apéndice-8 "Sistema de recolección de aguas residuales" Volumen III Reporte de Base*).

**Síntesis Comparativa de Planes Alternativos**

	<b>Alternativa-1 Localización en lecho del río</b>	<b>Alternativa-2 Localización con derecho de paso público</b>
1. Tipo de localización de alcantarillado sanitario	Alcantarillado sanitario en el lecho de los arroyos	Alcantarillado sanitario en las vías públicas
2. Perfil	El alcantarillado sanitario puede seguir la dirección de los flujos del arroyo y puede ubicarse a poca profundidad.	Debido a las ondulaciones de las vías, se requiere de una estación de bombeo.
3. Aptitud de Trabajo	Los arroyos están localizados en un bosque natural, que requiere de acceso desde las vías antes de ser construido. En República Dominicana, el sistema de recolección sobre lechos de los arroyos se realiza considerando la construcción de gaviones. La ventaja de este método es que no se requiere de una maquinaria de gran escala. La mayor parte de los trabajos pueden realizarse con la mano del hombre.	Si existen estaciones de bombeo, la profundidad del alcantarillado sanitario puede reducirse. De otra manera, se requeriría más excavación a profundidad por lo que la construcción se hace más difícil. Dos estaciones de bombeo se requerirán en el caso del Colector 10.
4. Costos de construcción	Costos de instalación de gaviones, sitios de accesos a las vías, sistema temporario de drenaje, lugares para tuberías, etc. Se presentan como no muy altos.	Aunque los costos de instalación del alcantarillado son relativamente bajos, los costos de las estaciones de bombeos son altos. El costo total del capital para el Colector 10 es aproximadamente el doble que el de la Alternativa 1.

Considerando las discusiones señaladas, el alcantarillado sanitario puede extenderse en el lecho de los arroyos bajo las siguientes condiciones: i) Que no exista un derecho de paso público en paralelo a los arroyos, y ii) Que el área de la sección transversal del arroyo sea suficiente para realizar una conexión que no altere el flujo del agua del arroyo.

En el diseño del alcantarillado sanitario sobre el lecho de los arroyos, se deben considerar los siguientes aspectos:

**(1) Prevención de la Infiltración del Alcantarillado:**

- El uso de tuberías de polietileno, PVC, etc. con juntas herméticas;
- La instalación de tuberías a poca profundidad;
- La curvatura de las tuberías del alcantarillado pueden reducir el número de bocas de acceso;
- El uso de bocas de acceso herméticas deben ubicarse debajo del nivel del agua de los arroyos;
- El uso de bocas de acceso robustas para evitar que se rompan fácilmente;
- El uso de concreto reforzado para la estructura de las bocas de acceso, de manera de asegurar su hermeticidad; y
- La cobertura de las tuberías y las juntas deben realizarse en concreto para prevenir la infiltración del agua y que las tuberías permanezcan flotantes.

## (2) Mantenimiento

- Asegurar un acceso apropiado desde las vías para permitir el mantenimiento de las tuberías sobre el lecho de los arroyos;
- Realizar periódicamente la eliminación de hierbas y el recorte de los árboles adyacentes al alcantarillado sanitario, para prevenir la penetración de las raíces dentro de las tuberías;
- Proveer de vallas de seguridad, etc. para proteger a los trabajadores de posibles daños, donde las Alturas de las carreteras y el lecho de los arroyos son diferentes, y
- Inspeccionar el sistema colector y las bocas de acceso después de una fuerte lluvia.

### 2.3.2 PROPUESTA DEL SISTEMA COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES

Bajo esta Primera Etapa del Proyecto, partes del alcantarillado sanitario de los Distritos de Alcantarillado Sanitario de Rafey (Colector 10), Los Salados y la Zona Sur están planificadas para localizarse en el lecho de los arroyos tributarios del Río Yaque del Norte.

El Colector 10 se localizará en el Arroyo Nibaje del Distrito de Alcantarillado Sanitario de Rafey, mientras las otras recolecciones del área se recolectarán de las aguas residuales provenientes de Villa del Norte y la urbanización Mirafior.

Está planificado que el sistema colector del Distrito de Alcantarillado Sanitario de los Salados se localice en el Arroyo Salado, etc., para recolectar las aguas residuales que provienen de áreas de las riberas opuestas, la cual no cuenta con una cobertura actual del sistema colector.

El principal alcantarillado en el Distrito de Alcantarillado Sanitario de la Zona Sur está planificado instalarse en Arroyo Hondo para transportar las aguas residuales a la nueva planta de tratamiento. El alcantarillado sanitario existente, por otro lado, será conectado al nuevo sistema para transportar los flujos a la nueva planta de tratamiento.

En el Distrito de Alcantarillado Sanitario de Cienfuegos, el Alcantarillado sanitario principal se localizará debajo de la Av. Tamboril, para recolectar las aguas residuales de las áreas ubicadas a lo largo de esta vía, mientras que el sistema colector del Distrito de Alcantarillado Sanitario de El Embrujado transportará las aguas residuales a la planta de tratamiento a través del alcantarillado existente.

La tabla siguiente sintetiza el número, longitud, medida y capacidad del sistema colector de aguas residuales para cada uno de los Distritos de Alcantarillado Sanitario en la Primera Etapa del proyecto:

**Construcción de Alcantarillado Sanitario**

	Instalaciones / Equipamiento	Q'ty	unidad	Medida, tipo, especificación	Observaciones
<b>1. Alcantarillado Sanitario del Distrito de Rafey</b>					
1	Tuberías de 12 pulgadas de diámetro.	960	m	Tubería de concreto reforzado	Nuevo
2	Tuberías de 18 pulgadas de diámetro.	1,200	m	Tubería de concreto reforzado	Nuevo
3	Tuberías de 21 pulgadas de diámetro.	480	m	Tubería de concreto reforzado	Nuevo
4	Tuberías de 48 pulgadas de diámetro.	3,800	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
5	Tubería de conexión de 48 pulgadas de diámetro	160	m	Cruce de calle (Av. Circunvalación)	Nuevo
<b>2. Alcantarillado Sanitario del Distrito de Cienfuegos</b>					
1	Tuberías de 18 pulgadas de diámetro.	600	m	Tubería de concreto reforzado	Nuevo
<b>3. Alcantarillado Sanitario del Distrito de Los Salados</b>					
1	Tuberías de 12 pulgadas de diámetro.	1,800	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
2	Tuberías de 15 pulgadas de diámetro.	1,500	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
3	Tuberías de 21 pulgadas de diámetro.	900	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
<b>4. Alcantarillado Sanitario del Distrito Zona Sur</b>					
1	Tuberías de 12 pulgadas de diámetro.	660	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
2	Tuberías de 15 pulgadas de diámetro.	500	m	Tubería de concreto reforzado	Nuevo
3	Tuberías de 18 pulgadas de diámetro.	500	m	Tubería de concreto reforzado	Nuevo
4	Tuberías de 18 pulgadas de diámetro.	350	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
5	Tuberías de 21 pulgadas de diámetro.	600	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
6	Tuberías de 30 pulgadas de diámetro.	200	m	Tubería de polietileno, alcantarillado sanitario sobre el lecho del arroyo con gaviones	Nuevo
<b>5. Alcantarillado Sanitario del Distrito Zona Sur</b>					
1	Tuberías de 24 pulgadas de diámetro.	400	m	Tubería de concreto reforzado	Nuevo

Fuente: Equipo Técnico JICA y CORAASAN

**Rehabilitación de Estaciones de Bombeo existentes**

	Instalaciones / Equipamiento	Q'ty	unidad	Size, Type, Specification	Observaciones
<b>1. Estación de Bombeo de Cerro Alto</b>					
1	Bomba sumergible	2	Unidad	1.0 m <sup>3</sup> / min	Reemplazar
2	Electricidad e instrumentos de trabajo	1	Parcela	Manejo, panel de control, etc.	Reemplazar
3	Trabajo civil/Trabajo en el edificio	1	Parcela		Reparar
<b>2. Estación de Bombeo de la Otra Banda</b>					
1	Bomba sumergible	2	Unidad	1.0 m <sup>3</sup> / min.	Reemplazar
2	Electricidad e instrumentos de trabajo	1	Parcela	Manejo, control del panel, etc.	Reemplazar
3	Trabajo civil/Trabajo en el edificio	1	parcela		Reparar

Fuente: Equipo Técnico JICA y CORAASAN

## 2.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (WWTP)

### 2.4.1 REHABILITACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO EXISTENTES

En la Primera Etapa del proyecto, 3 WWTPs serán rehabilitadas: i) Rafey, ii) Cienfuegos y iii) Los Salados. En el caso de la planta de tratamiento de Rafey, los trabajos de rehabilitación comprenden principalmente trabajos de reparación, reemplazo y adaptación de los equipos existentes, mientras que en el caso de las plantas de tratamiento de Cienfuegos y Los Salados, se proveerán nuevos equipamientos y se modificarán las obras civiles existentes. Un análisis de los trabajos de rehabilitación se muestran a continuación:

#### Rehabilitación de las WWTP Existentes

	Instalaciones / Equipamientos	Q'ty	unidad	Medida, tipo, especificación	Observaciones
<b>1. Rehabilitación de la WWTP de Rafey (Proceso de los lodos activados, 35,800 m<sup>3</sup> / d)</b>					
1	Desarenador				
	1.1 Colector de arena	1	Unidad	Carro con elevador de arena	Reemplazar
	1.2 Compresor	3	Unidad	7.5 kW x 1 unidad, 18.5 kW x 2 unidades	Reemplazar
	1.3 Remoción de arena	2	Unidad	1.5 kW	Reemplazar
2	Equipo de aireación	1	Unidad	Turbina No.6, 55 kW x 1,700 / 56 rpm	Reemplazar
3	Bomba de retorno de lodo	1	Unidad	11 kW x 1,750 / 40 rpm	Reemplazar
4	Clorinador				
	4.1 Líquido clorinador	1	Unidad	Proporción de dosis : 1.3L/min.	Nuevo
	4.2 Bombas químicas	2	Unidad	Diafragma de la bomba 6 L/min.	Nuevo
	4.3 Equipamiento auxiliary	1	Parcela	Chemical Storage Tank, etc.	Nuevo
5	Servicio de planta de emergencia				
	5.1 Generador de planta de emergencia	1	Unidad	300 kW	Nuevo
	5.2 Equipamiento auxiliar	1	Parcela	Tanque de aceite, Sistema eléctrico, etc.	Nuevo
6	Trabajos eléctricos	1	Parcela	Manejo, etc.	Nuevo
7	Instrumentación / Control				
	7.1 Panel de control	1	Parcela		Nuevo
	7.2 Instrumentación equipamientos	1	Parcela		Nuevo
<b>2. Rehabilitación de la WWTP de Cienfuegos (Procesos de lodos activados, 10,000 m<sup>3</sup> / d)</b>					
1	Tanque de sedimentación primaria				
	1.1 Colector de lodos	1	Unidad	Colector de lodos recíprocos	Nuevo
	1.2 Presa de desagüe	1	Parcela	FRP V-Corte de presa	Nuevo
	1.3 Tolva de lodos	1	Parcela	Concreto, 1.5 m D	Nuevo
2	Aireador No1 a No.4	4	Unidad	7.5 hp x 1,745 rpm x 4 unidades	Reemplazar
3	Aireador No.5 a No.6	2	Unidad	5.5 kW x 3.56 m <sup>3</sup> / min	Nuevo
4	Tanque de sedimentación final				
	4.1 Colector de lodos	2	Unidad	Colector recíproco de lodo	Nuevo
	4.2 Presa de desagüe	1	Parcela	FRP V-Corte de presa	Nuevo
	4.3 Tolva de lodos	1	Parcela	Concreto, 1.5 m D	Nuevo
5	Bomba de lodo	1	Unidad	20 hp x 1,745 rpm (15 kW)	Nuevo
6	Conducto colector de lodos / Apropriados	1	Parcela	Conducto de hierro fundido, válvula apropiada	Nuevo
7	Clorinador				
	7.1 Líquido clorinador	1	Unidad	Proporción de dosis : 1.3L/min.	Nuevo
	7.2 Bomba de químicos	2	Unidad	Diafragma de la bomba 6 L/min	Nuevo
	7.3 Equipamiento auxiliar	1	Parcela	Tanque de almacenamiento de químicos, etc.	Nuevo
8	Trabajos eléctricos	1	Parcela	Manejo, etc.	Nuevo
9	Instrumentos y control				
	9.1 Panel de control	1	Parcela		Nuevo
	9.2 Instrumentación equipamientos	1	Parcela		Nuevo
10	Trabajos civiles variados	1	Parcela		Nuevo
<b>3. Rehabilitación de la WWTP de Los Salados (Proceso de lodos activados, 10,000 m<sup>3</sup> / d)</b>					
1	Bomba de entrada	3	Unidad	75 hp x 1,775 rpm x 2 unidades, 100 hp x 1,775 rpm x 1 unidad	Reemplazar
2	Tanque de sedimentación primaria				
	2.1 Colector de lodos	1	Unidad	Colector recíproco de lodos	Nuevo
	2.2 Presa de desagües	1	Parcela	FRP V-corte de presa	Nuevo
	2.3 Tolva de lodos	1	Parcela	Concreto, 1.5 m D	Nuevo
3	Aireador No1 a No.4	4	Unidad	7.5 hp x 1,745 rpm x 4 unidades	Reemplazar
4	Aireador No.5 a No.6	2	Unidad	5.5 kW x 3.56 m <sup>3</sup> / min	Nuevo
5	Tanque de sedimentación final				
	5.1 Colector de lodos	2	Unidad	Colector recíproco de lodos	Nuevo
	5.2 Presa de desagües	1	Parcela	FRP V-corte de presa	Nuevo
	5.3 Tolva de lodos	1	Parcela	Concreto, 1.5 m D	Nuevo
6	Bomba de lodos	1	Unidad	20 hp x 1,745 rpm (15 kW)	Nuevo
7	Conducto colector de lodos /	1	Parcela	Conducto de hierro fundido, Válvula	Nuevo

	Apropiados			apropiada	
8	Clorinador				
	8.1 Líquido clorinador	1	Unidad	Proporción de dosis: 1.3L/min.	Nuevo
	8.2 Bombas de químicos	2	Unidad	Diafragma de la bomba 6 L/min	Nuevo
	8.3 Equipamiento auxiliar	1	Parcela	Tanque de almacenamiento de químicos, etc.	Nuevo
9	Trabajos eléctricos	1	Parcela	Manejo, etc.	Nuevo
10	Instrumentos y control				
	10.1 Panel de control	1	Parcela		Nuevo
	10.2 Instrumentación equipamiento	1	Parcela		Nuevo
11	Trabajo civil variado	1	Parcela		

Nota: Todos los trabajos incluyen materiales, actividades, transportación, instalación, y otros trabajos a completar.

### 2.4.2 CONSTRUCCIÓN DE WWTP EN LA ZONA SUR

Un proceso de oxidación de una planta de tratamiento con una capacidad de 5,000m<sup>3</sup>/día, que será construido en el Distrito de Alcantarillado Sanitario de la Zona Sur comprende los siguientes equipos y estructuras:

#### Trabajos de Construcción de WWTP en la Zona Sur

No.	Equipamiento	Cantidad	Medidas y especificaciones
<b>1</b>	<b>Trabajos civiles</b>		
	1.1 Cámara de efluentes	1 unidad	Cámara de concreto reforzado con puertas de control
	1.2 Arena y cribado	1 unidad	Estructura de concreto reforzado
	1.3 Zanja de oxidación	4 zanjas	Forma oval; 2.5m D x 4.0m P x 69.5m L
	1.4 Tanque final de sedimentación	2 unidades	16.0m día. x 4.0m profundidad, con colector de lodos
	1.5 Cámara de bomba de lodo	1 unidad	Cámara de concreto reforzado; 4.0m P x 6.0m L
	1.6 Tanque de contacto de cloro	1 unidad	Cámara de concreto reforzado; 1.5m P x 1.5m D x 10.0 m L
	1.7 Cámara de secado de lodos	8 blocks	12.5m x 12.5m, 20cm tratamiento de arena, 40cm tratamiento de gravilla
	1.8 Conductos de procesos apropiados	1 parcela	Conducto de hierro fundido de 150mm a 200mm con válvulas
	1.9 Conductos de influjos y efluentes	1 parcela	Conductos de concreto de 200mm a 400mm día.
	1.10 Preparación del suelo	3 ha.	Incluye excavación y llenado
	1.11 Instalaciones sanitarias	1 parcela	Servicio de agua, planta de agua residuales
	1.12 Seguridad del sitio / instalaciones de seguridad	1 parcela	Vallas, puertas, protector de vías, iluminación, señales de sitios, etc.
	1.13 Sitios de vías / áreas de parqueo	1 parcela	Con pavimento de asfalto
	1.14 Paisaje / pendiente	1 parcela	Pendiente/comportamiento, plantaciones de grama, árboles, arbustos, etc.
	1.15 Trabajos variados	1 parcela	Accesos de vías, etc.
<b>2</b>	<b>Administración del edificio</b>		Plantas construidas en cemento reforzado Incluye talleres, locales de almacenamiento, etc.
<b>3</b>	<b>Equipamiento mecánico</b>		
	3.1 Instalaciones de tratamiento primario		
	Puertas de influente	2 units	Operación manual de compuertas de 600mm X 600 mm.
	Rejillas ásperas	2 units	Operación manual de limpieza de rejilla de 3000 mm X 600 mm
	Arena/desarenador auxiliar	1 lot	Puertas, rejillas/almacenamiento de arena, etc.
	Canaleta parshall	1 unit	9" Canaleta Parshall; medida 0.00255~0.252m <sup>3</sup> /sec
	3.2 Canales reactores		
	Aireadores mecánicos	8 units	Aireador mecánico vertical; 11kW motor, 439kgO <sub>2</sub> /d/unidad
	Puertas de salidas, manejo, puertas de registros	1 lot	
	3.3 Tanque de sedimentación final	2 units	Tipo de flujo radial, el diámetro incluye el puente
	Colectores de lodos		
	Presa de desagües	1 lot	FRP- V-corte de presa
	3.4 Bomba de retorno de lodos	4 units	Bomba de lodo 100mm día. x 1.5m <sup>3</sup> /m. x 10m TDH x 5.5kP
	3.5 Tanque de contacto clórico		
	Líquido clorinador (hipoclorito)	1 unit	Proporción dosaje 5mg/L x 4,300m <sup>3</sup> /día
	Bomba de químicos	2 units	Diafragma bomba 6 L/min, proporción de descarga
	Tanque de almacenamiento de soluciones	1 unit	FRP tipo de cilindro; 20m <sup>3</sup> capacidad de almacenaje
	Conductos, válvulas, aparatos auxiliares	1 lot	
	3.6 Cámara de secado de lodos		
	Válvula de control de influjos de lodos	8 units	Válvula de operación manual; 150 mm día.
<b>4</b>	<b>Trabajos eléctricos</b>		
	Manejo, etc.	1 lot	
	Planta generadora de emergencia	1 lot	125kVA
<b>5</b>	<b>Instrumentación / controles</b>		
	Paneles de control, etc.	1 lot	
	Instrumentación equipamiento	1 lot	

Nota: Todo el equipamiento y los trabajos civiles incluyen actividades, materiales, transportación, construcción, instalación, etc. Necesarios para completar el sistema.

## **2.5 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **2.5.1 GENERAL**

El principal rasgo del plan de O&M se describe en la primera parte del Capítulo 11 del Reporte Principal. Esta sección contiene propuestas que se especifican en el Estudio de factibilidad.

### **2.5.2 SISTEMA COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES**

#### **(1) Alcantarillado sanitario**

La Gestión sanitaria del ambiente corrientemente tiene 840 kilómetros de alcantarillado sanitario diseñado y construido bajo la supervisión de la Ingeniería de Mantenimiento. Además, 14.6 kilómetros adicionales del alcantarillado sanitario principal se construirán en esta primera etapa del proyecto del Plan Maestro, y 26.9 kilómetros adicionales (aproximadamente) de bifurcaciones secundarias y laterales serán construidas por constructores privados y mantenidas hasta el final del año 2006 (ver la sección 2.3 para mayor detalle).

#### **(2) Equipamiento de mantenimiento del alcantarillado sanitario**

La operación y mantenimiento del sistema actual y el nuevo sistema de alcantarillado, requerirá limpieza y mantenimiento del equipamiento por parte del staff de operaciones y mantenimiento.

Para el sistema actual y planificado de agua residuales, debería tener disponibilidad de vehículos y equipamientos<sup>1</sup> incluyendo una van o un camión, un generador y un compresor, un trailer con una unidad de alta presión y manguera.

A este equipo básico de mantenimiento, se agregan otros requeridos por el Departamento de Redes de mantenimiento de CORAASAN, que incluyen:

- Un detector de gas, una unidad de alta presión, manguera, un circuito cerrado de televisión para inspeccionar dentro del alcantarillado sanitario, un gato hidráulico, dos equipos de aparatos de aire, 6 radios de mano y 15 lámparas.

El jefe del Departamento de redes de mantenimiento tiene la expectativa también de contar con camiones de desagote de alcantarillas que han sido aprobados por CORAASAN como aporte al actual camión en servicio.

#### **(3) Estaciones de Bombeo**

Respecto a las 4 estaciones de bombeo existentes las dos bombas inactivas de la Yapur Dumit deben ser reparadas (CORAASAN está decidiendo esto actualmente) y las otras dos restantes, en Cerro Alto y la Otra Banda, podrían ser rehabilitadas en esta primera etapa de proyecto (ver la sección 2.3 para más detalles). En suma, hay 4 estaciones más para el servicio de CORAASAN dentro del contexto de los próximos 2 años: Valle Verde I y II, Don Nicolás y Pradera del Cerro.

### **2.5.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (WWTP)**

Respecto a las 7 WWTP existentes, 3 de ellas podrían ser rehabilitadas en esta primera etapa del proyecto, incluyendo la de Rafey. Una WWTP adicional podría ser construida en la Zona Sur (ver la sección 2.4. para más información).

### **2.5.4 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL**

Las reformas de organización y mantenimiento propuestas para esta primera etapa del proyecto,

---

<sup>1</sup> Ver Apéndice 13 para más detalles.

se discuten en la sección 3.4. de más adelante. Esta sección está limitada a una discusión en la que se sintetizan los niveles de personal y los costos asociados para el mantenimiento de las operaciones de saneamiento del ambiente y una revisión al ordenamiento de los trabajos en grupo del Departamento de redes de Mantenimiento. Las fuentes de datos y una mayor explicación se señalan en el Apéndice 13. El nivel corriente de personal, la propuesta de nuevos niveles de personal y el personal proyectado hasta finales del 2006 se sintetizan para cada uno de los componentes del sistema.

A causa del aumento pequeño del número de personal entre el año 2005 y el 2006, la proyección de personal propuesta hasta finales del 2005 para el Plan Maestro fue abandonada. Los niveles de personal propuestos y sus costos directos están contemplados hasta finales del 2006 solamente. Los costos directos del personal incluyen un incremento real por año del 3% en salarios, tal como fue advertido por la gestión del Departamento de mantenimiento<sup>2</sup>.

Las propuestas de personal actuales y para el 2006 son producto de la discusión entre la gerencia de Saneamiento Ambiental y el equipo técnico. Su principal objetivo es mejorar la calidad del servicio de mantenimiento y el manejo del trabajo de la O&M, considerando el aumento de 41.5 kilómetros de las longitudes del alcantarillado sanitario<sup>3</sup>, la rehabilitación de 3 WWTP y la construcción de una nueva más. La capacitación a todos los niveles (particularmente de los operadores y los de la limpieza del alcantarillado) será necesaria también, cuyas propuestas de señalan en la sección 3.4.2.

### (1) Sistema de Alcantarillado Sanitario

La tabla de abajo sintetiza el número de personal del Departamento de mantenimiento de redes y sus costos directos proyectados hasta finales del año 2006:

<b>Departamento de Mantenimiento de Redes: personal y costos directos</b>							
<b>Actual</b>		<b>Propuesta actual</b>		<b>Propuesta 2006</b>		<b>Incrementos(actual al 2006)</b>	
<b>Número de personal</b>	<b>Costos directos</b>	<b>Número de personal</b>	<b>Costos directos</b>	<b>Número de personal</b>	<b>Costos directos</b>	<b>Número de personal</b>	<b>Costos directos</b>
48	479	76	707	83	874	+35 (+73%)	+395 (+82%)

**Nota:** Los costos directos del personal se expresan en miles de pesos R\$D por mes

Hay muchas razones para el incremento del 73% en el número de personal y del 82% en los costos directos entre noviembre del 2005 y el 2006. Una gran parte de ese crecimiento es debido a la propuesta actual de reorganización del departamento y al incremento del personal propuesto para mejorar el sistema de mantenimiento del alcantarillado y los trabajos de reparación. En particular, 2 ingenieros calificados se requieren (no existen ingenieros calificados en el departamento de mantenimiento de redes) para hacerse cargo respectivamente (1) la propuesta planificada para la sección de mantenimiento para ser equipada con dos camiones de desagote y (2) en la sección de mantenimiento y reparación para las limpiezas y reparaciones de emergencia de las líneas de alcantarillado sanitario. La primera sección también monitoreará los proyectos retenidos, esto es, los proyectos que requieren ser completados dentro de los 3 meses del período de garantía y que fueron totalmente pagados hasta el presente. La segunda sección, contendrá también los camiones de desagote cuando arriben. Cerca del 5% del crecimiento del personal es para cubrir el 5% de la extensión de las longitudes del alcantarillado sanitario y el 16% de los costos por el aumento del 3% anual del pago real asumido. Con ello se asume que la responsabilidad para planificar y supervisar las conexiones del alcantarillado con las viviendas podría ser transferido a la Gerencia de Ingeniería.

<sup>2</sup> Un crecimiento del 12% anual en salarios, se basa en las recientes negociaciones, resultando menor el costo de la inflación que llega al 9% anual.

<sup>3</sup> 14.6 kilómetros de alcantarillado serán construidos en este proyecto. Las líneas secundarias, y laterales se asumen que serán construidas por los constructores privados.

Para manejar este crecimiento anticipado en el mantenimiento y reparación en el 2006, se propone un incremento de 26 plomeros y asistentes de plomeros, 18 de los cuales ya son requeridos en el presente. Un detalle de este análisis se señala en el Apéndice 13.

Es recomendable que la subcontratación de limpieza del alcantarillado debería ser sistemáticamente investigada cuando los servicios de GSD al CORAASAN están sujetos a la misma investigación (ver reporte principal Parte I, sección 11.6.2 (7) y Apéndice 13 parte I).

## **(2) Estaciones de Bombeo**

Las estaciones de bombeo en el sistema de alcantarillado sanitario, requerirá una operación de 24 horas y todos los días de la semana. Es recomendable que el nivel actual del personal se incremente para asegurar una adecuada limpieza y supervisión, aunque la operación de bombeo sea automática. Un operador de bomba debería estar asignado a las dos estaciones de bombeo existentes durante las 24 horas, por la cual se requerirían 4 operadores en total. Sin embargo, se requerirán 8 operadores para el año 2006, supervisados por un supervisor del Departamento de Redes de Mantenimiento. El equipo técnico recomienda cambios en no más de 12 horas pero es advertido por la Gerencia de Saneamiento Ambiental de la necesidad de un incremento en los niveles de transportación si eso se aplica también a las plantas de tratamiento y sobre los riesgos de las interrupciones de los trabajadores si no se aplican salarios adicionales. Sin embargo, cuando las plantas de tratamientos y las estaciones de bombeo sean rehabilitadas, soluciones potenciales para ello serán examinadas nuevamente.

En la actualidad, las estaciones de bombeo son de responsabilidad del Departamento de plantas de tratamiento, principalmente por su complejidad técnica comparada con la tecnología del mantenimiento del alcantarillado y de la limitada capacidad técnica del Departamento de Mantenimiento. Sin embargo, el equipo técnico cree que hay múltiples razones para transferir la responsabilidad de las estaciones de bombeo al Departamento de mantenimiento: (1) las estaciones de bombeo son parte operativa de la red de alcantarillado, (2) aunque la propuesta de la división de mantenimiento le parece mejor reportar al jefe del departamento de plantas de tratamiento, las competencias y el tiempo de mantenimiento y de los servicios de reparación deben ser provistos por el Departamento de mantenimiento al igual que el Departamento de WWTP, (3) un intento serio está siendo desarrollado por el jefe del Departamento de Mantenimiento para mejorar la capacidad técnica del departamento de mantenimiento, con el reclutamiento de 2 ingenieros, y (4) el jefe del departamento de WWTP, es, o será, una carga más pesada.

## **(3) Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Las 7 plantas de tratamiento operarán 24 horas por día los 7 días de la semana. El personal de El Embujo operará una parte del tiempo para la urbanización Thomen y en el año 2006 las 2 WWTP de la Lotería no tendrán operadores permanentes hasta finales del año 2006.

Para las 4 estaciones de bombeo, el equipo técnico prefiere que la cobertura de las 24 horas sea provista en dos cambios de 12 horas, considerando potenciales problemas en el incremento de la transportación y los cambios en las prácticas de trabajo. Sin embargo, cuando las WWTP sean rehabilitadas, las potenciales soluciones para este caso serán examinadas nuevamente en relación a su implementación

La tabla siguiente muestra los niveles de personal para cada WWTP existente, para las WWTP propuestas para el año 2006.

**WWTPs: Número de personal proyectado y costos directos**

Unidad	Actual		Propuesta al sistema actual		Propuesta al año 2006		Incrementos(actual al 2006)	
	Número de personal	Costo directo	Número de personal	Costo directo	Número de personal	Costo directo	Número de personal	Costo directo
Rafey WWTP	23	192	24	228	26	280	+3 (+13%)	+88 (+46%)
Tamboril WWTP	9	85	12	98	12	114	+3 (+33%)	+29 (+34%)
Cienfuegos WWTP	8	83	9	106	12	148	+4 (+50%)	+65 (+78%)
Los Salados WWTP	10	121	12	144	12	167	+2 (+20%)	+46 (+38%)
El Embrujo WWTP	6	67	6	63	6	73	-	+6 (+9%)
La Lotería WWTP	4	52	4	29	1	8	-3 (-75%)	-44 (-85%)
Zona Sur WWTP	-	-	-	-	12	131	+12 (+100%)	+131 (+100%)
<b>TOTALS</b>	<b>60</b>	<b>600</b>	<b>67</b>	<b>668</b>	<b>81</b>	<b>921</b>	<b>+21 (+35%)</b>	<b>+321 (+54%)</b>

**Nota:** Los costos directos del personal se expresan en miles de pesos R\$D por mes

Generalmente, los cambios en el número de personal resultan de una racionalización de las políticas de personal. Las plantas de tratamiento de tamaño mediano, como las de Tamboril, Cienfuegos, los Salados, y, en el 2005/2006, la Zona Sur tendrá dos operadores por tanda, un supervisor y una secretaria de tiempo normal de oficina. Las plantas de tratamientos más pequeñas, tendrán trabajar con un operador por tanda (El Embrujo) o eventualmente ninguno (La Lotería). El personal de la planta de tratamiento de Rafey se incrementará de los 23 que actualmente tiene a 26, en orden a tener 4 operadores en cada tanda y también una proporción pequeña de asistentes de los operadores. Parte del incremento del personal es debido a la rehabilitación de las plantas de tratamiento de Rafey, Cienfuegos y Los Salados. Aunque Tamboril, La Lotería y El Embrujo, no serán fortalecidos en la primera etapa del proyecto, el incremento neto del personal y los costos directos de ellas es cero y cerradamente cero, respectivamente, y por lo tanto tiene un efecto insignificante en el impacto ambiental y financiero del proyecto.

**(4) Laboratorio de las WWTP**

No se presentan cambios anticipados en el número del personal del laboratorio de las WWTP, el cual se encarga del control del tratamiento de las aguas residuales y la calidad de los efluentes en las WWTP de CORAASAN (los laboratorios actuales y el análisis de sus tareas se examinan en la sección 2.6)

Sin embargo, 4 personas adicionales se proponen para la nueva Sección de Control de Calidad de las Aguas Residuales Industriales, que necesitarán acceso a las instalaciones de los laboratorios de las WWTP: un supervisor, un asistente de supervisor, un trabajador del laboratorio y un asistente de muestras. Se entiende que el laboratorio tiene suficiente espacio para acomodar los dos técnicos que realizarán los análisis y un espacio para oficina para el supervisor.

**(5) Administración**

Existen tres oficinas que manejan el saneamiento ambiental: 1) la oficina del gerente de saneamiento con 4 personas incluido el gerente; 2) la oficina del jefe de WWTP con 4 personas incluyendo dos ingenieros recientemente incorporados y el jefe del departamento y 3) la oficina del jefe del departamento de WWTP que incluye nominalmente 7 personas incluyendo el jefe del departamento, aunque 4 de ellos son supervisores de brigadas de campo o constructores y

prácticamente no están en las oficinas.

Hasta el año 2006, la oficina del gerente de saneamiento seguirá igual, un asistente administrativo adicional se propone para la oficina del jefe del departamento de WWTP, para proveer el manejo de más información y de apoyo al sistema, y dos ingenieros, dos supervisores adicionales y un asistente adicional de oficina son propuestos por el jefe de Departamento de Mantenimiento para poder cubrir el 100% del trabajo que se incremente.

#### **(6) Otros Servicios de Apoyo**

La gerencia de Ingeniería requerirá un incremento de su capacidad para comprometerse con el diseño, planificación y supervisión de las conexiones residenciales y comerciales al sistema de alcantarillado sanitario, cuando este se transfiera al Departamento de mantenimiento (ver sección 3.4.1.). El departamento de mantenimiento podría continuar supervisando la operación de conexiones durante los 3 meses del período de retención. El personal exacto, requerido para esta operación será manejada por el departamento de ingeniería, usando la experiencia del departamento de mantenimiento.

El departamento de Ingeniería también mantendrá actualizado mapas, planos y dibujos de construcción del sistema colector de aguas residuales y podría recibir el apoyo de un ingeniero diseñador.

## **2.6 PLAN DE MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES**

### **2.6.1 GENERAL**

Después de encargar las instalaciones del alcantarillado en esta Primera Etapa del Proyecto, para cumplir con los estándares de efluentes estipulados por las nuevas normas y operar las instalaciones apropiada y eficientemente, CORAASAN debería realizar las siguientes tareas de monitoreo: calidad de las aguas residuales tratadas en las WWTP, incluyendo volúmenes de descargas, calidad de las aguas residuales por el sistema by-pass y descargas incluyendo volúmenes, calidad del lodo producido en los WWTP y disposición total en sitios municipales, calidad del volumen de las aguas residuales industriales descargadas y tratadas y monitoreo rutinario de la calidad del sistema de operación.

Esta sección describe técnicamente aspectos del monitoreo solamente, referidos a la organización, personal, requerimientos y programas de capacitación de la sección de arriba.

### **2.6.2 PLAN DE MONITOREO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

CORAASAN tiene actualmente programas de monitoreo: diariamente tiene un programa de funcionamiento de las WWTP y mensualmente un programa de monitoreo de la calidad del agua del río.

En la planta de tratamiento de Rafey, el funcionamiento diario cubre la calidad de los efluentes de las aguas residuales, calidad del agua después del tratamiento, tanque de sedimentación primaria, tanque de aireación y contenidos del lodo retenido al igual que las aguas residuales tratadas en la sedimentación final. Los parámetros de la calidad diaria del agua son DOB, DCO, DO y SS, temperatura, pH, turbidez, conductividad eléctrica y sólidos disueltos.

La práctica corriente del monitoreo de las operación de las WWTP, puede ser suficiente para asegurar los requerimientos de los efluentes. Esta práctica corriente puede ser aplicable para las otras WWTP que serán rehabilitadas o construidas en esta Primera Etapa del proyecto. Sin embargo, debido a las restricciones físicas, financieras y de recursos humanos, se requieren mejores procedimientos manuales prácticos y realistas para mejorar el tratamiento diario de las WWTP de Cienfuegos, Los Salados, Embrujos y Zona Sur. Para alcanzar los estándares de

descarga que establecen las nuevas normas, los flujos de aguas residuales deberían ser medidos diariamente, tratados por muestras en los laboratorios de la planta de tratamiento de Rafey. Para operar las instalaciones de las WWTP, se deben considerar los parámetros simples de la calidad del agua: pH, alcalinidad, temperatura, DO y volumen de lodo, el cual puede ser medido manualmente sin necesidad de equipos especiales. Los manuales necesarios serán preparados en el diseño de la etapa de rehabilitación y construcción de las WWTP-

### **2.6.3 PLAN DE MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

#### **(1) General**

La descarga industrial al alcantarillado sanitario, contiene cantidades significantes de tóxicos contaminantes y otras sustancias que afectan el sistema de recolección y tratamiento y puede interferir en su funcionamiento. Sin embargo, con un apropiado control y un adecuado pretratamiento, algunos de esos contaminantes pasarán a través de las WWTP sin tratamiento y pueden ser la causa de la contaminación que recibe el agua. Consecuentemente, un efectivo programa de monitoreo es esencial para la operación de las instalaciones de las WWTP.

El monitoreo industrial supone inspección, vigilancia y muestreo de aguas residuales para determinar la conformidad o inconformidad del uso industrial

Esta sección trata solamente aspectos técnicos: muestras de aguas residuales, medidas de flujos y análisis de laboratorio.

#### **(2) Plan de Muestreo**

Un plan de muestreo es necesario en relación a lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA). El plan de muestreo debería incluir, pero no limitarse a:

- Objetivos de la muestra.
- Frecuencia y metodología del muestreo.
- Localización de la muestra.
- Programa de muestras,
- Tipo de equipo a utilizar en el muestreo
- Características de los efluentes de las aguas residuales
- Información de base de las aguas residuales
- Salud y seguridad, y
- Calidad asegurada / consideraciones sobre el control de calidad.

#### **(3) Muestreo**

Para el cumplimiento de los estándares de descargas del alcantarillado sanitario, el uso industrial identifica el carácter y volumen de los contaminantes que contribuyen a las aguas residuales y los puntos potenciales de localización dentro de sus instalaciones.

Una muestra de agua residual debería ser recolectada inmediatamente aguas debajo de las instalaciones de pretratamiento. Una evaluación de las líneas de drenaje, alcantarillas y registros in el área industrial, puede ayudar a localizar los puntos apropiados para una muestra de las aguas residuales.

Las aguas residuales industriales de los arroyos pueden tomarse como muestra por parte de las industrias (monitoreo propio) o por una autoridad de control (CORAASA o SEMARENA), semanal, mensual o quincenalmente u otros intervalos especificados. Un ejemplo típicamente de

aguas residuales es tomado directamente de la tubería o en una inspección al registro, porque allí contiene flujos que pueden ser investigados.

Antes de proceder a la toma de la muestra, un protocolo de la muestra debe ser preparado, en el cual se describa el tipo de parámetro de la muestra, número, localización y frecuencia de la muestra y el mejor tiempo para estar disponible para la toma de la muestra.

#### **(4) Tipo de Muestra**

Las muestras de aguas residuales puede ser colectada por muestras disponibles o compuestas. Las muestras disponibles son simples ejemplos colectados por cualquiera en un tiempo determinado. Puede ser ventajoso para coleccionar muestras si las aguas residuales no son continuas o si sus características varían, dependiendo del propósito del muestreo, los requerimientos de las regulaciones o las condiciones del sitio. Las muestras disponibles típicamente requieren del conocimiento del pH, temperatura, oxígeno disuelto, cianuro, total de fenoles, sulfuro, aceite y grasa, hidrocarburos de petróleo y coliformes fecales.

Una muestra compuesta es una colección de muestras individuales de varios puntos de muestreo o de un solo punto, en intervalos regulares de tiempo, de 1 a 2 horas durante las 24 horas del día. Estas muestras pueden ser en un tiempo proporcional a la proporción de flujos. La mezcla resultante representa una forma de muestra que es analizada para determinar el porcentaje de las condiciones durante el período del muestreo. Si la proporción de los flujos de aguas residuales es dependiente del tiempo la proporción de la muestra compuesta puede ser ejecutada.

No hay reglas universales que especifiquen las condiciones para el uso de muestras simples o compuestas. Es la autoridad de control la que establece los procedimientos y los parámetros de las muestras que se aplicarán a cada industria. En general, las muestras simples o disponibles es usada para el agua residual cruda o para el análisis de los procesos del agua y las muestras compuestas se usan para el análisis de las aguas residuales residenciales e industriales. Sin embargo, las muestras simples deberían usarse cuando los contaminantes evaluados contienen cianuro y fenol.

#### **(5) Parámetros de la calidad del agua**

Las instalaciones industriales de pretratamiento deben satisfacer los estándares de la descarga tales como DBO, DCO y SS, como así también el número de componentes orgánicos e inorgánicos. El agua residual industrial es propensa a variaciones continuas en los flujos y en las concentraciones de contaminantes. Por lo tanto, es una práctica típica la de tomar muestras en diferentes puntos de las instalaciones industriales para cumplir con los estándares de descargas.

La elección de los contaminantes a ser medidos para el control de la calidad del agua residual industrial, está basada en las regulaciones de las autoridades gubernamentales, por los procesos de las WWTP y los procesos residuales a ser protegidos, por otros relevantes aspectos como la salud pública y de los trabajadores y por las características de las fuentes industriales.

La tabla siguiente sintetiza los parámetros sugeridos para el muestreo industrial:

**Principales parámetros de calidad del agua según categorías de industrias**

<b>Categoría de industria</b>	<b>Parámetros de calidad del agua</b>
Productos procesados diariamente	DOBS (sólidos suspendidos) pH
Proceso de enlatado y conservado de frutas y vegetales	DOB, SS, pH
Proceso de enlatado y conservado de Alimentos de mar	TSS, aceite y grasa, pH
Producción de alimentos	DOB, COD, pH, SS, sólidos, aceite y grasa, materiales tóxicos
Fábrica textil	DBO, COD, SS, sulfito, fenol, total cromo, pH
Plantas eléctricas	Metales SS, pH, organismos volátiles
Químicos orgánicos, plásticos y fibras sintéticas	DBO, SS, pH, organismos volátiles, clorinatos hidrocarburos aromáticos plonucleares
Manufacturas de químicos inorgánicos	pH, SS, metales total organic compounds, COD
Manufactura de jabón y detergente	DBO, COD, SS, aceite y grasa, pH, surfactantes
Manufactura de fertilizante	TSS, fluoruro, SS, amonio, orgánico nitrógeno nitrato
Curtiembre	DBO, SS, aceite y grasa, total cromo, pH, sulfuro

### (6) Equipamiento del Laboratorio

Los instrumentos rutinarios de medición incluye pH/ion, medidores de conductividad, turbidímetros, y medidores de espectros. Los indicios de elementos orgánicos requieren de análisis de instrumentos de laboratorios más complejos incluyendo analizadores de total carbón, absorción atómica o medidores de emisión, cromatógrafos de gas / líquido y espectrómetros de masa. El laboratorio de CORAASAN de la planta de tratamiento de Rafey está equipado con equipos de rutina pero no tiene instrumentos más complejos.

### (7) Mediciones de flujos

La autoridad de control requiere datos de flujos para mejorar las operaciones del sistema de tratamiento. El volumen y la masa individual de carga son importante para una operación apropiada del agua residual industrial en las instalaciones de pretratamiento, operación apropiada de las WWTP que recibe la descarga y la salud y seguridad de los trabajadores, el público y el ambiente. La autoridad de control debe monitorear y verificar las mediciones de los flujos como una aproximación al sistema que está utilizando la industria evaluada. El monitoreo debería hacerse periódicamente con una agenda de inspecciones. Un aspecto importante de las inspecciones es requerir a la industria el mantenimiento de una excelente calidad del agua. El industrial y la autoridad de control deberían considerar mediciones apropiadas en todos los aspectos del agua dentro de la industria y de las descargas del agua residual.

### (8) Control de Calidad

El éxito del programa de monitoreo radica en los datos de calidad que provea el laboratorio. Este debería tomar las medidas necesarias para producir datos de calidad satisfactoria.